

新质蛋白行业研究

重塑蛋白生产方式，开启万亿新赛道

2026年03月

CEC CAPITAL
易凯资本有限公司



目录

01 新质蛋白行业背景

02 食品应用

03 农业应用

04 大健康应用

05 工业应用



目录

01 新质蛋白行业背景

1.1 产业全景：国内新质蛋白产业链日趋完善，下游应用产业发展迅速

1.2 新质蛋白的分类和潜在应用场景

1.3 国家战略：新质蛋白对保障国家粮食安全具有战略价值

1.4 全新机会：向微生物要蛋白，颠覆传统蛋白生产方式

1.5 多重因素推动新质蛋白行业

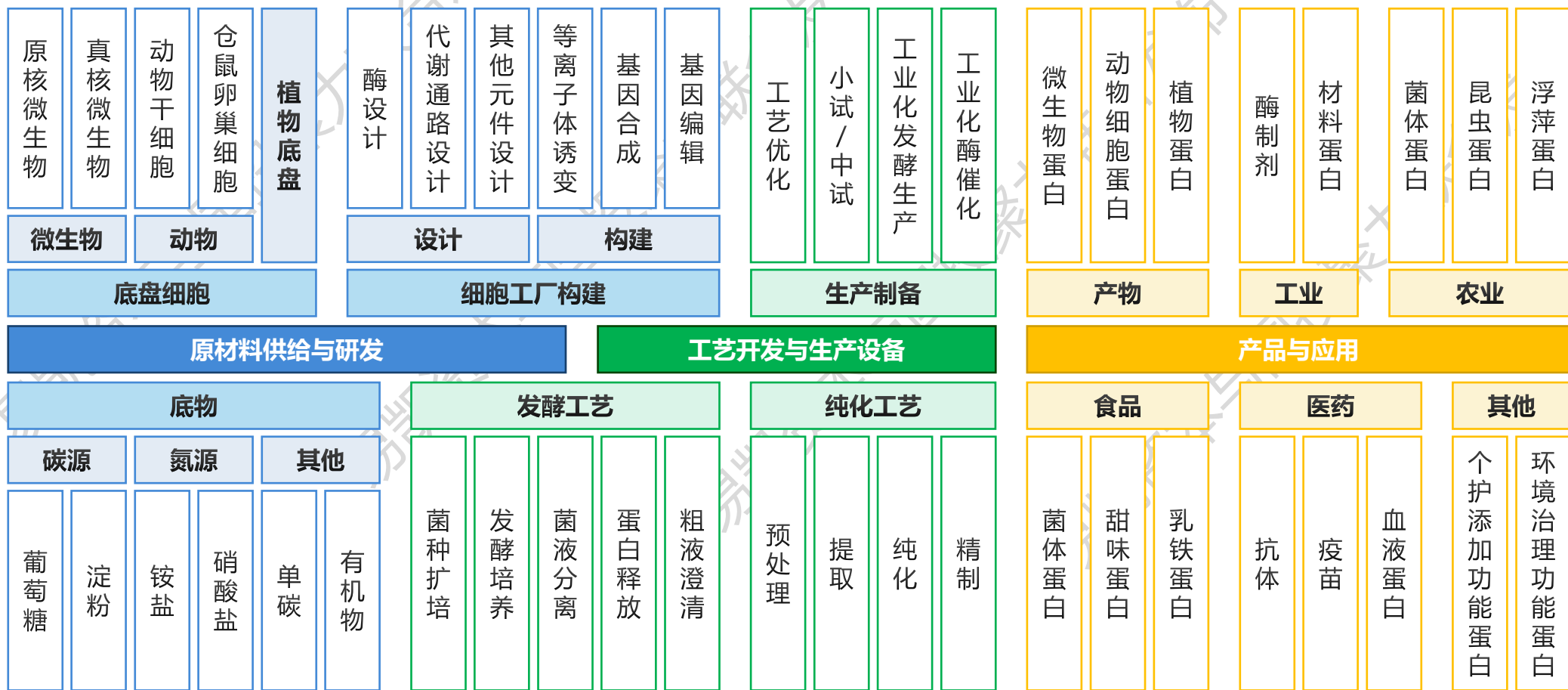
1.6 政策导向&国家队动作

1.7 中国蛋白供需缺口加剧：食品领域是最直接的承接场景




1.1 产业全景：国内新质蛋白产业链日趋完善，下游应用产业发展迅速

- 新质蛋白的定义：**通过非传统畜牧业或渔业方式（如微生物发酵、合成生物学、细胞培养等）高效合成的蛋白。目的是替代传统动物源性蛋白（如肉类、乳制品），满足健康、可持续发展的需求。**国内新质蛋白产业链日趋完善，新蛋白企业数量持续稳定增长，下游应用产业发展迅速。**



1.2 新质蛋白的分类和潜在应用场景

- 为满足不同终端场景的营养、结构与功能需求，新质蛋白正沿多条技术路径演进，形成营养型、材料型、医药型等多元化产品体系。各类新质蛋白在原料来源、技术壁垒、可持续性和应用领域方面呈现出显著差异，构成未来高价值蛋白市场的关键支撑。

	蛋白示例	核心应用	技术路线	代表企业
营养型	乳铁蛋白、乳清蛋白、α-乳白蛋白等	婴配粉、功能性食品等	通过酵母等工程菌精密发酵，或者通过编辑后的植物提取	  
材料型	蛛丝蛋白、贻贝粘蛋白、角蛋白、弹性蛋白等	高强度纤维、修复材料、生物医用材料等	通过酵母等工程菌精密发酵	  
医药型	重组胶原、抗菌肽、干扰素等	疾病治疗、免疫增强等	通过酵母等重组表达	  
饲用型	微生物蛋白、昆虫蛋白、微藻蛋白等	宠粮、水产饲料	农业副产物转化为主	 

1.3 国家战略：新质蛋白对保障国家粮食安全具有战略价值

- **紧迫程度**：长期以来我国面临蛋白质短缺问题，**传统养殖业、种植业获得蛋白的方式受制于可耕种土地面积**，而我国人均土地面积明显低于世界平均水平。
- **战略意义**：**新质蛋白**改变了传统蛋白生产模式，有望发展出**颠覆性、前瞻性产业**，兼有绿色和可持续发展特征，**对保障国家粮食安全具有战略价值**。



耕地资源受限

蛋白质来源受制于可耕地土地面积



粮食自给率低

依赖进口造成国家粮食安全漏洞



习总书记提出树立“大食物观”⁶

2022年3月全国两会期间，习近平总书记指出：要树立大食物观，发展生物科技和生物产业，**向植物、动物、微生物“要热量”、“要蛋白”**。

2024年9月，国务院办公厅出台《关于践行大食物观构建多元化食物供给体系的意见》⁷：

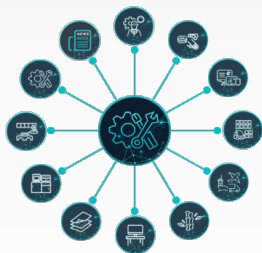
- 多元化食物供给体系
- 满足健康长寿需求
- 可持续发展与环保
- 资源循环永续利用

1.4 全新机会：向微生物要蛋白，颠覆传统蛋白生产方式

生产方式革新

传统
农牧业
粗犷型
生产模式

现代
工业
精细型
生产模式



各种不稳定
因素影响
季节周期性

自动化、智能化、
规模化等
全天候

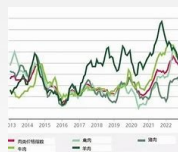
生产效率突破



几十甚至几百倍的高效生产



大豆供应



价格波动



动物疫病

微生物蛋白质可持续、稳定供应

环境保护受益



更低碳排：动物养殖造成全球18%的温室气体排放，是单一最大排放源。与牛肉的养殖与加工相比，真菌蛋白质的规模化生产过程可减少94%的温室气体排放，实现更低碳排的生产方式。



更可持续：与传统畜牧业与农业相反，新质蛋白几乎不受气候或地理位置的影响，可以全年365天生产。磨米生物的微生物蛋白生产过程可节省99%的土地和97%的水，生产方式更可持续。

促进环境保护

1.5 多重因素推动新质蛋白行业发展

01 全球营养结构转型的需求

随着全球人口增长、城市化加速以及中产阶级扩大，全球对蛋白质的需求持续增长。据联合国粮农组织（FAO）预测，到2050年，全球对蛋白质的需求将增加近70%。传统动物蛋白的供应难以满足这一增长，同时带来碳排放、水资源消耗等环境问题。因此，需要开发更可持续、更高效的新型蛋白来源。

02 气候变化与资源压力推动革新

传统畜牧业是甲烷等温室气体的主要来源之一，占全球农业碳排放的约40%。相比之下，微生物发酵蛋白、昆虫蛋白、重组蛋白等“新质蛋白”具有碳足迹小、土地和水资源占用低等优势，是实现“双碳”目标和应对资源危机的重要手段。

03 科技进步催生蛋白制造变革

近年来，合成生物学、细胞工程、发酵工程等技术快速发展，推动蛋白质制造从“养殖-提取”向“设计-制造”转变。精密发酵、细胞培养等技术使得新质蛋白可实现定向氨基酸谱设计、功能强化和高效产出，成为生物制造新方向。

04 消费者健康意识提升

新一代消费者，尤其是Z世代，更关注蛋白的来源、营养质量和健康价值。新质蛋白往往富含优质氨基酸、低过敏性、可实现个性化营养设计，满足从运动营养、老年营养到特殊医疗食品等多场景需求。

1.6 政策导向&国家队动作

- 近年来，我国也出台了相关政策助力新质蛋白领域的发展，《“十五五”规划纲要》两次提到生物制造，要求推动生物制造成为新的经济增长点，采取超常规措施推动生物制造等重点领域关键核心技术攻关取得决定性突破。

中国政策支持与监管进展

战略层面支持

- 《2025政府工作报告》：因地制宜发展新质生产力，培育生物制造等未来产业；
- 《“十五五”规划纲要》两次提及：推动生物制造等成为新的增长点；采取超常规措施全链条推动生物制造等重点领域关键核心技术攻关取得决定性突破。
- 2025年，国投生物制造创新研究院联合江南大学未来食品科学中心、无锡政府和无锡高新区共同打造国投新质蛋白生物制造创新中心，瞄准新质蛋白技术的创新孵化；同时，国投与江南大学共同推动成立新质蛋白专业委员会，促进新质蛋白产业发展。

监管机制（法规层面）

- 新食品原料审批制度：由国家卫健委主管，已有乳铁蛋白、裂壶藻等产品进入审批流程，审批周期较长（约2-3年），但行业热度提升推动机制逐步透明化；
- 涉及多监管部门（卫健委、市场监管总局、农业农村部等），需注意产品类型归类（如食品添加剂、功能食品、保健品原料等）。

