

像酿酒一样造肉：我们距离肉食革命有多远？

“替代蛋白或植物肉的出现，不再要求人们因道德而去转变为素食主义者，而是希望在不牺牲口感享受的前提下，找到一个替代。”



以培植肉品牌Beyond Meat所制作的汉堡。摄：Drew Angerer/Getty Images

端传媒记者 易小艾 实习记者 蒙卡 特约撰稿人 袁烨 发自新加坡 | 2022-09-30

“你不会敏锐地觉察到云吞里肉的质感，因为馅里还有切碎的蔬菜，咀嚼时甚至有类似传统肉的嚼劲。但当它是一块单独的鸡排时，就会明显感到不是‘真的肉’。”

在Koko的想象中，实验室制肉“不涉及杀生”、“口感同真的肉一模一样”，但第一次试吃细胞培植肉，Koko却觉得有些微妙，入口给人清淡健康的感觉，但似乎又与传统肉有著说不清的分别。台湾人Koko在新加坡从事餐饮业，好奇心的驱使下，她答应了记者试吃细胞培植肉的要求，甚至还叫来不知情的同事尝试。培植鸡排与“真的”鸡排，长得完全一样，只是更小块些。

但一口下去，同事明显一脸疑惑：“素的吧？”

细胞培植肉是“替代蛋白（alternative protein）”的一种，提取特定的动物细胞，在实验室培养液和生长支架中增殖成完整的肉块。目前，新加坡是唯一一个批准培植肉进入市场的国家。除了细胞培植肉外，替代蛋白还包括过去几年流行各国的植物肉，及近几年逐步成长的发酵技术蛋白——通过酵母菌等微生物发酵形成绵密的植物蛋白或动物蛋白，部分科研团队也在寻求发酵技术创建独立蛋白产品的方式。



2021年10月26日，环保人士在 COP26（气候变化会议）举行期间示威，呼吁英国政府停止补贴肉类行业并投资以植物为基础的工业。摄：Vuk Valcic/SOPA Images/LightRocket via Getty Images

气候危机随著极端天气的频发另更多人警醒，占人为温室气体排放量14.5%的碳排大户畜牧业，也因应减碳、水土资源利用率问题被关注。与此同时，联合国粮食及农业组织预测，2050年全球人口可能超过90亿，而畜牧业的扩张或需占据更多的土地，或意味著更多的动物将被豢养拥挤在狭小的空间内——既毫无动物福利可言，又涉及抗生素的滥用，由此，食物的“可持续”也将成为一个巨大的挑战。仍未完全结束的Covid-19大流行也提醒著，若仍无视肉食安全，我们还会继续偿付代价。

肉食，可以更清洁、更安全吗？食肉，还有扩张畜牧业以外的解决方案吗？科学家、初创企业和环保团体开始试图推动食物革新。不只依赖植物蛋白但试图更“像肉”的植物肉，得到大量资本涌入、也开始出现在各大超市上。打造一个“像酿造啤酒一样，在反应器中造肉”的培植肉或“发酵技术蛋白”世界，也不只是想像而已。

理论上，不管是植物肉，还是培植肉，脱离了活体动物，不含沙门氏菌等致病细菌，储存时间也可以更长，但实现这个愿景并不容易，除技术外，他们还需突破建构新的行业标准、降低市场价格、弥合与消费者文化认知间的差异等重重关卡。

事实上，全球植物肉第一股“Beyond Meat”虽曾在上市当天就爆涨163%，但在2022年8月初却宣布将裁员4%。从年初至今，其股价接连下跌超过50%，首席执行官Ethan Brown在一份声明中表示，推动大众接受植物性替代蛋白所需要的时间，比预期中更长。而目前唯一进入市场的培植肉企业 GOOD Meat，也为降低成本、探索规模化生产，而仅在周四开放外卖。





2019年5月2日，Beyond Meat 作为培植肉第一股在美国纳斯达克上市。摄：Drew Angerer/Getty Images

文化落差：东亚饮食传统的困境

平日里，Koko是名副其实的“肉食者”，但她有家人曾因一部以杀生为主题的影片而“不再吃有生命的东西”，因此偶尔与他们聚餐时会吃素食。除 GOOD Meat 的培植肉鸡肉外，Koko还在超市选购了一些其他品牌的植物肉食品，由于植物肉厂商近年一直试图降低单品价格，Koko买到的“新炸鱼柳”与“新肉丝”均与当地传统肉价格相近。

