



ABC

Anti-  
Biofilm  
Community

反  
生物膜  
联盟

科普宣传手册

# 合作队伍



**DUT\_China**  
Dalian University of Technology  
大连理工大学



**HK\_HCY**  
Tsuen Wan Public Ho Chen Yiu  
Memorial College  
荃灣公立何傳耀紀念中學



**SUSTech\_Shenzhen**  
Southern University of Science and  
Technoogy  
南方科技大学



**Tsinghua**  
Tsinghua University  
清华大学



**UM\_Macau**  
University of Macau  
澳門大學



**WHU-China**  
Wuhan University  
武汉大学

\* 按队伍名称首字母排序

# 目录

## 第一部分 项目介绍

DUT_China	02
HK_HCY	04
SUSTech_Shenzhen	06
Tsinghua	08
UM_Macau	10
WHU-China	12

## 第二部分 科普故事

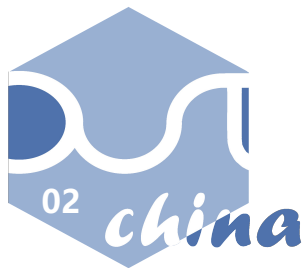
DUT_China	14
HK_HCY	24
SUSTech_Shenzhen	26
UM_Macau	30
WHU-China	46

# DUT\_China 大连理工大学

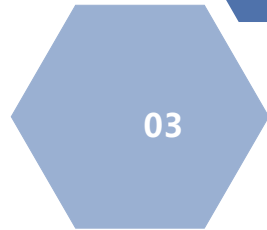
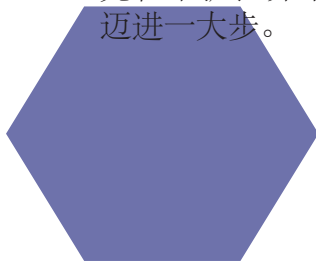
## 项目介绍



随着文明进入新阶段，人类社会越来越重视可持续发展。在重申抗菌素耐药性 (AMR) 对公共卫生的影响时，联合国秘书长在 2019 年 5 月表示：“抗菌素耐药性是对健康、生计和实现可持续发展目标 (SDGs) 的全球性威胁”，我们还在寻找治疗疾病的新方法。随着噬菌体工程的多项突破重新引起公众的关注，这种新的治疗形式给了我们另一种选择。



我们正在寻找一种更有效、更方便、更低成本的方法来帮助人们进行噬菌体治疗，无论是现在还是将来。近年来，酵母人工染色体 (YAC) 介导的噬菌体重组已成为噬菌体工程的主流方法。面对经典 YAC 平台难以操纵大基因组噬菌体的问题，我们对其进行了改进，重启了噬菌体 T4。在我们的研究中，我们探索了噬菌体 T4 基因组百万碱基大小的片段的组装，优化了百万碱基 DNA 的电穿孔条件，并对经典的 YAC 策略进行了升级，使其能够同时在多个点对任何噬菌体进行工程。这将使噬菌体治疗研究在维护世界平衡、美丽、健康的同时，向前迈进一大步。



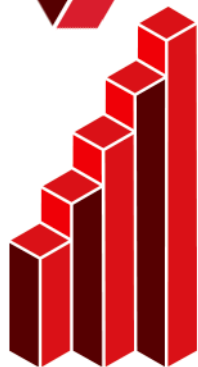
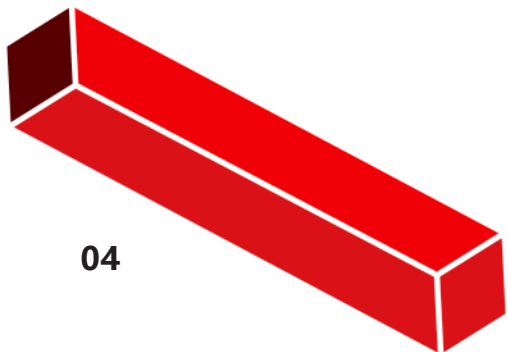