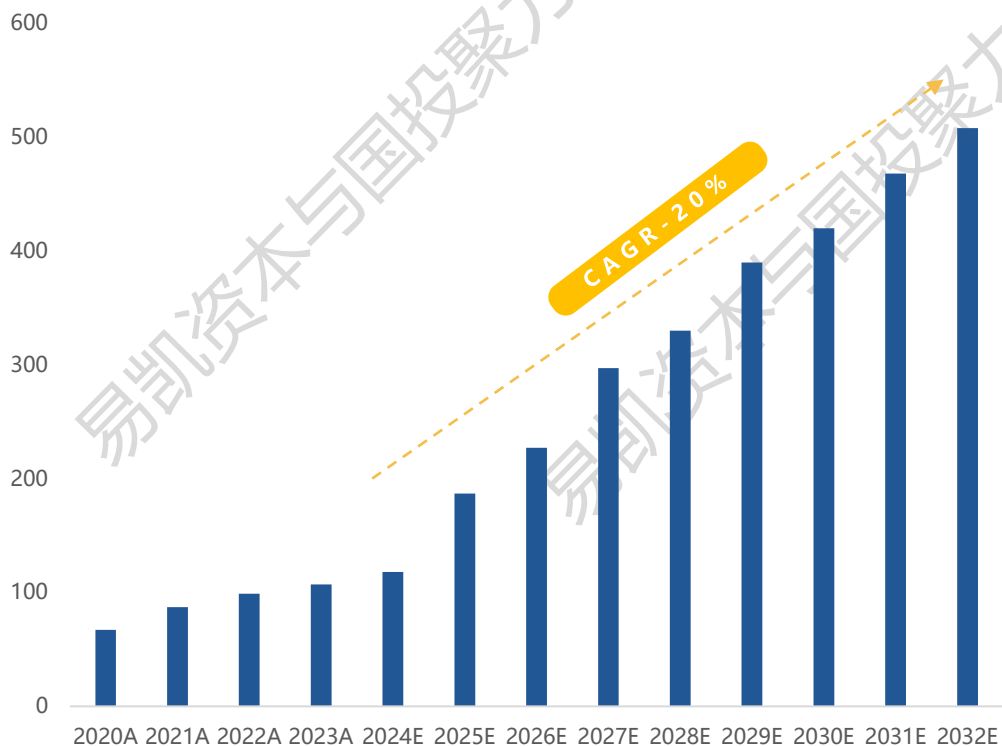
海外政策情况与行业参考

国家	时间	政策行动	主要内容
英国	2021年	《生命科学愿景》	提到英国已在合成生物学领域投资约4500万英镑，并计划制定相关技术路线图，为建立世界领先的合成生物学产业所需的行动提供建议，同时将不断加大对合成生物学初创企业的投资力度
澳大利亚	2021年	《国家合成生物学路线图：确定澳大利亚的商业和经济机会》	制定2021-2040年推进合成生物学应用的远景规划：短期提升应用能力，中期推动商业化发展，长期重点发展由市场决定的合成生物学优先应用方向，实现相关产业规模化增长的发展路线图。指出合成生物学或将成为经济发展重要驱动力
美国	2023年	《美国生物技术和生物制造的明确目标》	提出20年内用生物基替代品取代塑料和商业聚合物，取代90%以上塑料；通过合成生物学等方式扩大细胞疗法规模，将制造成本降低90%；7年内减少农业甲烷排放30%
美国	2024年	《2024年合成生物学推进法案》	指示美国农业部建立国家合成生物学中心，为研究人员与美国行业合作伙伴提供平台；该中心需向特定土地授予大学提供赠款，优先资助微生物群落、基因编辑等领域研究
韩国	2025年	《合成生物学促进法》	制定五年期国家战略计划，具体举措包括设立国家研发项目与研究中心、建设和运营生物制造基础设施（如生物工厂）、加强人才培养合作等

1.7 中国蛋白供需缺口加剧：食品领域是最直接的承接场景

- 中国蛋白供需缺口加剧，食品领域是最直接承接场景。替代蛋白作为蛋白补充产品逐步走入大众的视野，国内替代蛋白市场将保持较快速度增长，**预计2032年市场规模达到508亿元**。据波士顿咨询（BCG）数据，**预计2035年替代蛋白会占到全球蛋白质消费的11%-22%**。

中国替代蛋白市场规模测算（亿元）



承接场景与产品创新趋势

 蛋白饮品	<ul style="list-style-type: none">诉求：轻便、高蛋白、非动物来源案例：Oatly Protein、Perfect Day联名款、国内如ffit8
 乳制品替代	<ul style="list-style-type: none">诉求：无乳糖、高蛋白、口感接近通过精密发酵乳清 / 酪蛋白实现风味和营养弥合
 代餐与蛋白零食	<ul style="list-style-type: none">诉求：轻营养 + 功能成分（益生元、膳食纤维、抗疲劳肽）新质蛋白提高蛋白含量同时改善风味和质构
 婴幼儿与特殊营养食品	<ul style="list-style-type: none">国家管控最严格，但也是功能蛋白溢价最高的赛道如乳铁蛋白母乳增强、神经发育蛋白支持等

02 食品应用

2.1 新质蛋白在食品领域应用多元，合成生物学发挥核心作用

2.2 微生物蛋白：极具潜力，解决食品蛋白缺口困境

2.3 食品替代蛋白其他承接场景

2.4 乳蛋白：另一代表性的大宗食品蛋白，中国大量依赖进口

2.5 乳清蛋白：新一代高价值食品原料的崛起

2.6 酪蛋白：乳制品中最主要的结构型蛋白之一，具备放量潜力

2.7 乳铁蛋白：高附加值、强延展性的新质蛋白“尖端角色”

2.8 甜味蛋白&减盐蛋白：顺应低糖低盐的健康新趋势

2.9 食品新质蛋白企业应具备的三大核心竞争力



2.1 新质蛋白在食品领域应用多元，合成生物学发挥核心作用

- 新质蛋白发展面临蛋白优质、营养丰富、质构拟真、风味优良、色泽相似等高品质问题的挑战，此外，不同类型的新质蛋白具有各自的特点，相关产品的生产也面临着一些具体的技术瓶颈与挑战，合成生物学技术在应对新质蛋白开发中的技术挑战方面发挥了核心作用。



除植物蛋白、微生物蛋白、动物细胞培养蛋白外，还有一些其他来源的新质蛋白，包括藻类蛋白、昆虫蛋白等，其可持续的生产方式备受关注，但在应用层面的主要制约因素还是技术和成本问题。

2.2 细分赛道：微生物蛋白是极具潜力的新质蛋白

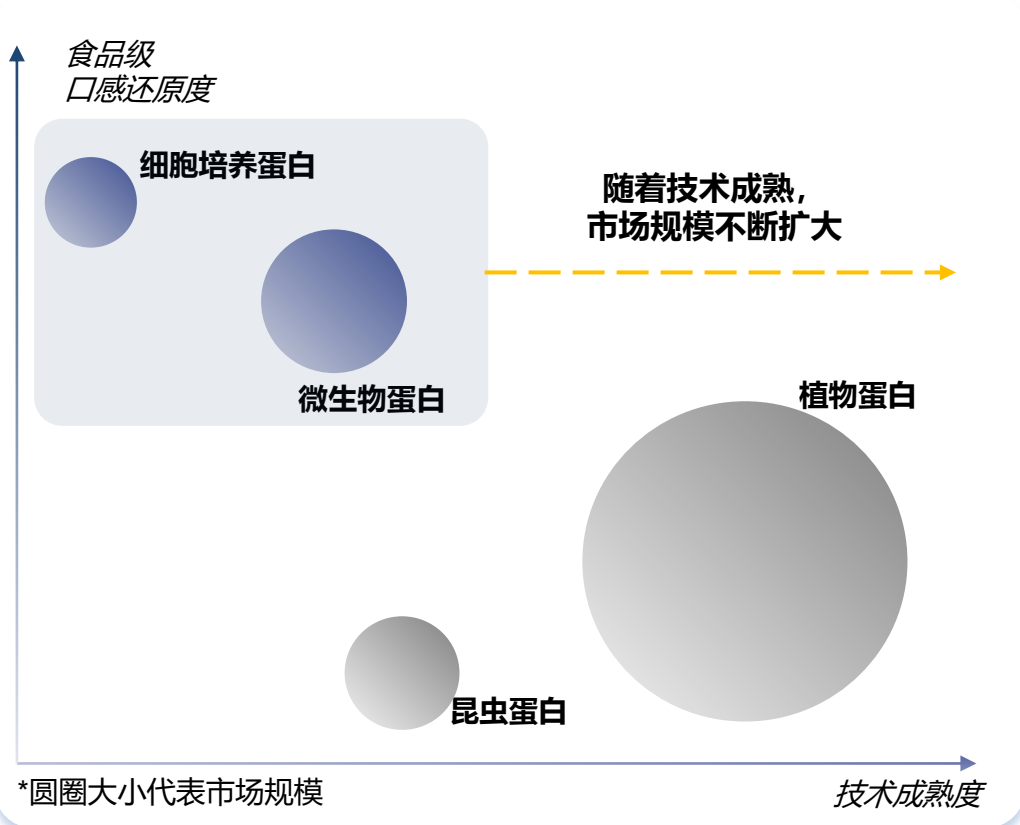
- **新质蛋白**：新质蛋白是以植物、动物细胞、微生物等为生产材料，通过合成生物等生物技术生产蛋白；
- **最优选择**：微生物蛋白具有：1) 生产效率高成本低，适合工业化大规模生产；2) 营养价值丰富；3) 资源依赖性低等特点，极具应用潜力。

	定义	营养价值 ¹	商业价值 ²	量产能力 ³
 <p>替代蛋白方案</p>	<p>植物蛋白</p> <ul style="list-style-type: none"> 以大豆、豌豆等植物蛋白为原料，通过化学分离提取蛋白后，经加工制得的人造蛋白质 	<p>★</p> <p>营养有限</p>	<p>★ ★</p> <p>口感风味欠佳</p>	<p>★ ★</p> <p>未摆脱大豆依赖</p>
	<p>微生物蛋白</p> <p>最佳方案</p> <ul style="list-style-type: none"> 利用真菌、细菌、微藻等微生物，将葡萄糖、淀粉、农业废料、二氧化碳等转化为蛋白质 	<p>★ ★ ★</p>	<p>★ ★ ★</p>	<p>★ ★ ★</p>
<p>真菌类底盘是目前微生物蛋白主流表达平台，其所生产的蛋白产品具备营养、商业、量产优势</p>				
	<p>细胞蛋白</p> <ul style="list-style-type: none"> 利用生物组织培养技术从动物体中提取特定类型的细胞，在培育中形成肌肉组织 	<p>★ ★ ★</p> <p>营养丰富均衡</p>	<p>★</p> <p>培养基成本高</p>	<p>★</p> <p>培育周期超长</p>
	<p>昆虫蛋白</p> <ul style="list-style-type: none"> 以黄粉虫、黑水、蝗虫、蟋蟀等昆虫为原料，从其各个生长阶段中提取蛋白质 	<p>★ ★ ★</p> <p>营养丰富均衡</p>	<p>★</p> <p>口感风味欠佳</p>	<p>★</p> <p>市场接受度低</p>

2.2 细分赛道：微生物蛋白是解决食品蛋白缺口困境的最佳方案之一

- 替代蛋白中，微生物蛋白和细胞培养蛋白在食品属性上占据更大的优势，市场规模有望到达百亿级；
- 根据BCG预测，2035年全球微生物蛋白需求量有望以超50%的CAGR增长至2200万吨，占据替代蛋白消费量的23%。