不过相较于价格高昂、口感还不错的培植肉，Koko却对买到的植物肉有些失望。“可能是我处理的方式不对，炸鱼柳对我而言口味有点偏重了，”Koko说，鱼柳是直接用空气炸锅处理的，但在咬下去第一口后，她就将剩下的几片放回冰箱了。

“好像相较之下，素肉比较好吃。”口味轻淡的Koko说。

从制成技术与概念上，植物肉与经常摆上东亚人餐桌的素肉等豆制品有著不同的追求和侧重。例如，植物肉是希望寻求对传统动物肉的替代，因而其生产流程往往是提取植物蛋白、经热塑性挤压使蛋白结构更绵密、并加入植物肉或其他调味料，以使得制成品的咀嚼感与肉相似，而豆制品的制作流程则不会如此复杂，因此口感更粉质、海绵质。

只是，以豆类为原料，东亚饮食中更有素鸡、蟹棒、豆干、豆花、甚至大豆制品的辣条零食等多种豆制品，因而无可避免地会被消费者拿来对比。





2022年7月11日，英国伦敦，麦当劳推出素食肉类汉堡 McPlant 的广告。摄：Mike Kemp/In Pictures via Getty Images

“在西方国家，植物肉就是植物肉，豆腐就是豆腐，不存在传统素肉。只有在东亚，大家才会很困惑：这不是豆制品吗？”谷孚（GFIC）的CEO李佩莹说，谷孚是一家关注替代蛋白产业的咨询机构。

这样的疑问折射的不仅是二者在口味上的较量，还有对二者不同的期待。李佩莹直言，对东亚消费者来说，植物肉承载着他们对于“新科技肉制品”的想像，而豆制品则是日常、甚至廉价的，因此，价格高昂的植物肉口感若没有非常出众，人们就会有强烈的落差感。

相对应的，植物肉在西方国家是随著环保与动保运动诞生的，最初出现的呼声是素食主义（veganism）与素食者（vegetarian），紧接著才逐步衍生出植物基底的替代性食物，近年来又出现替代蛋白（alternative protein）。植物肉等替代蛋白类食品的目标群体并非素食者，相反地，是有肉食习惯的人。

“替代蛋白或植物肉的出现，不再要求人们因道德而去转变为素食主义者，而是希望在不牺牲口感享受的前提下，找到一个替代，”李佩莹说，“我觉得这是非常重要的前提。”