# HK\_HCY 荃灣公立何傳耀紀念中學

## · 隊伍介紹

因溫室效應在全球急劇發展，為了緩和這種情況，越來越多注重環保的產品被發明或重視。生物燃料便是其中一種。它如今被運用到種類繁多的能量消耗過程裡，例如交通和能源產生。我們團隊相信生物燃料在未來是必不可少的，所以於現在開始提高它的質量至關重要。

04



根據我們的調查，生物燃料中的生物膜對於燃料的生產效率及能源效率造成了負面的影響。在為燃料塑造生物膜的微生物中，醱酵乳桿菌佔了大多數。為了減少生物膜的形成，我們團隊用兩種方法來鎖定群聚感應。第一種是通過分解信號傳輸細胞和激酶 Lsrk 來降低 AI-2。第二個方法是抑制能和推定將會高吸引力的肽配體對齊的 LuzS (AI-2 合酶) 活動。我們的方法是為了表現大腸桿菌的重組，然後提取其無細胞溶解產物。隨後將其添加進生物燃料裡來干擾群聚感應。

05

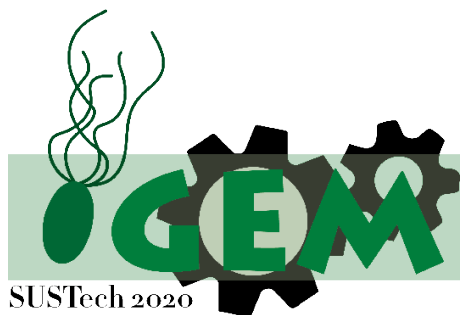




# SUSTech Shenzhen 南方科技大学

## 项目介绍

假单胞菌属可利用简单、廉价的碳源与氮源作为外源营养物合成具有工业用途的产物。除了可作为某些化合物合成或降解的重要催化剂的初级代谢产物之外，假单胞菌还能合成多种次级代谢产物，包括六类具有产业化前景或已实现产业化的复杂化合物或聚合物，例如藻酸盐、维生素 B12 等。



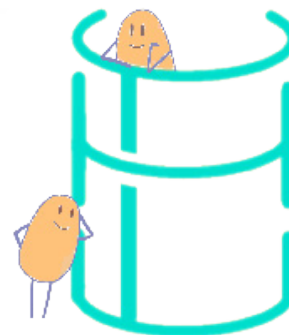
我们团队根据假单胞菌噬菌体的一个转录因子的晶体结构，筛选设计得到了它的具有生物学活性的小分子抑制剂。在此抑制剂存在的条件下，噬菌体无法侵染假单胞菌，所以我们在一定程度上解决了大规模工业生产中菌株的感染问题，并能够利用该小分子抑制剂和噬菌体来调控生物被膜在污水处理中的应用。

## 项目介绍

2020 清华大学 iGEM 团队设立 NBA (No mediated Biofilm Allayer) 项目, 将利用大肠杆菌表达信号分子 NO 以清除生物膜。当“间谍”菌通过 Rhl 群体感应系统, 感知到铜绿假单胞菌的存在, 就能刺激自身 NOS 基因的表达, 产生 NO 分子, 抑制铜绿假单胞菌的生物膜形成。NBA 项目将用高效低成本且环境友好的合成生物学方法, 帮助解决工业和家用器材上因生物膜带来的困扰。



扫码看 THU 出品“杀灭生物膜”科普漫



# UM\_MACAU 澳門大學

## 項目介紹

我們團隊參觀了學校附近的一個水族館，即廣東珠海的長隆海洋王國。我們在那裡瞭解到由於生物膜的快速增長，清潔是每天最繁重的工作。每天都有許多潛水員輪流帶著小刷子和氧氣瓶潛入水族館的水族箱進行清潔。目前只有在使用這種物理清潔方法，但不僅效率低，且非常耗費人力物力。除此之外，還有其他的問題。潛水員長時間在高水壓的大型水族箱中清潔會對身體造成負擔。其次，在一些展示微小生物的小型水族箱中，有許多難以觸及的角落和縫隙。此外，水族箱中有一些生物非常脆弱，例如珊瑚和水母，清潔工需要格外小心地工作，避免傷害這些生物。