微生物蛋白及细胞培养蛋白属性更优



















微生物蛋白按技术路径分类

技术路线分类	生物质发酵	精密发酵
技术原理	依靠微生物繁殖速度和蛋白质含量，直接以微生物本身作为蛋白原料	通过基因编辑生产特定功能的蛋白质成分
产物	微生物菌体蛋白	微生物功能蛋白
应用	动物源肉类、乳制品替代	功能营养品、食品添加

- 酵母、丝状真菌和微藻为目前微生物蛋白主流表达平台：生物质发酵的底盘微生物直接作为菌体蛋白食用，因此要求蛋白营养且口感好；精密发酵的底盘微生物需具有基因可编辑、蛋白翻译后修饰可控等特征，酵母菌、丝状真菌以及微藻较为契合以上条件，为目前主流的表达平台；
- 各类底盘细胞中，酵母性质优越，应用最为广泛：酵母菌食用历史悠久，消费者接受度较高；针对精密发酵，酵母菌的技术成熟度较高，如ImpossibleFoods的血红蛋白、TheEveryCompany的蛋清蛋白、国科星联的乳铁蛋白等均依托改良酵母进行生产。

2.2 微生物蛋白按表达平台分类对比

	真菌			微藻	细菌
	酵母	丝状真菌	大型真菌		
生产效率	生长快，蛋白质含量约30-50%，编辑技术成熟可用于生产功能性蛋白	生长速度较慢，发酵和组织化加工难度高	生长速度慢	蛋白质含量约60-70%，生长快，光合作用效率高	氢氧化细菌快速固定CO ₂ ，吸收氮合成蛋白质，产率高
经济性	糖类及副产物为底物，工艺成熟，成本低	底物适应性广，能耗适中，工业化经验有限，整体成本中等	设施投入大，周期长，产能有限	需光照控温，能耗高，但具备固碳、固氮价值	生长快、转化率高，可用废弃物作底物，但无菌与合规成本较高
消费者接受度	■■■■	■■■□	■■■■	■■■□	■□□□
风味	■■■□	■■■□	■■■■	■□□□	■■□□
营养性	■■■□	■■■□	■■■□	■■■■	■■■□
代表企业	   	   	  	  	 

2.3 微生物蛋白多元化应用场景

微生物蛋白多元化消费场景



三蛋白虾片

- 一包虾片含16.2克蛋白质和7.3克膳食纤维的“营养卷王”，其中马克斯克鲁维的酵母蛋白含量>15%



ffit8燕麦蛋白曲奇饼干

- 曲奇饼干正是以马克斯克鲁维微生物蛋白作为关键原料之一



酵母蛋白粉蛋白固体饮料

- 品牌在推出酵母蛋白粉系列产品的的基础上，又于2024年推出了果汁饮料和软糖两款添加酵母蛋白的产品



酵母蛋白薯片

- 好丽友旗下的Dr.You系列在韩国市场推出了一款添加酵母蛋白的薯片，以大豆和酵母蛋白为主要蛋白原料。



牛轧糖蛋白棒

- 产品采用了酵母蛋白，具有制备工艺成熟、氨基酸配比合理、性价比高、生产效率高、缓释吸收易消化、口味好等优势

2.4 乳蛋白：另一代表性的大宗食品蛋白，中国大量依赖进口

- 乳蛋白又称牛奶蛋白，主要成分为酪蛋白(80%)、乳清蛋白(20%)，它能够为人体提供人体所必需的18种氨基酸。由于工艺以及成本原因，我国乳蛋白大量依赖进口，进口额高达9.3亿美元，其中乳清蛋白的进口依赖度高达65%。

单位：吨

品名	2024年12月进口额	去年同期	当月变动	同比去年	2024年1-12月合计	2023年同期	年度增长 vs2023	2022年同期	年度增长 vs2022
牛奶	31,948.4	44,588.3	-12,639.9	-28.3%	358,961.9	475,587.9	-24.5%	624,045.4	42.5%
稀奶油	27,959.4	23,313.8	4,645.6	19.9%	288,265	264,249	9.1%	255,249.7	12.9%
脱脂奶粉	26,086.9	18,353.7	7,733.2	42.1%	228,797	346,799.9	-34.0%	335,382.6	31.8%
全脂奶粉	43,128.7	20,456.8	22,671.9	110.8%	409,668.5	430,724.6	-4.9%	699,418.8	41.4%
黄油	12,882.6	9,299	3,583.6	38.5%	104,904.7	92,632.7	13.2%	101,445.5	3.4%
无水奶油	4,119.2	3,860.6	258.6	6.7%	31,205.9	37,929.9	-17.7%	41,669.7	-25.1%
奶酪	17,865.1	15,325.6	2,539.5	16.6%	172,112.72	178,139.25	-3.4%	145,480.5	18.3%
乳清	14,506.2	55,926.8	6,659.6	11.9%	645,497.4	655,754.2	-1.6%	599,044.6	7.8%
乳糖	14,506.2	12,314.8	2,191.4	17.8%	152,222.6	182,215.4	-16.5%	126,601.9	20.2%
酪蛋白类	594.1	2,875.1	-2,281	-79.3%	18,025.8	21,100.8	-14.6%	15,720.4	14.7%
酪蛋白酸盐	3,194.6	2,544.3	650.3	25.6%	30,344.3	21,114	43.7%	21,106.7	43.8%
浓缩乳清蛋白	4,226.1	2,408.7	1,817.4	75.5%	39,451	32,831.9	20.2%	35,981.7	9.6%

2.5 乳清蛋白：新一代高价值食品原料的崛起

- 乳清蛋白是乳制品中最易吸收、应用最广的功能性蛋白，传统来源于奶酪副产物乳清。随着精密发酵和合成生物技术的发展，重组乳清蛋白正在成为新质蛋白赛道商业化最领先的产品之一，广泛应用于运动营养、代餐、婴配粉、老年营养等多个高价值食品领域。

营养与风味兼备，乳清蛋白引领精密发酵应用破局

运动营养

乳清蛋白富含支链氨基酸（BCAA），有助于肌肉合成与恢复。其在蛋白粉、即饮蛋白饮料等品类中占据主导地位。

代餐营养

具备高饱腹感和优质蛋白质密度，常用于代餐棒、代餐奶昔等。相比植物蛋白，其风味更柔和，乳感更强，有助于提升消费接受度。

特殊人群营养

乳清蛋白中的α-乳白蛋白与母乳蛋白结构相似，易于消化吸收，广泛应用于婴配粉和老年蛋白粉等高端营养产品。

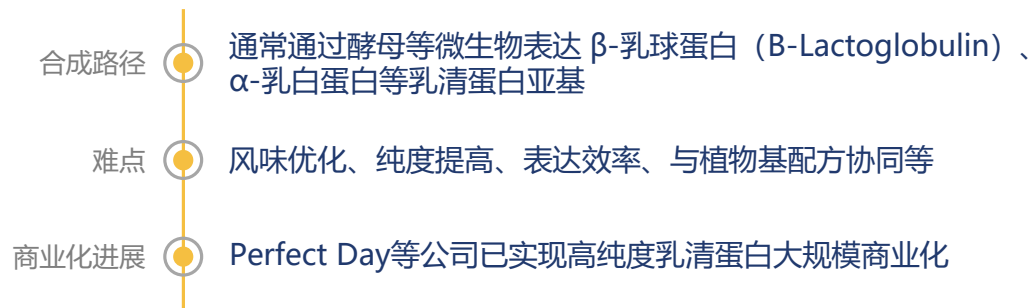
非动物源乳制品

通过精密发酵获得的乳清蛋白可赋予植物基乳制品接近动物乳的口感和质构。其在起泡性、乳化和风味还原上具有显著优势。



- 乳清蛋白是目前唯一实现大规模C端产品上市的新质蛋白，Perfect Day等企业通过重组表达β-乳球蛋白，已成功推出冰淇淋、奶昔、蛋白饮品等商业产品，并获得美国FDA GRAS认证，已被广泛用于高蛋白食品，消费者认知门槛低；
- 和高价值场景适配，运动营养、功能食品、母婴/老年等场景毛利空间高、品牌粘性强；
- 重组乳清蛋白的风味仍待优化、成本控制需进一步下降，且中国法规仍在认定阶段，是目前的主要阻碍。

乳清蛋白产业化路径日渐清晰



公司	产品
PERFECT DAY	全球首家实现GRAS认证和大规模上市，已合作推出冰淇淋、奶昔、咖啡奶等多个消费品
VIVICI	通过酵母表达不含动物成分的β-乳球蛋白，已获准在美国销售
remilk	重组乳清蛋白2023在新加坡批准上市，可用作牛奶替代

2.6 酪蛋白：乳制品中最主要的结构型蛋白之一，具备放量潜力

- 酪蛋白是乳制品中最主要的结构型蛋白之一，**占牛奶蛋白约80%**。随着合成生物技术的发展，重组酪蛋白正在成为乳制品替代和精密发酵产业中具备放量潜力的代表性大宗蛋白，兼具营养性与结构功能性。

精密发酵酪蛋白市场处于早期

	动物提取	精密发酵
来源	天然存在	酵母合成
组成结构	天然酪蛋白胶束	可重组表达 α/β 及其他特定酪蛋白
生产方式	畜牧+巴氏消毒	精密发酵+分离纯化
污染	■■■	■□□
成本	■□□	■■■
风味与质构	天然乳感风味	和天然有差距
监管审批	已广泛使用	需逐个申报
商业化程度	供应链完全成熟	尚处于早期

- 精密发酵酪蛋白在可持续性与功能结构可控性上具有显著优势，**但当前成本、审批与消费者接受度仍待进一步突破。**

市场规模与市场玩家

公司	产品
 昌进生物	推出类奶油、类芝士、0乳源冰淇淋等系列产品
 NEW CULTURE	与Pizza连锁品牌合作推出奶酪产品
 THOSE VEGAN COWBOYS	精密发酵衍生的蛋白质制成的奶酪

全球酪蛋白市场规模 (亿美元)



- 新质酪蛋白企业则聚焦于“植物基 + 零动物 + 高结构功能”的奶酪替代应用场景，**正在通过技术迭代与品牌合作快速推进商业化。**

2.7 乳铁蛋白：高附加值的乳蛋白新贵，新质蛋白赛道中的“尖端角色”