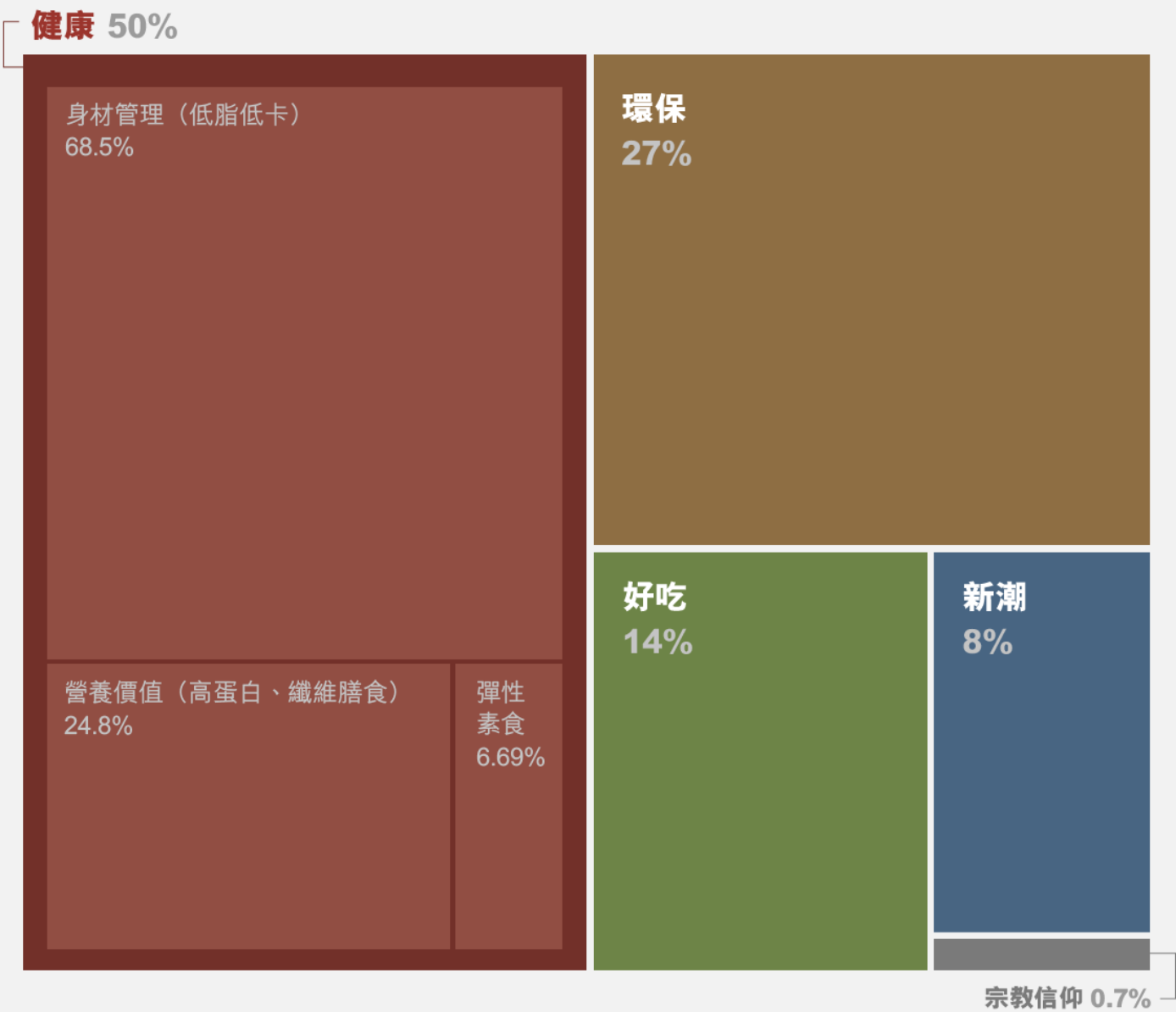
然而，当植物肉进入东亚市场，它所面临的消费群体似乎与期待的并不完全相符。

台湾植物肉品牌No Meating一植肉透露，他们曾在募资前做过一个问卷调查，大约回收了1500份。问卷结果显示，消费人群大多为素食者。除这类人群外，一植肉表示，“不一定想吃肉，但又不知道吃什么，且担心缺乏蛋白”的消费者也不少。植物肉企业OmniFoods则表示，在香港、台湾等地，环境保护、食品安全的确是一个比较有影响力的议题。但同时，健康、饮食文化、宗教等也是当地民众愿意长期购入植物肉的重要因素。

仅依靠环保和动保似乎很难完全打动东亚消费者，毕竟其口感与日常豆制品很相似，因此，“低脂”、“高蛋白”等便成为植物肉企业用来填补落差的主要元素。以中国大陆为例，彭博商业周刊曾与植物肉品牌星期零共同发布调研，在复购植物肉的动机上，一半的消费者均是出自对健康的需求，27%的消费者关注环保，

而在健康需求中，近7成人更看重其低脂低卡的特性。

中國大陸消費者選擇植物肉的原因



註：總調研樣本數為605人。
資料來源：彭博商業週刊《2021中國植物肉行業洞察白皮書》

技术、成本、口感，为什么替代“肉”这么难？

比起与传统豆制品的这场“意外”较量，替代蛋白与真肉的对抗则是最可预见的挑战，尤其是食用起来够不够“肉”。

植物肉的生产制作主要依赖挤压技术、静电纺丝技术、3D打印技术等，不同的技术带来的效果有所区别。据Neo新创肉介绍，初代单螺杆生产出的植物肉“好吃，但缺乏咀嚼感”，而最新的三螺杆“效果不佳，甚至更差”。3D打印是更精确，但效率低、投入成本高的方式。除此之外，调味料、配方及配比等均会影响食品的实际口感。

