

细胞工厂,万物皆可“造”?

——揭秘“微生物打工仔”如何实现“造物与造富”

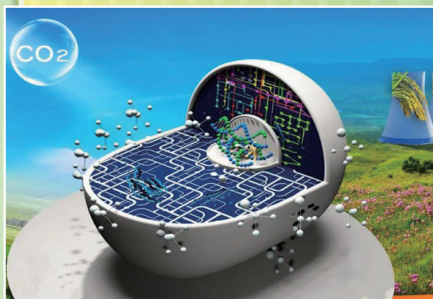
1

细胞里建工厂?科学家打造了一个奇幻世界

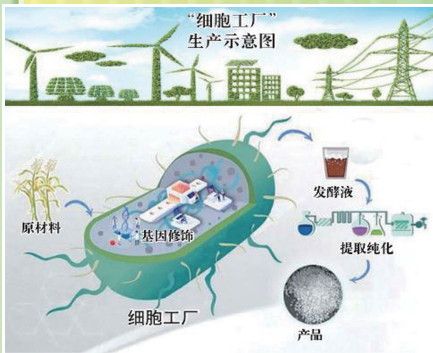
世界上的工厂千千万万,但你见过“细胞工厂”吗?在这里,生产车间里忙碌的不是“打工人”,而是一个个用显微镜才能看清楚

的细胞,它们不吃不睡,兢兢业业生产出人类需要的高价值天然产物。

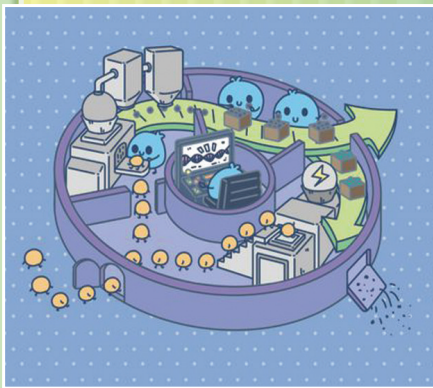
今天,就让我们一起走进“细胞工厂”,见识一下那些神奇的“微生物打工仔”。



细胞工厂,万物皆可“造”?



“细胞工厂”生产示意图



微生物细胞工厂的机器装配流水线



今年《政府工作报告》提出,加快发展新质生产力,积极打造生物制造等新增长引擎。而蓬勃兴起的“细胞工厂”,正在为发展生物经济释放出巨大潜力。

所谓“细胞工厂”,是指科学家将生物细胞设计成一个个“加工厂”,以细胞自身的代谢机能作为“生产流水线”,以酶作为催化剂,通过计算机辅助,设计高效、定向的生产路线,并且通过基因技术,强化有用的代谢途径,从而将生物细胞改造成一个个“超级工厂”。

“细胞工厂”为人类打开了“一切皆可造”的想象空间。比如,只要一个细胞,就能生产各种人造动物肉,不需适配血型,就能生产随取随用的

造血。再比如,以玉米等植物为原料,可合成更轻量、可回收的基建材料。它还能让稀缺用药,成为普通人买得到、用得起的好药。

“细胞工厂”与我们平常熟知的工厂一样,具有不同生产阶段的车间,即微生物的细胞器等,但“细胞工厂”的本质,又区别于一般工厂。

如今,在科学家的设计下,秸秆、木薯、蓝藻等生物质原料,通过“细胞工厂”的作用,可转变成甲烷、乙醇等物质,为化学工业体系提供原料。

专家表示,“细胞工厂”能够以可再生的生物质资源,替代不可再生的化石资源,以清洁生物加工方式,替代化学加工方式,具有节能、环保、高效、可持续的特点。

可以说,工业生物技术,是继医药生物技术、农业生物技术之后,国际生物技术发展的“第三次浪潮”。

据世界经合组织预测,到2025年,合成生物学与生物制造的经济价值将达到1000亿美元,到2030年,35%的化学品和其他工业品,将出自工业生物技术,每年可降低25亿吨二氧化碳排放。

未来全球60%的物质生产,可通过生物制造方式实现。

在这个已“鸣枪起跑”的生物经济新赛道上,通过“细胞工厂”合成生物,或可解决未来人类食品短缺、能源紧张、环境污染、医疗健康等方面问题,对全球可持续发展至关重要。

2

吃空气产万物,“蓝藻工厂”走入现实

“我们打造的是以阳光和空气为原料的‘细胞工厂’,使用基因编辑等合成生物技术,改造光合微生物——蓝藻,利用蓝藻繁殖速度快、光合效率高的特点,规模化生产特定物质。”上海交通大学生命科学技术学院特别研究员倪俊介绍。

以化妆品中常用的天然活性抗氧化成分——“白藜芦醇”为例,在葡萄、花生等植物中,“白藜芦醇”含量通常不足万分之一。

使用“蓝藻工厂”后,每生产一吨“白藜芦醇”,可相应缩短生产周期240倍,节约土地72750亩,吸收二氧化碳超过2000吨。

“我们可以随心所欲改造蓝藻,

引入不同植物的代谢途径,就相当于把蓝藻变成了‘人参’‘葡萄’等植物。”倪俊说,“从理论上说,只要是自然界植物能产生的物质,都能用‘蓝藻工厂’来生产。”