1

人体的第一道防线，适用于全年龄段的活性原料

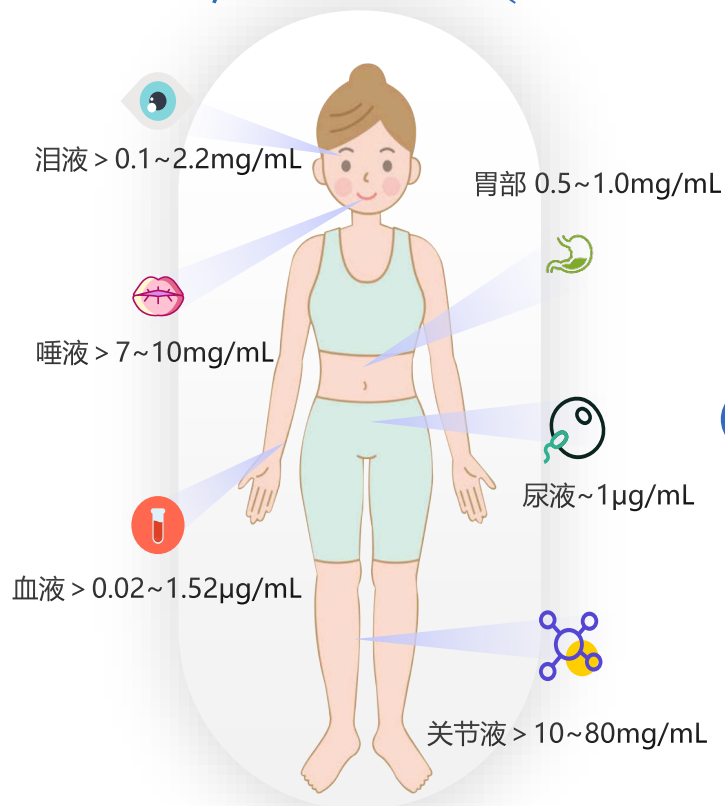
- 只要有黏膜，会产生分泌液的地方就有乳铁蛋白。
- 在肠道中有抗病毒感染、促进细胞生长、促进肠道菌群健康、增强机体免疫力、保护神经健康等作用。
- 可作为皮肤/黏膜屏障，起到杀菌、抗炎等作用。

3

下游应用市场巨大，乳铁蛋白具有极大市场潜力

- 核心乳铁蛋白配方下游应用涵盖：
婴童食品、保健品、液体乳、宠物营养补充剂等场景。

人体中乳铁蛋白含量



2

乳铁蛋白有望成为活性益生菌的下一代产品

- 在人体内构建更健康、平衡的微生物体系。
- 2023年，Turtle Tree推出世界首款发酵生产乳铁蛋白，并获美国FDA-GRAS认证。
- 从医用级到食品级，展现糖蛋白的新应用方向。

4

生物合成是功能活性糖蛋白最佳生产方法

- 难以被有效提取，生物合成可做到精准稳定合成糖蛋白，并“复刻”其在人体内的功能活性。
- 相比动物源的提取更高效、更精准、更环保。

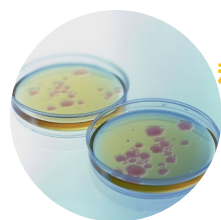
2.7 乳铁蛋白：精密发酵表达重组可大幅提高生产效率，打破供应掣肘

- 乳铁蛋白凭借其免疫调节、抗炎、抗菌等多重功能，正广泛应用于食品保健、宠物营养与医疗健康等多个高附加值场景，展现出强劲的产业延展性。
- 尽管传统乳铁蛋白产品已有成熟应用，但重组乳铁蛋白仍面临法规认定与成分安全审批的关键门槛，亟待新技术路径推动放量突破。

精密发酵生产重组乳铁蛋白可突破动物提取限制



精密发酵



利用大肠杆菌、酵母或霉菌发酵
直接得到重组乳铁蛋白



1立方米发酵罐可替代8亩牧场产能，生产周期约3-4天

乳铁蛋白企业化进程进入“落地验证”关键阶段

- 精密发酵乳铁蛋白已从实验室阶段逐步迈向市场化验证，各类企业正通过产品发布、合规申报与技术放大加速产业落地。

helaina

2019年成立

- 宣称人乳铁蛋白等效成分Effera™*已进入工业规模生产；
- 已完成Self-GRAS认证；FDA-GRAS申报中，FDA对其乳铁蛋白中酵母独有的糖基化结构表示展现高度关注

TurtleTree

2019年成立

- 2023年3月推出第一款精密发酵生产的牛源LF，于同年11月完成美国Self-GRAS认证；
- 后续于2025年5月进一步获得FDA-GRAS认证

all g.

2020年成立

- 2024年11月，All G的牛乳铁蛋白完成Self-GRAS认证；
- 计划与食品和饮料公司共同开发成人营养产品，而婴儿配方奶粉的上市则需要获得额外的监管批准

国科星联
CAStar Foods

2021年成立

- 牛乳铁蛋白与人乳铁蛋白已进入试生产阶段，已启动国内外市场准入资质的申报；
- 搭建AI驱动的糖蛋白平台，拥有领先的糖基化改造能力

NewPro

2024年成立

- 牛乳铁蛋白已申报美国Self-GRAS认证；
- 已经在部分动物营养健康应用客户中展开测试，2025年起布局产能建设

2.7 乳铁蛋白：功能极具延展性，重组乳铁蛋白仍需突破法规限制

- 乳铁蛋白凭借其免疫调节、抗炎、抗菌等多重功能，正广泛应用于食品保健、宠物营养与医疗健康等多个高附加值场景，展现出强劲的产业延展性。
- 尽管传统乳铁蛋白产品已有成熟应用，但重组乳铁蛋白仍面临法规认定与成分安全审批的关键门槛，亟待新技术路径推动放量突破。

营养与风味兼备，乳清蛋白引领精密发酵应用破局



食品保健品

- 乳铁蛋白在免疫力增强、抗炎、促进铁吸收方面有显著作用
- 典型的应用场景包括婴幼儿奶粉、功能性食品、特医食品等



宠物食品

- 乳铁蛋白能够提高幼宠免疫力、促进肠道健康、辅助抗病恢复
- 适用于功能性宠物食品与营养补充剂



医美日化

- 乳铁蛋白具备抗菌抗炎、调节皮肤微生态等特性
- 适合用于个人护理和功能性护肤品如牙膏、口腔喷雾等产品中



医疗健康

- 作为天然免疫蛋白，具备辅助抗感染、抗炎抗氧化等潜在功能
- 正被研究用于癌症检测、神经退行性疾病等领域

传统乳铁蛋白已有成熟产品，但重组乳铁蛋白法规仍需突破

01 产品



Mag宠物乳铁



诺培美乳铁蛋白牙膏



Inne儿童乳铁

官方核准的牛乳铁蛋白应用于食品中预期用途和最大使用量 (mg/100g)

类别	最大使用量 (中国)	最大使用量 (美国)	最大使用量 (欧盟)
婴儿配方奶粉	100	100	200
奶粉	-	400	330
发酵乳、酸奶	100	100	80
调制乳	100	-	-
含乳饮料	100	-	-
牛奶甜点	-	200	130

02 审批

- 中国现阶段尚未出台任何关于重组乳铁蛋白在食品领域的使用标准和政策；
- 2023-2024年，新加坡公司Turtle Tree和澳大利亚公司All G先后获得重组牛乳铁蛋白self-GRAS认证，其中Turtle Tree于2025年5月获得FDA的正式GRAS认证。
- 美国Helaina获得重组人乳铁蛋白self-GRAS认证，并于2024年8月向FDA提交了申报材料及临床报告，FDA对蛋白糖基化结构展现高度关注。

2.8 甜味蛋白&减盐蛋白：顺应低糖低盐的健康新趋势

- 甜味蛋白具有高甜度、低热量、安全性高等优点，大部分甜味蛋白摄入后不参与机体代谢，因此特别适合特殊人群（如肥胖症、糖尿病患者等）食用，是甜味剂的重要潜力品种。海外包括Oobli、Amai Proteins等公司都致力于推进甜味蛋白的商业化。
- 减盐蛋白为通过酶解、发酵等技术进行蛋白改性的蛋白，能增强咸味感知、放大鲜味，健康有效地实现“减钠不减咸”的“科学减盐”目标。

甜味蛋白：甜味剂潜力股，合成生物技术有望突破使用限制

名称	天然植物来源	甜度	其他特点
Thaumatococcus 索马甜	非洲竹竿	蔗糖的5500-8000倍	酸性条件下热稳定性好
Brazzein 布拉珍	Pentadiplandra Brazzeana	蔗糖的2000倍	水溶性、热稳定性、pH值稳定性较好
Monelin 莫奈林	Dioscoreophy Llum Cummitasii	蔗糖的3000倍	受温度和pH值影响大
Curculin 仙茅蛋白	Curculingo Latifolia	蔗糖的2000倍	对热敏感，可将有机酸变甜
Mabinlin 马槟榔甜蛋白	Cappari Smasaikai Levi	蔗糖的400倍	热稳定性较好
Pentadin 培它丁	Pentadiplandra Brazzeana	蔗糖的500倍	非天然形态的交联布拉珍分子
Miraculin 奇异果蛋白	Richadelladulcifa Baehni	/	无甜味，遇酸性物质后可以改变人的味觉
Neoculin	Curculingo Latifolia	蔗糖的500倍	有味道修饰的功能

- 甜蛋白目前主要是从天然植物中提取，存在原料产地限制、产量低、提取成本高、稳定性较差等限制；
- 合成生物技术有望通过改造后的工程菌株生产索玛甜、布拉珍、莫奈林等甜味蛋白，突破原料限制。美国Oobli公司通过发酵生产的布拉珍已获得美国FDA认证。

减盐蛋白：低盐饮食背景下的创新研究

- 据WHO统计，每年有189万人的死亡与钠摄入过多有关，减少钠摄入是改善健康和减轻非传染性疾病负担最具成本效益的措施之一。
- 减盐蛋白有望成为低盐饮食背景下的重要突破，但目前还在科研探索阶段，产业应用尚不成熟。

WHO	《低钠盐替代品使用指南》	到2030年，WHO成员国将全球钠摄入量减少30%
中国	《“健康中国2030”规划纲要》	2030年全国人均每日食盐摄入量降低20%
中国	《中国食品工业减盐指南》	2027年争取达到加工食品平均钠含量水平减少约5%-10%，到2030年进一步减少5%-10%

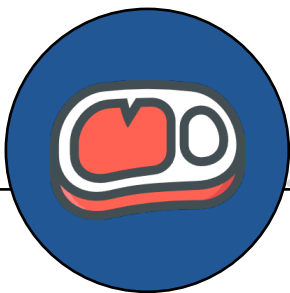


安琪酵母研发低盐YE（酵母抽提物）调味品，认为酵母抽提物能够将人体味觉中鲜味受体接受功能放大，也能把对钠离子的感受效应放大。



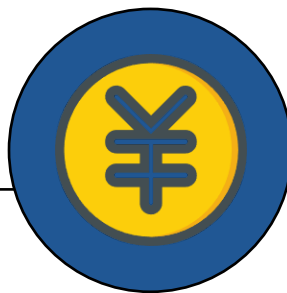
盐主厨科研团队从天然植物姬松茸、金针菇、黑芝麻、杏仁、香菇以及深海宝藏海洋鱼中科学提取咸味肽替代部分氯化钠，减钠40%。

2.9 食品新质蛋白企业应具备的三大核心竞争力



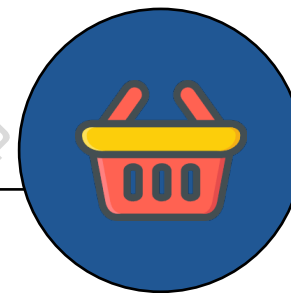
美观、美味、更营养

- 外观和风味是消费者选择替代蛋白而非传统动物蛋白的前提和保证。
- 目前技术端持续突破，微生物蛋白在溶解性、成胶性、拉丝性等口感体验上与传统蛋白特性逐渐接近。
- 更高的营养成分是消费者尝鲜的核心动力，例如Nature' s Fynd研发的温泉真菌蛋白质，蛋白质含量比豆腐高出50%。