为了摆脱豆腥味，香港的OmniFoods将大豆中的分离蛋白（isolated protein）组合在一起，加入油、海藻等，使其产品具有“鲜”的口感。台湾的Neo新创肉则参考每一类动物肉的特性，如纤维的长度和强度、颜色等，在植物肉中添加相应的材料，使其更接近动物肉——“需要红色时就添加甜菜，需要咖啡色时我们就用可可”。

不可能食品 (Impossible Foods)还利用基因改造的“血红素”——大豆豆血红蛋白，使其植物肉汉堡可以像鲜嫩的牛肉一样有“流血”的感觉。

No Meating一植肉说，“在价格与口感间找到平衡是比较困难的点。”目前，他们植物肉的制作成本高于传统肉品。这首先与台湾的大豆蛋白等原物料依赖进口相关。其次，生产的器具也需要进口或特殊定制，这影响着产品的干湿度、薄厚度等。此外，研发人员的培育也增加了成本。



在香港售卖的 Neo 新创肉。摄：林振东/端传媒

面临着相似的难题还有Neo新创肉。消费者常常发问：“为什么我需要花更多的钱买一块被设计的肉，一块模仿动物肉的肉？”当下，他们植物肉的成本已低于牛肉，将植物肉的价格同传统动物肉的拉近是他们未来努力的方向。而OmniFoods则将其“新猪肉”的价格下调了22%，以期实现在香港和猪肉价格几乎等价。

“消费者不一定觉得植物肉不好吃，而是觉得未能满足对产品的期望，”李佩莹说，结合东亚地区本身的豆制品文化，植物肉企业需要投入更多的研发精力，调配口感，降低价格，最好的情况是与餐饮业商户共同研发一些菜单，才能让植物肉一方面和豆制品区分开，另一方面实现替代肉的使命。

只不过，在技术和口感沉淀之前，资本先涌了进来。

自2019年Beyond Meat作为植物肉第一股上市后，资本便向此领域频繁押注。据非营利组织GFI（Good Food Institute）的数据，2019年，亚太地区植物肉的投资额不足5千万美元，两年就飙升至了2021年超过2亿美元。而在中国大陆，2019年12月至2020年12月，针对植物基公司的投融资事件同比攀升5倍，共21件，占当年整个食品及保健品赛道的10%。也因此，2020年被业内成为中国大陆植物肉的“元年”。

随著疫情、和消费市场的冷淡，这股热潮很快冷了下来。在2021年一个新消费品的私享会中，一位植物肉企业从业者形容：“资本很热闹，用户很冷静。”在微博、小红书等中国大陆社交平台上，许多植物肉企业官方账号的最后一条动态也停留在2021年。





金字植物肉是中国内地的培植肉品牌，于 2019年10月16日在上海亮相。摄：VCG/VCG via Getty Images

在李佩莹看来，植物肉企业在中国大陆热潮多少有些不成熟，泡沫资本的催熟下，植物肉市场中聚集了大量质量参差不齐的产品。“很多消费者第一次吃觉得不好吃，下次就不会尝试了，这样一来，就将大家对产品的期待拉低了，”李佩莹说，“或许现在的冷淡也是沉淀的时机。”

在植物肉遭遇发展瓶颈的同时，另一班人也在试图找寻其他创造肉的方式。细胞培植肉就是其中一种。

2005年，在荷兰政府资金的资助下，四位生物医学的研究人员发表了第一篇概述如何生产细胞培植肉的论文，理论上，只需要找到合适的动物细胞并提取分离，固定在生长支架上，就可以长出肉糜——有细致血管纹理的肉块则无法通过简单的细胞繁殖完成。要到2013年，第一块细胞培植肉汉堡才真正诞生，其成本耗费超过30万美元。

显而易见，相较植物肉，细胞培植肉面临着更大的价格难题。

培植肉推动者们提出，扫描第一个人类基因组也花费了数十亿美元，但如今却普及到人人只需几百美元便可提交一份唾液测试，因此培植肉的单价随著技术进步和规模化必定会迅速下降。目前，生产培植肉最昂贵的部分在于细胞成长的培养基，而培养基的价格还没有迅速下降的可能。

2013年，生产第一块细胞培植肉的培养基是胎牛血清，获得方式十分残酷——屠宰怀孕的母牛并取出胎牛，在胎牛血液中再提取血清。这种残忍的培养基消耗起来也十分迅速，一只小胎牛的血清仅够生产一千克的肉。随技术发展，培养基逐渐不需要依赖活体血清，但制作仍然特殊复杂。