通過訪問長隆海洋王國，我們對清潔生物膜的重要性以及目前如何處理生物膜有了更深入的瞭解。為了解決這些問題，我們想出了一個更好的方法：讓細菌去清除生物膜。

我們利用基因編輯技術在大腸桿菌 BL21 中加入了 LuxR 啟動子來識別一種細菌中普遍使用的群體感應信號分子 AHL，使工程菌順著 AHL 濃度梯度游向生物膜。被 AHL 啟動表達後，工程菌會表達黏附蛋白 Ag43 從而黏附在生物膜上，同時表達出蛋白酶和 DNA 酶來降解生物膜。



# WHU-China 武汉大学



## 项目介绍

“谈判专家”团队致力于利用工程益生菌疗法解决医源性呼吸道感染问题，尤其是新冠疫情中的呼吸机相关性肺炎。项目选取遗传操作相对方便的益生菌大肠杆菌尼斯勒作为底盘，假想敌则是医源性感染中臭名昭著的铜绿假单胞菌，其毒力行为主要由群体感应系统介导。我们拟在工程益生菌中建造两组模块去赋予其“谈判专家”的能力：

- (i) 淬灭模块：异源表达群体淬灭酶，通过降解两种 AHL 以抑制“罪犯”（铜绿假单胞菌）的毒力表达；
- (ii) 感知模块：感知铜绿假单胞菌特征信号 PQS, 分泌适量趋化因子募集“警队”（免疫细胞）清除病原菌。此外，团队拟采用大肠杆菌裂解



物无细胞表达系统进行基因元件的快速评估，以加速项目的设计 - 构建 - 测试 - 学习迭代，与一瞥无细胞表达系统的文艺复兴。



## DUT China 大连理工大学

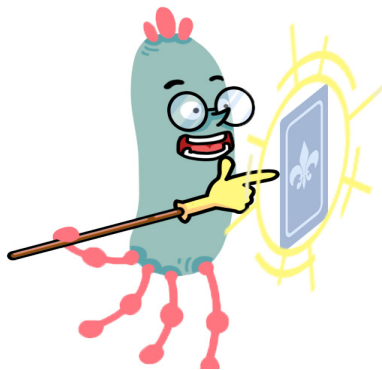
T4



我是 T4 噬菌体，是最常活跃于人类实验室的噬菌体材料。我的长相十分精致巧妙，就像是某位能工巧匠用尺规设计出来的一样——一个正二十面体的头部，其中装满了 DNA，也就是能够表征我身份的遗传信息；一个中空的管状躯干，它的末端还有细小的尖牙，就像注射器一样，能够帮助我把基因注入细菌之中；

最后是六条修长的尾丝，有了它们，我可以牢牢地攀在细菌的表面，然后把这个可怜的细菌当作猎物，也可以说是新家。一旦我的遗传物质在细菌里安家落户，我就可以让它为我生产所有需要的零件，并组装成另一个 T4 噬菌体。当我——或者说我们的队伍足够壮大时，就可以离开这个被消耗殆尽的空壳，寻找下一个目标。或许你会觉得我是一个危险的家伙，但是别担心，因为我只会把大肠杆菌当作猎物，至于其他的细胞，我甚至无法吸附在它们的表面。也正是因为有这样的特异性，我才拥有了对抗单一菌种的潜力，并且正在逐渐在这一领域发挥独特的价值。

M13



我是 M13 噬菌体，是一个个头较小，但是作用却不小的噬菌体。和我的噬菌体同伴 T4 一样，我也会专一地寻找大肠杆菌并侵染它们。不过，我也有许多特点：首先，我要比 T4 噬菌体小很多，我没有一个大脑袋来容纳遗传物质，因此我的 DNA 也要短得多；

其次，我也缺少长长的尾丝，因此外观就变成了一个没有特点棒状外壳，还被归入了丝状噬菌体。不过，我还是有不小的用途：除过能够侵染大肠杆菌外，我还可以通过改造，变成运输外源基因的载体，在基因工程领域也有不小的价值。