价值创新与差异化竞争

- 作为替代蛋白，当微生物蛋白产品在环保、高价值的基础上，具备了价格上关键优势，市场会自动倾斜。
- 以甲烷氧化菌蛋白为例，其生产成本已下探至每公斤3欧元，较高端豌豆浓缩蛋白低15-20%。
- 基于微生物蛋白的可编辑性，微生物蛋白在差异化领域更具成功潜力，是否有差异化功效产品将成为关键。



营销渠道与市场教育

- 新质蛋白属于新兴品类，消费者认知度有限，企业需打消消费者对口感、安全性的顾虑，推进市场教育。
- 针对细分人群（如健身人群、环保主义者）做精准渠道覆盖，提升目标客群的触达和转化效率。
- 随着消费者认知成熟，新质蛋白可拓展至功能性食品、宠物食品等赛道，具备较高市场天花板与延展性。

03 农业应用

3.1 豆粕、鱼粉等现有饲料蛋白产品：存在缺口，亟待新型解决方案

3.2 主流的饲用替代蛋白

3.3 微生物蛋白

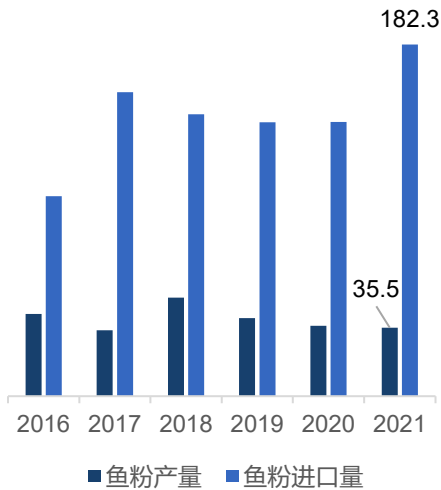
3.4 宠物食品领域：新质蛋白的高价值应用蓝海



3.1 豆粕、鱼粉等现有饲料蛋白产品：存在缺口，亟待新型解决方案

饲料蛋白质基数大，缺口巨大，进口依存度超80%

中国鱼粉产量及进口量

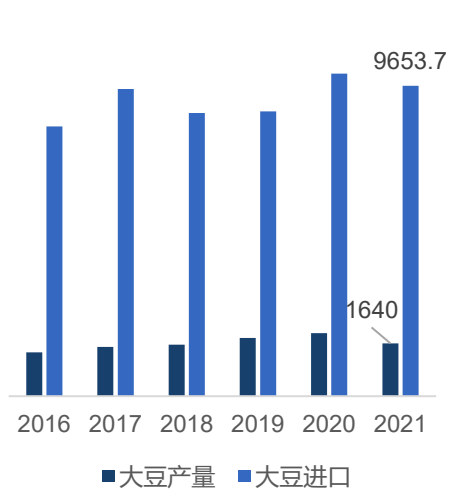


182.34万吨
2021年鱼粉进口量

35.5万吨
国内产量



中国大豆产量及进口量



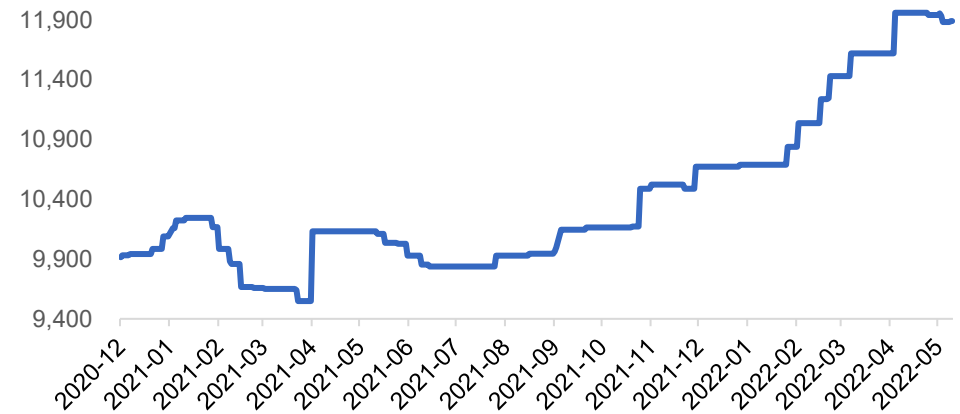
9653万吨
2021年大豆进口量

1640万吨
国内产量



鱼粉价格居高不下，高市场需求下潜在市场规模极大

均价:鱼粉 (元/吨)



供应端

国产鱼粉价格高且蛋白含量较低，亟需优质、低成本的国产蛋白原料解决方案，保障饲料产业链的稳定供应。

产品端

具备氨基酸谱均衡、适口性佳、长期食用安全性高等特性的新型蛋白原料，有望成为鱼粉的优质替代选择。

企业端

国内鱼粉竞争格局分散，各家产品质量接近，**成本**是第一竞争因素。

3.2 主流的饲用替代蛋白

	蛋白质来源	蛋白含量	适用动物	代表企业
微生物蛋白 (SCP)	<ul style="list-style-type: none"> 利用细菌、真菌等微生物发酵, 碳源可以是甲烷/甲醇/有机废液等 	<ul style="list-style-type: none"> 高 (60-75%), 氨基酸谱较优 	<ul style="list-style-type: none"> 所有动物 	 
昆虫蛋白	<ul style="list-style-type: none"> 黑水虻、黄粉虫养殖与脱脂 	<ul style="list-style-type: none"> 高 (~50%), 天然诱食性强 	<ul style="list-style-type: none"> 水产、禽类、宠物 	 
发酵副产物蛋白	<ul style="list-style-type: none"> 酒糟、柠檬酸渣、乳清粉等副产物提纯 	<ul style="list-style-type: none"> 中 (25-40%), 地域性强 	<ul style="list-style-type: none"> 畜禽、反刍动物 	
微藻蛋白	<ul style="list-style-type: none"> 光合微藻 (如裂壶藻) 培养 	<ul style="list-style-type: none"> 中高, 富含DHA、EPA 	<ul style="list-style-type: none"> 水产、宠物 	 
精密发酵蛋白	<ul style="list-style-type: none"> 合成生物表达定向蛋白 	<ul style="list-style-type: none"> 可设计功能性片段, 溶解性优 	<ul style="list-style-type: none"> 成本较高, 不具备大宗替代 宠物、幼畜等高附加值场景 	 

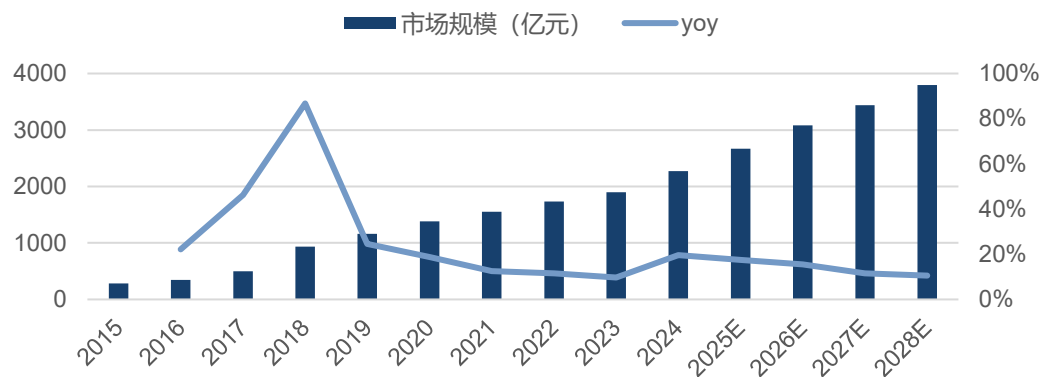
3.3 微生物蛋白 (SCP) 的重要生产方式：气体发酵



3.4 宠物食品领域：新质蛋白的高价值应用蓝海

- 宠物食品是新质蛋白从“饲料”升级为“高端功能性食品”的典型赛道。它不仅是消化传统蛋白产能的渠道，更是实现产品高附加值、建立品牌认知的关键场景。
- 宠物食品行业经历了10年的高速发展，2024年国内宠物食品市场规模已经超过2200亿元，未来新质蛋白有望将宠物食品的应用场景进一步拓展到满足特定健康需求的处方粮/功能粮、高端定制化鲜食/冻干、功能性零食与补剂等，成为行业增长的新动能。

中国宠物食品市场规模 & 新质蛋白拓展应用场景



拓展应用场景

处方粮/功能粮

针对宠物的特定健康需求，提供医疗级营养解决方案。如：肥胖管理、老年宠物营养补充、糖尿病与肾病干预等，减少药物依赖。

高端定制化食品

满足高端宠主精细化喂养需求，打造专属营养方案。根据宠物品种、年龄、过敏史、口味偏好，提供生骨肉鲜食、低敏冻干等定制化套餐。

功能性零食补剂

覆盖全场景护理需求，如推出添加软骨素等磨牙零食，为大型犬、老年宠提供关节养护；研发含鱼油、蛋黄卵磷脂的美毛零食，改善猫咪掉毛、犬皮毛粗糙等问题。

海外代表性品牌

WILD EARTH

Wild Earth开发的核心原料是Koji真菌蛋白，通过微生物发酵技术在发酵罐中培养而来。该蛋白氨基酸谱完整，能满足犬猫等宠物的全部必需氨基酸需求，且不含大豆、玉米、小麦等常见过敏原。



BOND PET FOODS

Bond Pet Foods致力于研发素食宠物食品，使用与精酿啤酒相同的工艺，通过发酵方法培养真菌和类同鸡肉、牛肉、鱼和其他肉类蛋白质的动物蛋白，可作为宠物食品食谱的基础，显著降低资源消耗和碳强度，而且更加动物友好。

2024年，公司已经以45000升的规模生产其酿造鸡肉蛋白，目前已经交付10余吨产品用于FDA的评估以及合作伙伴的测试，与多家知名宠物食品企业达成合作，包括Hills、Wilbur-Ellis Nutrition等。

04 大健康应用

- 4.1 胶原蛋白：广泛用于医美日化，市场前景广阔
- 4.2 胶原蛋白：原料市场持续扩容，政策日趋完善
- 4.3 人血白蛋白：存在较大需求缺口，已开展多种系统表达研究
- 4.4 血红蛋白：人工血液有望在未来填补供需缺口
- 4.5 抗体药物与疫苗：技术迭代推动市场规模持续增长
- 4.6 贻贝黏蛋白：皮肤管理类产品加速获批



4.1 胶原蛋白：广泛用于医美日化，市场前景广阔

- 胶原蛋白是一类生物高分子蛋白的总称，它是动物结缔组织的主要成分之一，也是哺乳动物体内含量最多、分布最广的功能性蛋白，占总蛋白质含量的25%~30%。
- 终端应用场景丰富，市场前景广阔。胶原蛋白因其机械性能、止血性能、促细胞生长、弱抗原性、生物降解性、胶原自缔合性和其他重要的生物学特性而被广泛用于生物医学领域，另外胶原蛋白是胶原的水解产物，存在大量的甘氨酸、羟脯氨酸和羟基赖氨酸，这些氨基酸被誉为天然保湿因子，也被广泛用于化妆品工业。