Avant Meats是香港唯一的培植肉初创企业。图：Avant Meats

以香港培植肉公司Avant Meats研发的培植鱼肉为例，制作一块培植鱼肉，需要揉合葡萄糖、矿物质、氨基酸、维生素和一些蛋白质的培养基，需要适合生长的支架结构（scaffold），还需要相应的生物反应器（bioreactor）。因此需要与生产细胞培养基的其他科技公司或生物团队合作，寻求培养基的供应，但這些公司往往都是医药企业，因此往往价格不菲。

“培植肉前段很像医学，后段则是食品，是一个跨学科的东西，”李佩莹说，“如果这是药，你或许可以卖很贵，但作为食品，它需要便宜。”

目前，唯一一家进入市场的培植肉企业“GOOD Meat”，2020年12月初进入新加坡后，曾先后与1880、Keng Eng Kee等餐厅合作，但为了实现规模化生产、降低成本，GOOD Meat 如今仅保留了外卖，且只在周四上午十一点开售。

此外，发酵技术蛋白也是目前被业界寄予厚望的方式。一般来说，其技术实现一般有两种方式，一是找到合适的菌丝体（注：真菌的营养生长部分），使其在模具中自我繁殖，长成为高蛋白的食物，但这种食物的口感也会带有菌菇的味道；另一种则是通过重组蛋白技术，改造酵母菌等细菌，使其可以将糖等原料像发酵成酒精一样，发酵成特定的蛋白质。