## Lambda

我是  $\lambda$  噬菌体，是一个比较温和友善的噬菌体。虽然我长得和 T4 噬菌体比较相似，但是与 T4 噬菌体的热衷于破坏宿主细菌不同，由我注射进大肠杆菌的遗传物质不会立即开始指导产生各个部件，而是会先形成一个封闭的 DNA 圆环，随大肠杆菌自己的分裂繁殖一同进行复制。

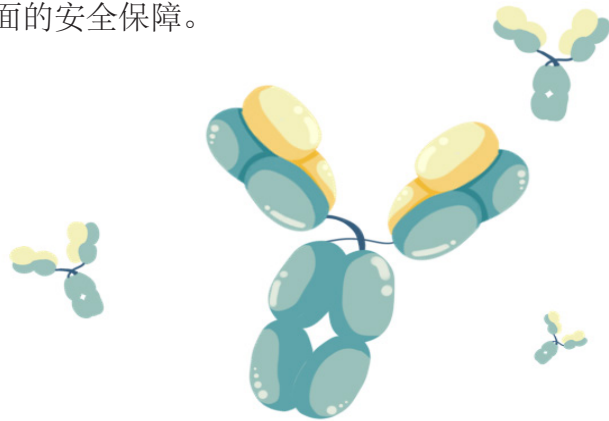


只有当生存环境发生剧变时，我才会启动新噬菌体的合成路径。这种温和的特性让我可以为大肠杆菌带来一些外源的基因，因此在实验室中也能时常看到我的身影。

## IgG

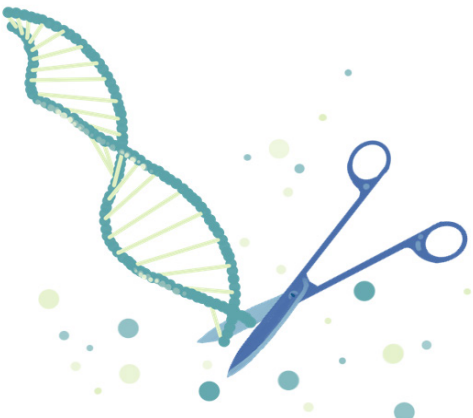
我是 IgG 抗体，是哺乳动物免疫球蛋白的一种类型，也是抗感染的“主力军”。

如果有病原体，无论是细菌还是病毒侵入了人体内部，我们的身影就会遍布于血清和各个组织之中。一方面，我们的“手臂”会抓住这些入侵者，让它们更容易暴露自己的行踪，在免疫系统面前更加脆弱；另一方面，我们会“通知”附近中性粒细胞和巨噬细胞，让这些防卫者更加强大。除此之外，我们还有一个重要的特性：可以穿过胎盘屏障，保护免疫系统尚未发育成熟的胎儿，这为新生儿提供了更加全面的安全保障。






## 规律间隔成簇短回文重复序列



我叫 CPISPR，这是一个缩写名，我的全名是“规律间隔成簇短回文重复序列”。你可能还是没明白我到底是谁，就请让我先来说一说 CRISPR/Cas9 系统

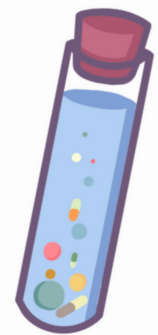
这个系统可以帮助人们在长长的 DNA 序列上找到一段特定的序列，然后把它切割下来，再换成另一端预先设计好的序列。这个过程都是在人们的控制之下，因此可以实现基因的定点编辑。而这个系统的基础，便是一段由细菌进化出来的，抵抗噬菌体基因入侵的重复序列，也就是我，CPISPR。就这样，一个“免疫系统”变成了基因编辑的有力工具，正发挥着巨大的作用。

## 血脑屏障



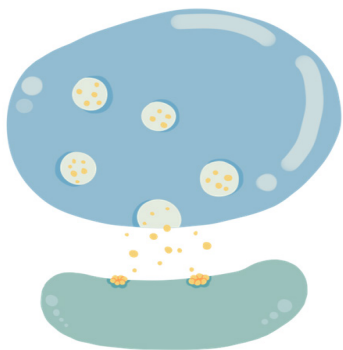
我是血脑屏障，是保护大脑的重要城墙。紧密排列的内皮细胞、连续完整的基底膜，以及由星形胶质细胞构成的胶质膜是这道城墙的主要结构。我严格地监控着一切流向大脑的血液，任何一个“偷渡者”，尤其是企图进入脑组织的病原体都不能如愿以偿，它们只能被拒之门外，受困于毛细血管之中，等待着免疫系统将它们清除。