技术与对比

技术

- 目前市场上主流的胶原蛋白提取制备方法有两种：动物源提取法和基因重组法。
- 动物源性胶原蛋白从动物组织中提取，其原料是牛腱，猪皮等动物组织，无水溶性且存在病毒传染风险和排异反应。
- 重组类胶原蛋白：经设计、修饰后的特定基因编码的氨基酸序列或其片段，或是这类功能性氨基酸序列片段的组合。其基因编码序列或氨基酸序列与人胶原蛋白的基因编码序列或氨基酸序列同源性低。

	重组胶原蛋白	动物源胶原蛋白
制备方法	基因工程	酸法提取、酶解法提取等
病毒传播风险	无	有
细胞毒性	无	有
生物相容性	高	低
水溶性	有	无
变性温度	> 72°C, 方便运输及储存	37 - 40°C
生物活性	生物活性高	相对较低
可加工性	有	无

产品应用

日用护肤品



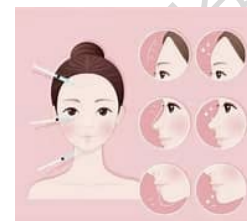
通过合成生物技术制备的小分子重组胶原蛋白不仅改善了胶原蛋白的稳定性及活性，且更易透皮吸收

医用敷料



医用敷料的核心成分包含胶原蛋白，不仅具备传统敷料的防护性能，还有促进皮肤修复以及生物相容性好等特征

医美注射剂

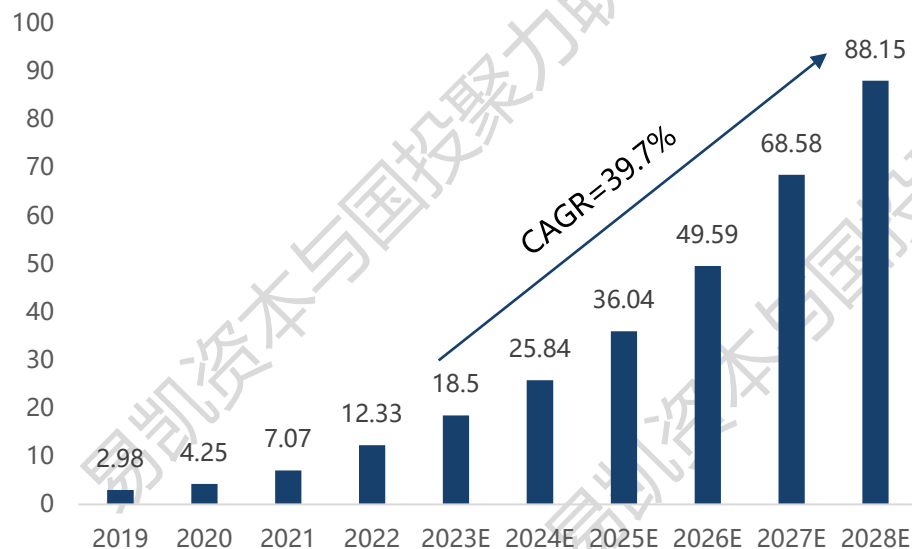


将胶原蛋白植入皮下可以代替注射处衰老的软组织，促进人体组织合成新生胶原，实现组织填充修复

4.2 胶原蛋白：原料市场持续扩容，政策日趋完善

- 重组胶原蛋白市场规模快速增长。以原料端为例，市场规模将从2023年的18.5亿元上升到2028年的88.15亿元，CAGR高达39.7%，市场持续扩容。
- 胶原蛋白相关政策频繁出台，推动行业高质量和规范化发展。近年来，国家药监局相继出台了多个文件规范重组胶原蛋白行业发展，为行业发展创造了优良的外部环境，推动重组胶原蛋白产品创新发展，促进行业规模的进一步增长。

中国重组胶原蛋白原料市场规模（单位：亿元）



- 根据弗若斯特沙利文数据，2023年中国重组胶原蛋白原料市场规模为18.5亿元，预计2028年原料端规模将达到88.15亿元，年复合增长率接近40%。这表明重组胶原蛋白原料行业在未来几年内将继续扩大，市场需求持续旺盛。

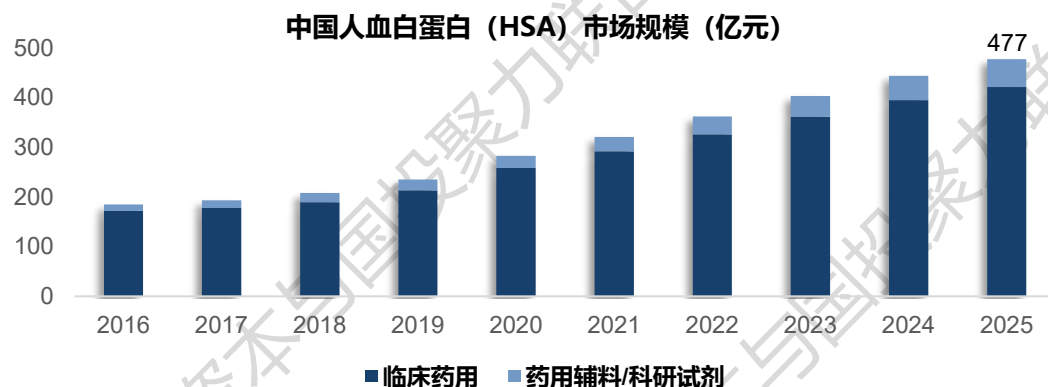
国内相关政策

政策名称	日期	颁布主体	政策要点
《重组人源化胶原蛋白》医疗器械行业标准的公告	2023.01	国家药监局	标志着我国重组人源化胶原蛋白行业迎来正式标准
《关于征求<重组人源化胶原蛋白>行业标准意见的通知》	2022.07	国家药监局 医疗器械标准管理研究所	重组人源化胶原蛋白“具有鉴别明确、组织生物相容性高、水溶性好，结构明确、生物活性优，可稳定大规模生产等优势。作为重要的生物医学材料和工业材料，重组人源化胶原蛋白预计将在手术缝合线、止血纤维、代血浆、水凝胶、敷料、人工皮肤、人工血管、人工骨和骨修复、角膜、神经修复等临床应用中发挥重大的作用
《重组人源化胶原蛋白医疗器械行业标准立项的通知》	2022.04	国家药监局 综合司	为鼓励重组人源化胶原蛋白新型生物材料研发创新，推动医疗器械产业高质量发展，结合产业发展和监管工作需要，国家药监局批准《重组人源化胶原蛋白医疗器械行业标准制订项目立项》，并要求采用快速程序开展标准制订，因此，重组人源化胶原蛋白作为一种生物医用材料拥有广阔的应用前景
《重组胶原蛋白行业标准》	2022.01	国家药监局	规定重组胶原蛋白质量控制要求、检测指标及检测方法等
《重组胶原蛋白类医疗产品分类界定原则》	2021.04	国家药监局	进一步加强重组胶原蛋白类医疗产品监督管理，明确管理属性与管理类别的判定，降低产品类别辨识成本，推动产业高质量发展
《重组胶原蛋白生物材料命名指导原则》	2021.03	国家药监局	重组胶原蛋白生物材料名称由核心词和特征词组成，按“特征词（如有）+核心词（A+B）”结构编制，可将核心词的“重组”置于名称之首，进一步规范重组胶原蛋白生物材料命名，推动新型生物材料高质量发展
《关于重组胶原蛋白等2项医疗器械行业标准立项的通知》	2021.03	国家药监局	批准《重组胶原蛋白》和《组织工程医疗器械产品胶原蛋白第3部分：胶原蛋白含量检测-液相色谱仪-质谱法》2项医疗器械行业标准制订项目立项

4.3 人血白蛋白：存在较大需求缺口，已开展多种系统表达研究

- 人血白蛋白（HSA）是血液或血浆中主要蛋白成分，在药品、药用辅料、科研等领域都有极高的应用价值；
- 人血白蛋白主要从人血浆中提取。由于市场需求量大，单靠人血浆提取难以满足市场的需求，采用基因工程技术生产重组人血白蛋白替代血浆提取的技术愈发受到关注。

人血白蛋白市场需求量大，原料血浆供应量有限



数据显示，人血白蛋白药品的批签发量逐年上升，但受限于原料来源、生产方式与监管机制等问题，相比于临床上的用药需求而言，我国人血白蛋白市场仍存在较大缺口。

进口依赖大

我国人血清白蛋白药品市场中，排名前四的均为境外企业，2021年，这四家境外企业生产的人血清白蛋白批签发量占整体市场的60.8%。

准入壁垒高

鉴于血液制品的特殊性和极高的安全性要求，我国对血液制品实行全流程严格监管，从2021年起不再批准新的血液制品生产企业。

原料稀缺

国家规定血液制品的原材料为健康人血浆，只能通过单采血浆站获取。原料血浆供给端存在不足，导致血液制品供应量有限。

重组人血白蛋白拥有多重优势，替代趋势明显

- 重组人血清白蛋白（rHSA）是通过基因工程技术生产的HSA。到目前为止，rHSA已在大肠杆菌、枯草杆菌、酵母、植物和转基因动物等系统中进行了表达研究。



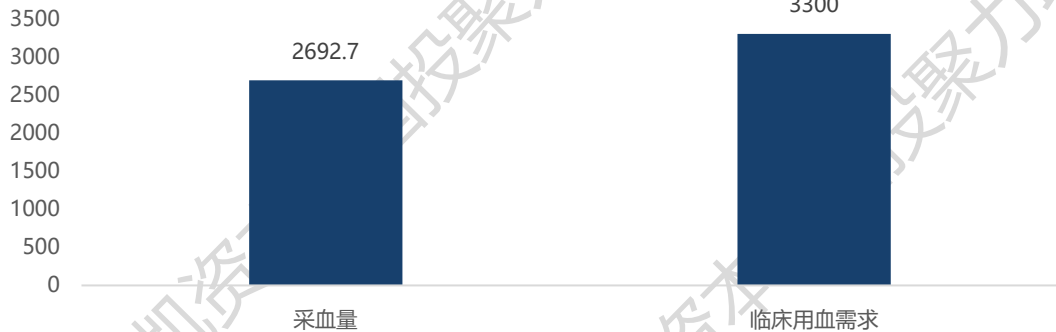
- 1. 原料不受限且潜在健康风险低：**rHSA可摆脱人血浆采集不足的限制以及血液中的传染性疾病病原体的潜在危险，长期来看替代人血白蛋白是主流趋势。
- 2. 全球范围内仍未有rHSA作为药品获批在临床使用：**目前，rHSA主要作为药用辅料使用，药品层面，寻求更好的方法以得到更高质量、更低成本的rHSA依然有着重要的研究价值。
- 3. 国内企业已有布局：**国内重组白蛋白领域，已经形成一定的企业梯队。普罗吉生物利用酵母细胞表达的rHSA已进入临床II期，走在国内企业前列。