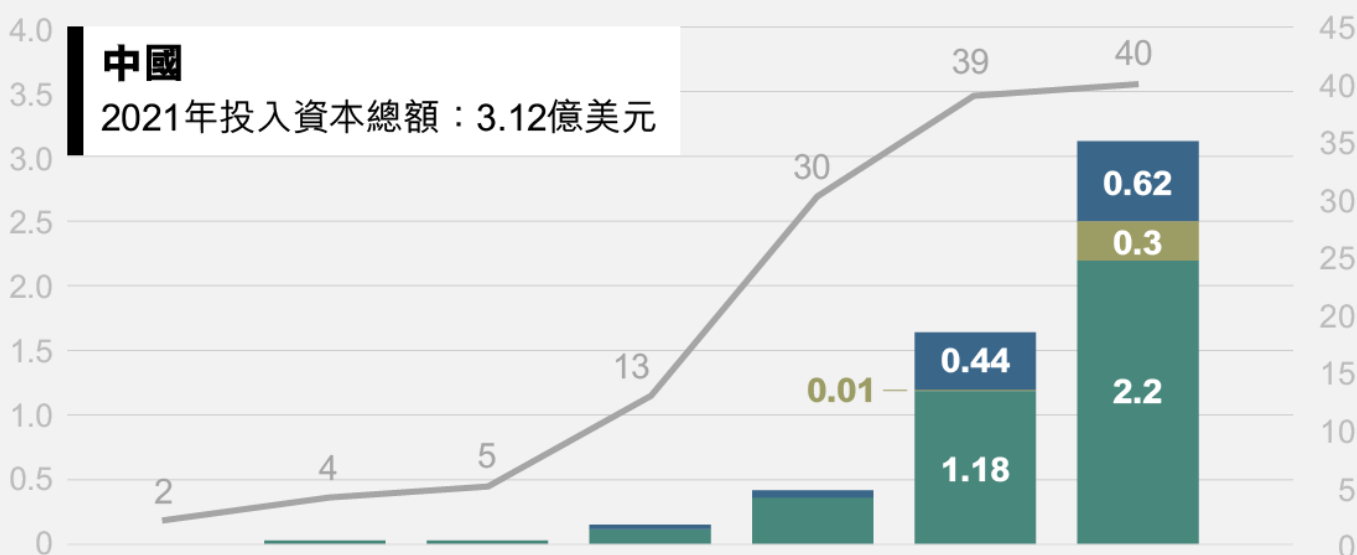
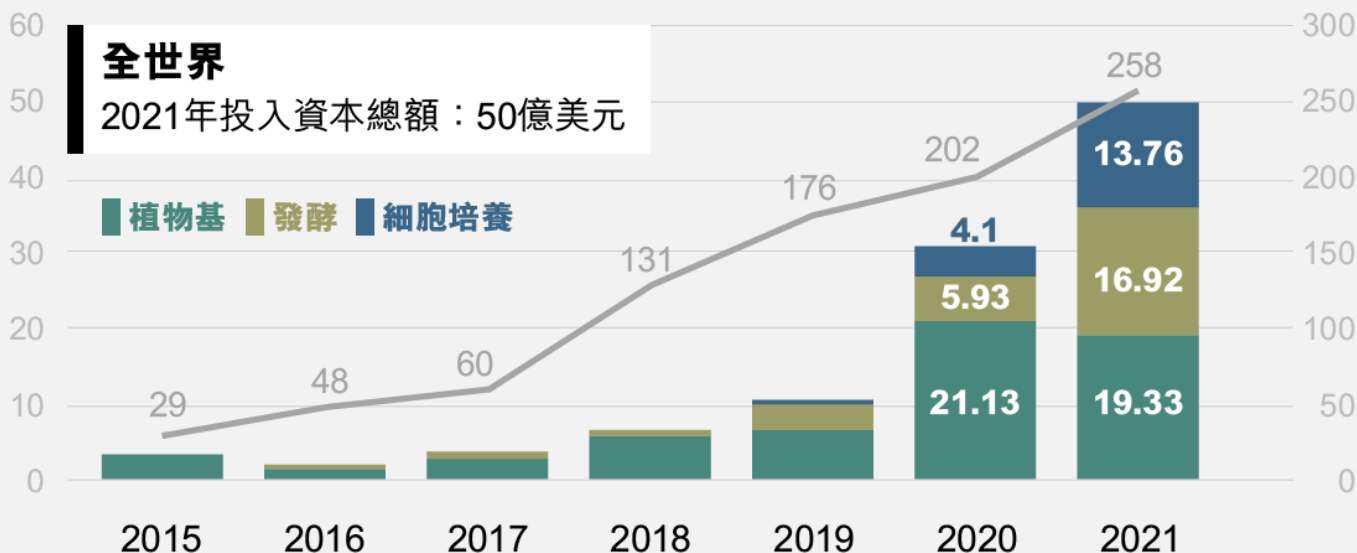
目前，已有技术团队制作出了菌丝体培根，但尚在探索阶段。而含有重组蛋白的发酵，由于改造细菌涉及基因工程，虽然这些细菌只参与催化，原料及产物均与基因工程无关，但不少地区对此仍有顾忌。目前，港美合资的Perfect Day就通过重组蛋白发酵生产出了无需奶牛的牛奶及冰淇淋等乳制品，但因各地相关政策审查不同，目前仅在香港和美国有售。

虽然全球在2021年有大量投资涌入发酵蛋白领域，其吸纳投资额度甚至几乎和植物肉平起平坐，但这些投资主要集中在北美和欧洲，亚太地区仍在起步状态。

2015年-2021年替代蛋白投資趨勢

投入資本（億美元）

交易數



註：以上數據尚未經PitchBook分析師審閱

資料來源：GFI對PitchBook數據的分析



端傳媒
Initium Media

在替代蛋白企业努力减低成本和价格的同时，也有研究团队认为，目前传统动物肉的市场价格并没有反应碳排放导致的生态成本，以团队所在的德国为例，若反应实际的碳排放成本，则牛排价格将增加146%，乳制品价格则增加91%，如此来看，实际价格就差距不大。

新的名字，新的标准，新的博弈

随著新形态食品的出现，食物检测的标准、甚至命名，都成了政府监管与各方博弈的一部分。

2021年，美国部分州的立法会提议限制如“肉”、“鸡肉”、“牛肉”等用词使用在植物肉制品的命名中，不过，这条标签法案并没有被通过。同年5月，欧洲撤回了拟限制植物奶使用乳制品术语的修订，但法国和比利时仍在讨论植物肉、植物海鲜的标识规定。

“植物肉本来是想对标肉，如果不能叫‘肉’的话，影响其实很大，”李佩莹说，“如果不能叫‘plant-based meat’，难道要说是‘植物挤压蛋白’吗？这样的命名对消费者来说教育成本是很高的，令他们无法想像使用的场景。”