## 营养物质



在这场名为自然选择的战争里，我们是中立者。我们为一切生命形式——无论它们是高级还是低级，消费者还是生产者，天敌还是猎物——提供生命活动所需的材料与能量。尽管我们并不知道自己会被用于构建免疫屏障还是生产毒素，但只要有生命需要维持，我们会伸出援手。

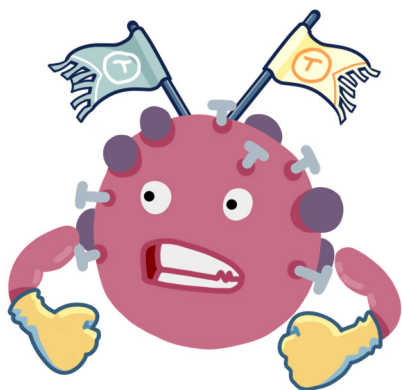
## 穿孔素



我是穿孔素，一种来自细胞毒性 T 细胞 Cytotoxic T lymphocyte 和 NK 细胞胞浆颗粒中的糖蛋白，我能在细胞膜上形成多聚穿孔素 (polyperforin) 管状通道，将细胞迅速溶解破坏！

## 毒性 T 细胞

病毒和肿瘤细胞见了我都得瑟瑟发抖，由我分泌的细胞因子是其他免疫细胞的得力助手！自然杀伤细胞和我是机体的守护神。



## 卡那霉素

我是一种抗生素，我与 30S 核糖体结合后能使 mRNA 密码误读从而抑制蛋白质的生物合成。虽然很多细菌都怕我，但是也有不少细菌已经对我免疫了……



## 巨噬细胞

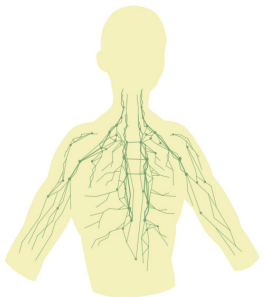
经趋化性定向运动抵达病变部位时，我可以吃掉有害的细菌、异物和已经衰老的细胞

也能使一些伪装的抗原现出原形，同时我还能分泌溶菌酶和补体，参与机体防御。



## 淋巴循环

我广泛存在于哺乳动物之中，由组织液经毛细淋巴管进入淋巴系统而形成淋巴循环。我的主要功能是：回收蛋白质、运输脂肪和其他营养物质、调节血浆和组织液之间的液体平衡、清除组织中的红细胞、侵入机体的细菌及其他的微粒。我是循环系统的重要组成部分，是血液循环的辅助，有效补充，机体维持正常生命活动没有我是不行的。



## 青霉素

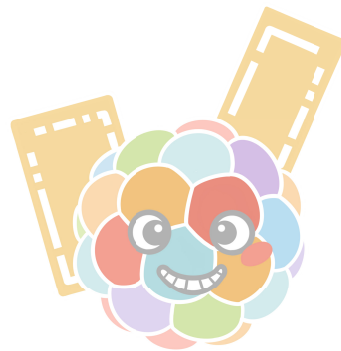
我是被人类发现的第一种抗生素，也是最常用的抗生素之一。可以说我的出现开创了用抗生素治疗疾病的新纪元。我能抑制细菌胞壁粘肽的合成过程中 during the synthesis process 的转肽酶 transpeptidase 而 affect 影响细胞壁的形成 cell wall formation，这样缺少细胞壁细菌就会因膨胀变形而亡。