4.4 血红蛋白：人工血液有望在未来填补供需缺口

- 血红蛋白 (Hb) 是红细胞内负责运输氧的特殊蛋白质，由珠蛋白与血红素组成。目前全球和国内的血液供需均存在较大缺口，人工血液有望成为填补这一缺口的关键产品。
- 人工血液全球有多种技术路径在研，其中HbO2 Therapeutics基于牛全血为原料合成血液，目前正在南非和俄罗斯获批用于围手术期贫血/急性贫血；国内还没有产品获批。

血液供需缺口加大，人工血液优势明显

2024年我国血液供需对比 (万单位)



人工血液全球多种技术路径在研，国内仍是市场空白

产品	公司	技术路径	研发阶段
Hemopure	HbO2 Therapeutics	基于牛源血红蛋白的HBOC	2001年在南非获批围手术期贫血；2006年在俄罗斯获批全因性贫血
ErythroMer	KaloCyte Inc	将血红蛋白包裹在人造膜中，模仿红细胞控制氧气捕获和释放的方式	动物试验
HbVs	奈良医科大学 Sakai研究团队	将血红蛋白包裹在脂质囊泡中 (无膜添加物)	临床1期
HEMOXY Carrier	HEMARINA SA	海洋沙虫的细胞外血红蛋白	临床开发

安全性

人工血液的生产过程在严格控制的环境中进行，完全避免了艾滋病、肝炎、梅毒等通过血液传播的疾病风险，提高了输血的安全性。

储运便利

天然血液需在低温条件下保存，而人工血液可通过冻干、常温保存等技术，实现数年甚至更长时间的稳定保存，且无需特殊冷链设备。

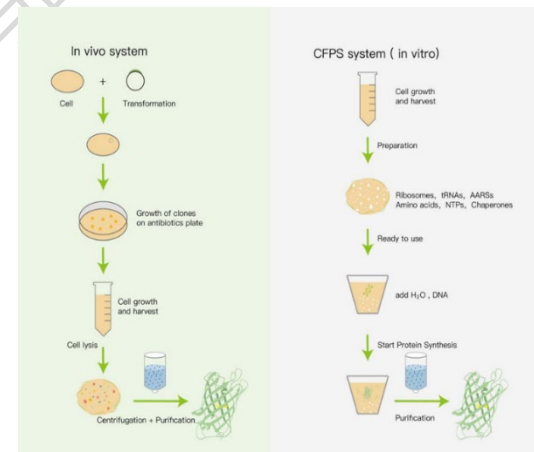
无需配型

人工血液通常经过基因改造或特殊设计，去除了红细胞表面的血型抗原，或采用通用型氧载体，能有效解决血型不匹配导致的输血难题。

康码生物 D2P人工蛋白合成技术

无需活细胞参与，即可在体外模拟转录-翻译过程快速合成蛋白质

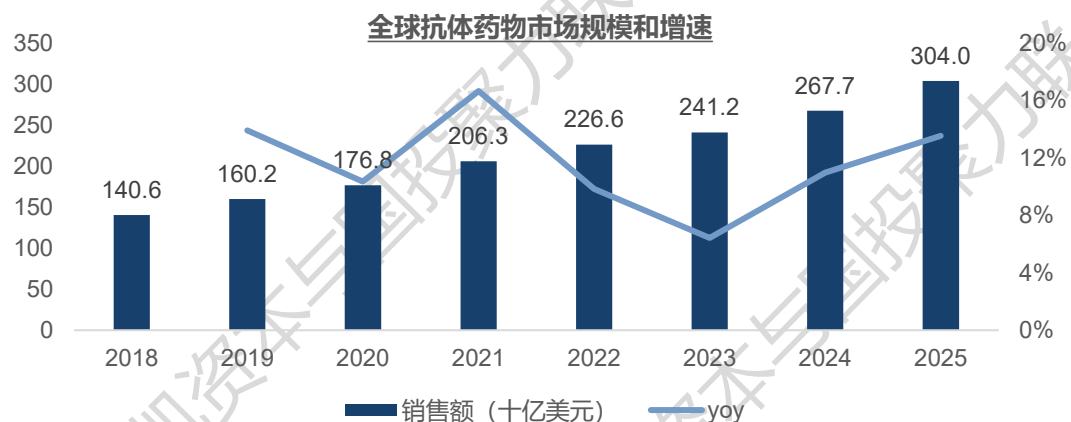
- 农业蛋白营养液
- 人造血 (临床前阶段)
- 蛋白质工厂
- 肿瘤靶向药



4.5 抗体药物与疫苗：技术迭代推动市场规模持续增长

- 抗体药物与疫苗作为蛋白的重要应用场景，凭借靶向性、高活性、安全性的技术优势，已成为全球生物医药领域增长最快的赛道之一。新质蛋白的工程化改造（如序列优化、结构修饰、载体递送升级）有望持续推动两类产品的技术迭代，全球市场规模将持续扩容。

全球5款抗体产品突破百亿美元销售额



商品名	中文名	靶点	药企	2025销售额 (十亿美元)
Keytruda	帕博利珠单抗	PD-1	默沙东	31.7
Dupixent	度普利尤单抗	IL-4R	赛诺菲/再生元	18.5
Skyrizi	瑞莎珠单抗	IL-23	艾伯维	17.6
Darzalex	达雷妥尤单抗	CD38	强生	14.4
Opdivo	纳武利尤单抗	PD-1	百时美施贵宝	11.0

新冠后疫苗市场重回稳健增长阶段

减毒活疫苗

通过对病原体进行减毒处理制成，保留病原体的免疫原性但失去致病性，接种后能激发强烈而持久的免疫应答，如麻疹疫苗、水痘疫苗等。

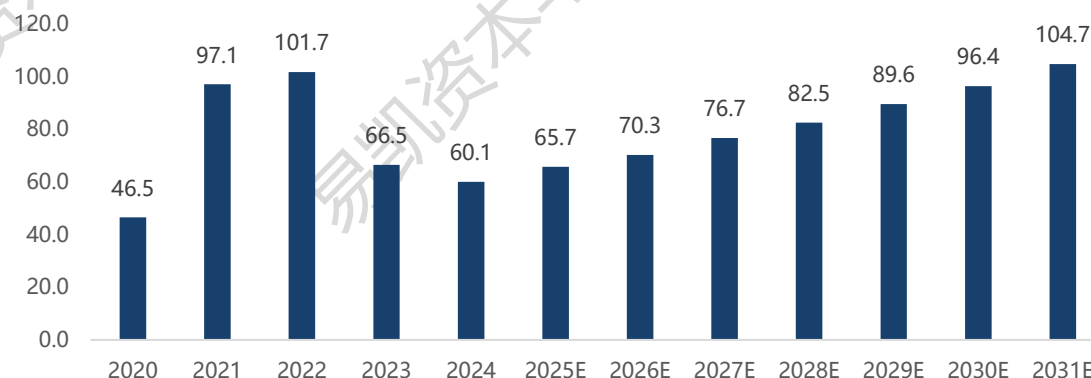
灭活疫苗

将病原体彻底灭活后制成，安全性较高，适用于免疫功能较弱的人群，如流感灭活疫苗、狂犬病疫苗等。

亚单位疫苗

提取病原体的特定抗原成分制成，去除了病原体的致病性部分，安全性进一步提升，如乙肝疫苗、HPV疫苗等。

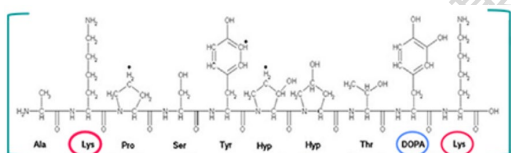
全球疫苗市场规模 (十亿美元)



4.6 贻贝黏蛋白：皮肤管理类产品的加速获批

- 贻贝黏蛋白（Mussel Adhesive Protein, MAP）是一种由海洋贻贝足丝腺分泌的蛋白质，帮助贻贝在复杂的海洋环境中牢固地附着在岩石、船体等物体表面，具有独特的分子结构和性能，在生物医药、材料科学等多个领域展现出巨大的应用潜力。
- 贻贝黏蛋白由于高含量的多巴基团和赖氨酸能够与皮肤表面发生反应，产生极强的黏附作用，同时具有可降解性和优秀的生物相容性等优点。基于已被证明的抗炎、抗氧化、促进创面愈合等功效，贻贝黏蛋白已经广泛应用于皮肤管理类产品。截至2025年11月，国产已有超190款基于贻贝黏蛋白的II类医疗器械获批，产品形态主要集中在创面敷料、凝胶、喷雾等。

贻贝黏蛋白具有独特的分子结构，已实现广泛应用



ICS 11.120.20
CCS 0 31

T/CASME

中国中小商业企业协会团体标准

T/CASME 530—2023

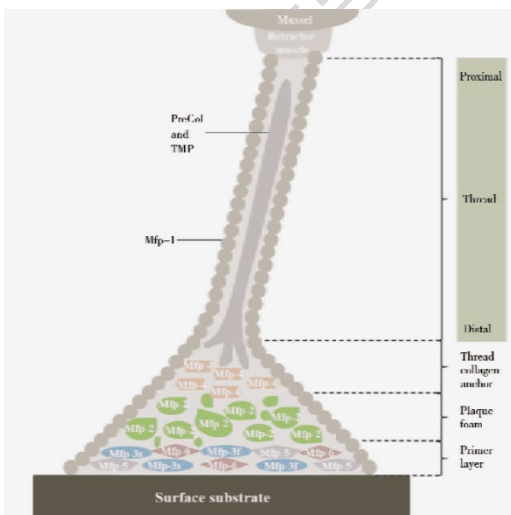
敷料用重组贻贝黏蛋白

Recombinant mussel adhesive protein for dressing

2023 - 07 - 07 发布

2023 - 08 - 01 实施

中国中小商业企业协会 发布



重组贻贝黏蛋白原材料主文档备案梳理

序号	公司	产品	登记时间
1	深圳柏垠生物	重组贻贝黏蛋白溶液原材料	2023.10
2	德诺海思(绽妍生物)	重组贻贝黏蛋白原材料	2023.11
3	深圳柏垠生物	重组贻贝黏蛋白冻干粉原材料	2024.1
4	江苏金普诺安	重组贻贝黏蛋白原材料	2024.2
5	暨南大学医药中心	重组贻贝黏蛋白原材料	2024.4
6	厦门艾思创达	重组III型贻贝黏蛋白原材料主文档	2024.10
7	吉林国大生物	重组贻贝黏蛋白原材料	2024.12
8	江苏金普诺安	重组贻贝黏蛋白液体原料	2025.5
9	江苏美尚洁	重组贻贝黏蛋白原材料	2025.7
10	广东仁恒智研	重组贻贝黏蛋白溶液原材料	2025.10