改造蓝藻的过程并不复杂:第一步是明确想得到什么物质,比如某种材料分子或药物分子。然后分析这种物质在植物中的代谢路径,将路径中需要的每一个基因,都编辑到蓝藻中去。

简单来说,就是利用“基因剪刀”,把相关基因片段剪辑下来,再插入蓝藻细胞的基因序列中。此时,蓝藻细胞就具备了合成这种物质的能力。

这些改造过的蓝藻细胞可快速繁殖,只要有空气和阳光,就能生产出葡萄糖、甘油、姜黄素、白藜芦醇等各类物质。

世界上的微生物千千万万,为什么会想到改造蓝藻呢?倪俊解释,蓝藻是一种有“植物祖先”之称的单细胞生物,能表达几乎所有植物源的基因,而且内部结构非常简单,便于改造,还可以直接利用太阳能,驱动二氧化碳来合成产物。

如今,蓝藻“细胞工厂”已不再局限于实验室,而是真正搬进了工厂,产出了“香料之王”香兰素、天然活性抗氧化成分白藜芦醇、生物基可降解塑料聚乳酸……

3

未来我们吃的“肉”,可能是微生物生产的

肉类是我们获取蛋白质的主要来源之一,随着人口增长、城市化进程加快,全球植物蛋白和动物蛋白人均需求量显著增长。因此,人类一直在寻找替代蛋白,以制造出健康又环保的“肉”。

目前,替代蛋白主要有三类:植物蛋白、细胞蛋白、发酵蛋白,其中发酵蛋白最具发展前景。

“发酵蛋白也叫微生物蛋白,是一种以葡萄糖、淀粉、糖蜜、二氧化碳等为底物,在细胞工厂利用微生物发酵方式生产的蛋白。”中科院天津工业生物技术研究所李德茂研究员介绍,发酵蛋白中的蛋白含量高达40%至80%,且不含胆固醇,对心脑血管

疾病患者更加友好。

利用发酵蛋白制作的“鸡肉”,在口感、香味等方面的仿真度,可达到85%左右。

“微生物发酵生产蛋白的速度,是植物的500倍,是动物的2000倍。”李德茂表示,一亩大豆田每年可收获约130千克大豆,获得52千克植物蛋白。而利用100吨发酵罐进行微生物发酵,一年能生产近100万千克发酵蛋白。

此外,发酵蛋白转化率也较高。通过微生物发酵方式,利用1千克淀粉,可以生产出190克至200克蛋白,而利用1千克淀粉喂养家禽、家畜,仅能分别生产出47克和14克蛋白。

“目前,发酵蛋白也有应用于饲料和医疗领域的潜力。”李德茂介绍,国际上,发酵蛋白食品也层出不穷。

英国一家公司利用发酵蛋白技术进行食品开发,先后上市了健身蛋白粉、发酵蛋白“肉”汉堡、香肠、肉卷等产品。

美国一公司则利用微生物来制造乳清、酪蛋白等,模拟出真正的牛奶,并推出首款生物制乳蛋白冰淇淋。

“具有特殊功能的发酵蛋白,也可应用在医疗领域。”李德茂表示,人们未来可以开发生产出具有特殊功能的发酵蛋白,例如富硒蛋白,可同时发挥蛋白和硒的功能作用。

4

细胞工厂造出“茉莉”,可取代传统农药和添加剂

“好一朵美丽的茉莉花,芬芳美丽满枝丫”,这是许多人都熟悉的歌词。这几年,茉莉备受人们喜爱,有商家将茉莉花穿成手链,也有商家将茉莉花放入奶茶、豆浆中作为佐料。

如今,在中科院深圳先进技术研究院汤红婷研究员手中,茉莉不再以花朵形式存在,而是以化合物和气味的方式存在。

不久前,她和同事在酿酒酵母中,合成了植物激素“茉莉酸”,首次构建了可用于合成茉莉酸类化合物的“酵母细胞工厂”。

众所周知,酵母是一种微生物,它们喜欢吃糖和淀粉,通过发酵的方式,产生能量和乙醇。我们平时做面

包、葡萄酒和啤酒都离不开它们。

在汤红婷的研究中,她将酵母作为一个理想底盘,来构建各种属性的细胞工厂。

比如,利用酵母的生物合成能力,将二氧化碳和纤维素等廉价碳源,转化为高价值产物;利用酵母来生产重组蛋白,用于食品、能源、医药等领域。

正是在酵母的帮助下,汤红婷和同事合成了茉莉酸等天然产物,也合成了糖类化合物和乙醇等能源物质。

茉莉酸是一种植物天然激素,很有潜力取代传统农药。它通过调控植物的生长和品质,可提高对病虫害的抵抗力,从而减少农药的使用量。

因此,茉莉酸类化合物,是“绿色农药”的重要候选分子。

此外,凭借独特的茉莉花香味,茉莉酸类化合物还可作为香料,用于食品和化妆品中,增添迷人的花香。

随着合成生物技术不断发展,未来利用酵母,可以高效合成茉莉酸类化合物,并能实现工业化生产,从而带来广泛的应用前景。

专家表示,看似只是关于小小茉莉的科研成果,其实背后蕴含着生物制造的宏大命题。想实现“绿水青山”这一目标,绿色生物制造是其中一项重要路径。

据《齐鲁晚报》