## 生长发育

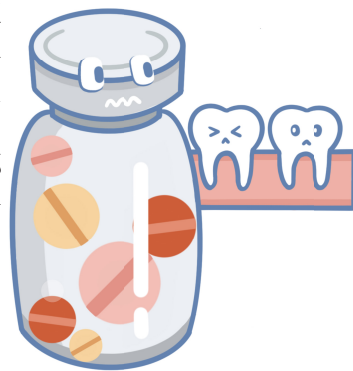
生长是指身体各器官、系统的长大和形态变化，是量的改变；发育是指细胞、组织和器官的分化完善与功能上的成熟，是质的改变。

两者密切相关，生长是发育的物质基础，而发育成熟状况又反映在生长的量的变化。人的生长发育则是从受精卵到成人的成熟过程。



## 四环素

我是一种能结合线粒体 70S 亚基，抑制线粒体蛋白质合成的广谱性抗生素，因此细菌、立克次氏体、衣原体还是支原体都怕我。但是由于滥用，各种病原菌对我的耐药性已相当普遍。



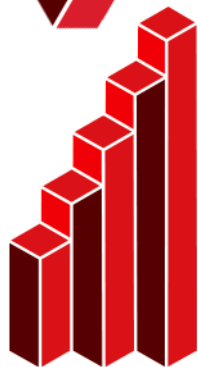
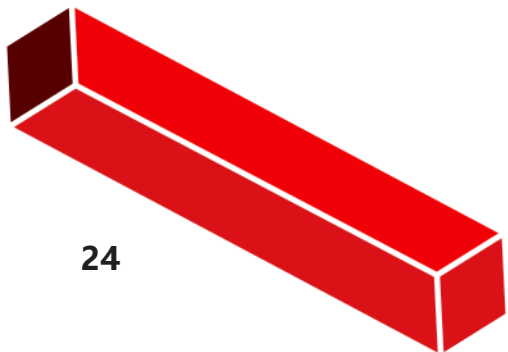


# HK\_HCY 荃灣公立何傳耀紀念中學

## 什麼是生物膜？

生物膜是由表面一種又或是更多的微生物組成。這些微生物包括細菌、真菌和原生生物。生物膜含有的胞外聚合物 (EPS) 能夠使它們附在表面上。

其中一種在人類身上非常常見的生物膜便是牙菌斑。我們能在牙齒上找到它。在大自然界裡，生物膜常常於水下、地下或者是動物及植物的細胞上出現。

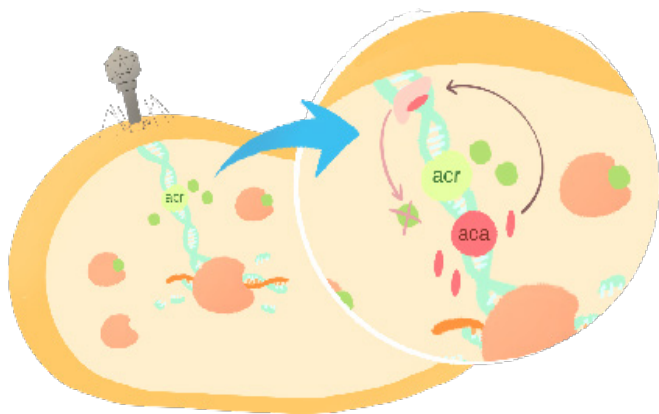


## 什麼是群聚感應？

群聚感應也被稱之為「細胞間的通訊」。它在細菌的資料交換中發揮著重要的角色。這個過程涉及了胞外信號傳遞細菌 (AIPs)、自體誘導物 (AIs)。隨即，另一個存在於細胞質或細胞薄膜的細胞便會通過感受器偵測到。