05 工业应用

5.1 酶制剂：应用方向广泛，产业格局高度集中

5.2 蛛丝蛋白：广泛应用于功能性服装、家居、汽车内饰

5.3 生物粘合剂：潮湿环境高强粘附，医疗与工业场景需求明确

5.4 传感器与电子材料：新质蛋白赋能高灵敏检测



5.1 酶制剂：应用方向广泛，产业格局高度集中

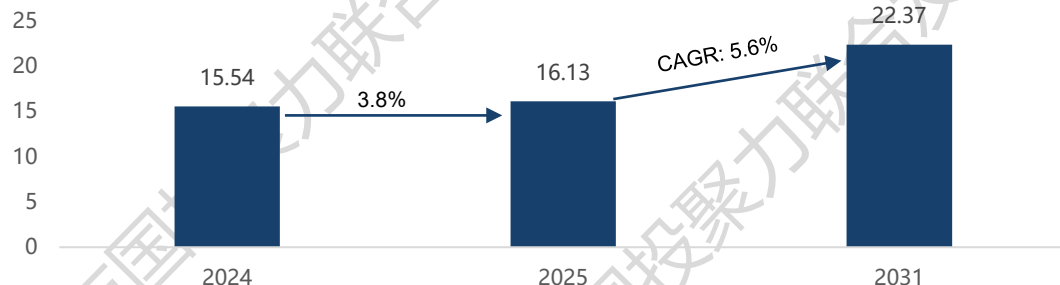
- 2024年全球酶市场规模为155.4亿美元，预计到2025年将从161.3亿美元增长到2031年的223.7亿美元，在预测期（2025-2031年）的复合年增长率为5.6%。慢性病的高发病率与酶在生物燃料生产中日益增长的作用是推动其未来几年强劲市场增长的主要动因。
- 目前全球酶制剂产业市场呈现高度集中局面，主要企业包括巴斯夫（德国）、杜邦（美国）、帝斯曼-芬美意（瑞士）、凯爱瑞（爱尔兰）、诺和新元（丹麦）、Amano Enzyme（日本）、Advanced Enzyme（印度）等。

酶种分类与运用

应用方向	细分应用	主要酶种	作用机理或应用方向
食品饮料	啤酒生产	淀粉酶	催化原辅料中的淀粉物质，保证收率，促进啤酒加工的糖化过程
		葡萄糖氧化酶	可减少啤酒中残留的溶解氧，延长啤酒保质期
		A-乙酰乳酸脱羧酶	加快啤酒酿造效率，缩短成熟周期
		葡聚糖醇与葡萄糖苷酶	降低啤酒中麦芽汁的黏度，保证啤酒清澈，品相良好
烘焙食品	真菌淀粉酶、脂肪酶、葡萄糖酶等	改善面团内部结构，提高面团蓬松度与筋度；也可实现增白	
日化	清洗剂	蛋白酶	将部分蛋白质水解成多肽或氨基酸
	护肤品	超氧化物歧化酶	防晒、抗辐射、防皱、延缓衰老等
饲料	内源消化酶	脂肪酶	提高动物对脂肪的消化利用率
		角蛋白酶	提升畜禽对蛋白质的消化利用率
技术	科研	TaqDNA聚合酶	具有5'→3' DNA 新链合成能力，用作PCR反应
	临床治疗	溶菌酶	治疗各种细菌性和病毒性疾病
	药物生产	转氨酶	西他列汀等

酶市场主要企业

酶制剂全球市场规模（十亿美元）



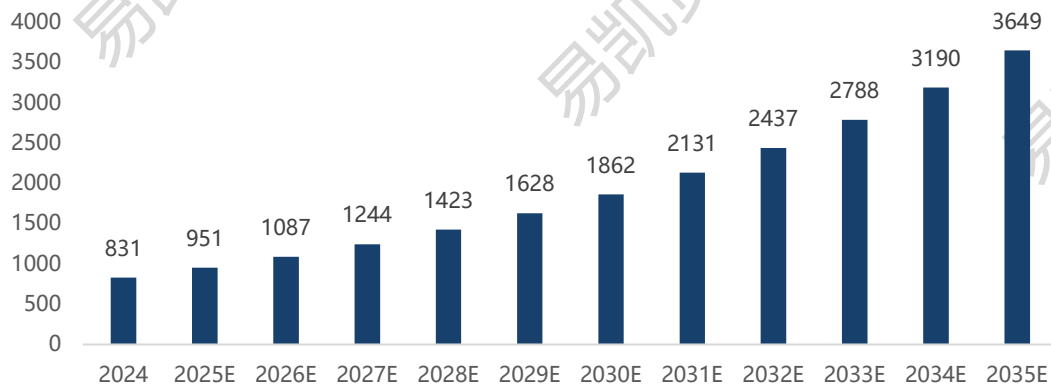
5.2 蛛丝蛋白：广泛应用于功能性服装、家居、汽车内饰

- 蛛丝蛋白是由蜘蛛腺体分泌的一种特殊纤维蛋白，同时具有极高的比强度和出色的弹性。但由于蜘蛛难以高密度养殖，且单个蜘蛛的蛛丝蛋白产量极低，因此难以通过天然提取获得大量蛛丝蛋白，目前产业化的核心路径在于通过基因工程和生物发酵技术人工合成蛛丝蛋白，并进一步纺制成纤维，广泛应用于功能性服装、家居、汽车内饰等。
- 根据FMI的预测，2024年全球蛛丝蛋白市场规模约8.3亿美元，预计到2035年将达到36.5亿美元，期间CAGR为14.4%。

重组蛛丝蛋白的制备、应用和市场规模



2020-2035E全球蛛丝蛋白市场规模 (百万美元)



全球和国内主要市场玩家

公司	介绍
Spiber	全球蛛丝蛋白领军企业，Brewed Protein年产能最高可达500吨，2021年投后估值超80亿人民币
AMSilk	德国蛛丝蛋白领先企业，与赢创、味之素合作生产，2025年完成5200万欧元的新一轮融资
Bolt	从菌丝转型到蛛丝材料b-silk，通过外包给Laurus Bio进行生产，纳斯达克当前市值950万美元
灵蛛科技 LINK SPIDER	宣称国内首家实现蛛丝蛋白量产，并开始提供护肤品原料，2025年获深创投数千万元天使轮融资
态创 TIPON	“AI+合成生物学”平台型企业，2024年进入蛛丝蛋白市场，目前暂未实现量产

- 新质蛛丝蛋白企业聚焦于高功能性生物材料的应用场景（高端纺织、工业技术等），**正通过成本优化和品牌合作快速落地，加速商业化进程。**

5.3 生物粘合剂：潮湿环境高强粘附，医疗与工业场景需求明确

- 生物粘合剂是一类具有生物相容性、可降解性的粘合剂，主要包括天然提取（如纤维蛋白胶）、重组表达（如贻贝粘蛋白）等来源，在潮湿、富含体液的医疗场景中可实现高效黏附，是外科修复、创面愈合的核心材料。其中重组蛋白类在潮湿、含盐环境中表现出优异的粘附性能，是材料研究的重要方向。

生物粘合剂主要产品

- 贻贝粘蛋白具有在潮湿、含盐环境中实现高强度、可逆黏附的独特能力，是海洋生物材料与仿生黏附体系的核心研究对象，已有贻贝仿生蛋白粘合剂的应用。
- 蛛丝蛋白是一种蜘蛛体内分泌的天然蛋白质，具有超强的粘附性能和良好的生物相容性，在潮湿环境下仍能保持良好的粘附性能。然而，由于天然蛛丝蛋白产量有限，目前已通过重组表达技术实现仿生蛛丝蛋白的规模化生产，其兼具高韧性与粘附性，可用于组织缝合、创面修复等场景。



- Kollodis专注于重组贻贝粘蛋白（MAP）技术，其MAPrix™平台已实现MAP的规模化生产，产品包括独立粘合剂、涂层套件及复合粘合剂。

植物提取

- 占主导地位
- 但性能触顶、湿态粘附<1MPa
- 如大豆蛋白胶等

VS

重组蛋白

- 实现湿态粘附>4 MPa
- 可规模化生产
- 如贻贝粘蛋白、蛛丝蛋白等

主要商业化企业

贻贝粘蛋白



纤维蛋白胶



Johnson & Johnson

部分科研成果

- Huan Chen、Qiao Wu等研发出一种以脱脂豆粕和木材热解生物油为原料的全生物基木材胶粘剂。该胶粘剂通过生物油与豆粕蛋白交联，湿粘结强度较纯豆粕胶粘剂提升487.5%达 0.94 MPa，具备优异的防霉性能和热稳定性。
- 浙江大学毛峥伟教授、浙大二院余丽莎研究员合作提出了一种通用的“聚电解质锁定”策略，通过将解折叠的蛋白质与高电荷密度、柔性长链的聚电解质结合，制备出稳定的解折叠蛋白质基粘合剂。

5.4 生物传感器与电子材料：新质蛋白赋能高灵敏检测

- 生物传感器是一类以生物分子（如蛋白质、核酸）为敏感元件的高精度检测器件，利用蛋白质的特异性结合或独特光电特性，实现对目标物质的定量分析，已广泛应用于临床诊断、环境监测、食品安全等领域；同时，其衍生的生物电子材料也为下一代光计算、柔性电子提供了创新解决方案。

部分生物传感器与电子材料产品

细菌视紫红质蛋白

细菌视紫红质近年来被用于光学计算领域，其独特的光电响应特性可用于构建高密度光存储、神经形态计算等下一代计算技术，实现更高效的信息处理，在AI算力提升、低功耗计算中展现潜力。

导电蛋白纳米线

硫还原地杆菌能够生长微小的导电纳米线，可制作为传感器。美国研究人员已研发出“空气发电机”，可利用空气湿度梯度自发产生电能，为物联网、可穿戴设备提供可持续微能源。

重金属结合蛋白

重金属结合蛋白是植物体内一类通过特定结构域与重金属离子结合的功能蛋白，在重金属解毒和转运过程中发挥关键作用，可制作重金属检测传感器用于铅、镉等离子的快速、精准检测。

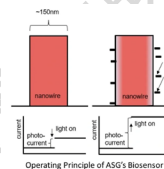
淀粉样蛋白

功能性淀粉样蛋白聚集体具有丰富的官能团，可与多种物质结合，在柔性压力传感器、电化学传感器等可穿戴医疗设备中展现出优异性能。

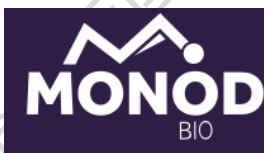
商业化进展



1. ASG生物传感器：将硅纳米线和能够与不同蛋白质结合的抗体相结合，实现对特定溶液中蛋白质浓度的高灵敏测量。



原理：通过硅纳米线表面的抗体修饰，利用其光电特性实现对目标蛋白的高灵敏电检测，可用于肿瘤标志物、炎症因子等临床指标的快速筛查。



2. NovoLISA：其从头设计蛋白（de novo 蛋白）相比传统抗体具有更高的稳定性和特异性，检测速度更快、抗干扰能力更强，CRP传感器可用于感染性疾病、心血管疾病的早期诊断。

科研成果

磁性荧光蛋白（MFPs）：牛津大学Harrison Steel团队成功开发出一种具有量子传感能力的磁性荧光蛋白（MFPs）。通过定向进化改造LOV2光敏结构域，融合磁感应元件，开发出可由磁场调控的MagLOV蛋白。潜在应用于精准医疗、神经调控及细胞治疗。

CEC CAPITAL
易凯资本有限公司



北京

中国北京市建国门北大街8号
华润大厦19层 100005
+86 10 8519 2080

上海

上海市徐汇区淮海中路1010号
嘉华中心32层 200031
+86 21 54011602

深圳

深圳市前海深港合作区前湾一路
1号A栋201室 518000
+86 10 8519 2080