品牌商们自然也认同这一点。OmniFoods其中一款产品就以“新猪肉”为名，希望消费者可以用猪肉的处理方式进行料理。No Meating一植肉在推广汉堡排时，甚至会用“比肉还肉”来形容。



由OmniFoods “新猪肉”所制作的焗猪扒饭。摄：林振东/端传媒

细胞培植肉的命名就更难了，毕竟，没有人会对“细胞培养”这样的生物术语产生食欲。但命名既是商家的自由度，但同时又关乎消费者的知情权，人们有权利知晓自己选购食物的来源。

最早有人曾提倡“清洁肉（clean meat）”，类似清洁能源（clean energy），强调培植肉生产过程与最

终产物的“清洁”——没有活体动物的参与，也不含细菌。后来逐渐衍生出培植肉（cultivated meat）、细胞基（cell-based meat）等说法，Koko在新加坡购买的培植肉食品则采用了“培植鸡肉云吞（Cultured Chicken Dumplings）”这样的命名方式。

“‘清洁肉’的‘清洁’其实带有主观描述，‘cultivated’则在英文中水产中也有用到，这样既可以相对透明地呈现生产方式，又没有太强调实验室的属性。”李佩莹说，目前全球大多数培植肉团队会倾向“cultivated meat”这个命名方式（中文常称为“培植”、“培养”等）。

与此同时，作为新的食品形态，培植肉及发酵技术蛋白均需要建构新的食物审核标准，由于使用的技术特别，究竟从药品部门监管还是从食品部门监管，都将是一个问题。

位于香港的Avant Meats就表示，一方面，包括他们在内的许多公司目前都仍在建设试点工厂的阶段，大家只在实验室进行小批量、小体积的生产以做演示；另一方面，目前只有新加坡这一个国家允许培植肉类的售卖，因此他们最先考虑进入的市场也是新加坡。在新加坡，相关标准主要由新加坡食品局（SFA）出台及制定。

新加坡之所以能够迅速制定出相关标准，与其地缘政治环境及自身资源有关，由于大豆、肉类等食物必需品均依赖进口，食物供给安全就成了其政策制定中极重要的一部分，与以色列一样，很多类似的初创公司因此得以在这两个地区进行孵化。

其他各国也加快了相关标准制定的进程。例如，日本细胞农业协会也连同工业、政府和学术界，启动了对培植肉监管规则的商讨；美国则成立了食品和药物管理局（FDA）、农业部（USDA）共同协作的跨机构工作组；英国计划对培植肉类创建一个独特的监管框架。

中国农业农村部在2021年12月将培植肉纳入“十四五计划”，规划蓝图，将其视为农业的“国家重点发展领域”，但尚未发布任何有关监管标准的文件。即使如此，不少初创公司已跃跃欲试，例如，中国最早开展培植肉研发团队之一“周子未来”就对端传媒表示，他们预计2024年进入中国消费者市场。

尾声 “提倡素食是西方植物肉公司的阴谋！”

2020年年初，不可能食品CEO在面对《纽约时报》采访时表示，“中国人每吃一块肉，亚马逊雨林就冒一股烟”，一语掀起中国大陆的舆论风波。

2021年，大陆官媒《环球时报》又发文指“借环保非议‘中国人吃肉’”是“西方的伪善”，并将美国牛肉消费量与中国做对比，认为发达国家的肉食消费对环境影响更大。

除了捆绑意识形态的混战，植物肉兴起的近年来，由于多使用“健康”、“高蛋白”、“低脂”等用语在东亚推广，民间也常围绕其是否为“中产的伪善”、“为何不直接吃素”等争论不休。

诚然，开发替代蛋白产品的初衷是替代现有的肉类生产链条，使食用肉不再依赖碳排放过高、常发生抗生素等药物滥用的畜牧业。但与此同时，可承受的价格、透明的检验标准、更好的口感、与消费者之间的沟通和信息普及，同样考验著试图掀起肉食革命的厂商们。

此外，受访端传媒的企业均提到，疫情与国际局势打断的原料供给链，也令他们步履维艰。

我们与未来肉的距离有多远？答案似乎要拨开技术、资本、饮食文化与政治政策等层层关隘才能一点点浮现。