細菌會被分類成進行不同群聚感應的革蘭氏陽性或陰性菌。前者是用自動感應的肽，後者是用一些小的分子，也就是自動誘導物。當這些物質都被細胞偵測到，就會產生相應的回應。

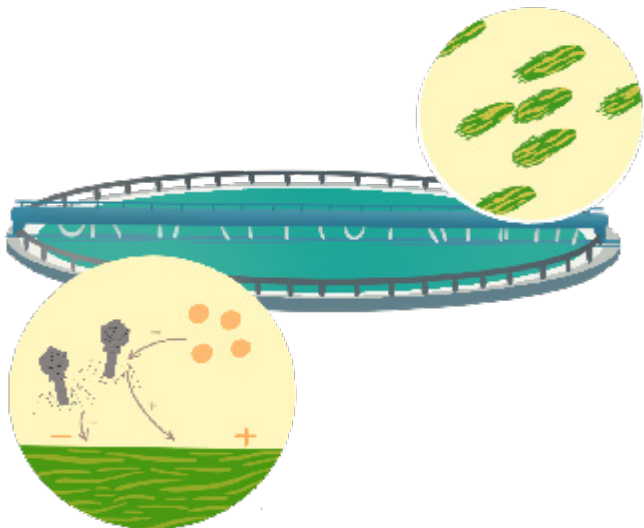




CRISPR-Cas 系统是存在于细菌和古菌中的一种适应性免疫系统，能够抵抗噬菌体等外来遗传元素的入侵。噬菌体表达抗 CRISPR 蛋白 (Acr) 来抑制噬菌体的 CRISPR 系统，从而防止自己的基因组被破坏。

大多数 Acr 基因与抗 CRISPR 相关基因 (Aca) 相邻，后者编码与 DNA 结合的蛋白质。最近的研究表明 Aca 蛋白可以作为 Acr 基因转录的关键抑制因子。在缺乏 Aca 蛋白的情况下，Acr 基因的高转录水平会干扰下游基因的表达，导致噬菌体死亡。

由于其强大的降解能力，假单胞菌在生物修复方面具有巨大的潜力，因此它们可以被用于污水厂的污水处理中。然而，环境中的噬菌体是应用假单胞菌进行污水处理的一个重大威胁。



基于已有的研究，我们认为我们筛选得到的小分子化合物可以用于保护假单胞菌免受噬菌体的侵害。同时，我们可以同时应用噬菌体和小分子化合物来对假单胞菌制成的生物降解膜进行控制，使其厚度保持在最佳降解效果范围内。



# UM\_Macau 澳門大學

## 合成生物學簡介

2019年初，合成生物學被 Nature 期刊評為 2019 年度最值得期待的生物技術之一。(Nature 期刊是全世界最具權威和名望的學術期刊之一) 合成生物學領域也‘不負眾望’的取得了一系列萬眾矚目的成就。那麼如此神秘的合成生物學到底有什麼奧秘讓科學家們如此著迷呢？

*細菌領域重大成果：  
讓細菌變成像植物一樣的自養生物*

以色列的研究人員創造了一種全新的大腸桿菌菌株，這種菌株是以消耗二氧化碳作為碳源，而不是常規的有機化合物。以色列研究人員利用新陳代謝重分配和實驗室進化，將大腸桿菌轉化為自養生物，這種菌株可也消耗空氣中的二氧化碳進而為自身提供營養和能量。

這一合成生物學的壯舉再一次展示了細菌新陳代謝的驚人可塑性，這一成果也為未來的碳中立生物生產 (carbon-neutral bioproduction) 提供了框架。

*基因領域重大成果：  
讓 DNA 鹼基從 4 個變成 8 個*

自然界中除病毒外，每一種生物的基因都由 4 種碱基組成的，伴隨了我們幾十億年的 4 種 A、G、C、T 遺傳密碼子組成了世界上有機體的 DNA，但一項最新研究顯示，科學家將遺傳密碼子核苷酸從四種擴充到了八種，這些核苷酸的外觀和行為與天然的核苷酸相似，甚至可以轉錄成 RNA。

合成生物學的本質即是利用我們已知的 DNA 碱基去合成我們想要的生物基因序列，而這一擴增的遺傳密碼系統可為能支援生命的更大、更複雜的分子結構提供新的線索。



### 數位信號領域：“細胞”數位訊號處理器

合成生物學不僅僅是單純的生物學領域還包括電腦、資訊工程和物理學等領域。在電腦數位信號方面，波士頓大學的 Ahmad "Mo" Khalil、萊斯大學的 Caleb Bashor 和麻省理工學院、哈佛大學、Broad 研究所和布蘭迪斯大學的同事們利用一種稱為協同裝配 (cooperative assembly) 的生化過程，設計出既能解碼頻率相關信號又能進行動態信號過濾的基因電路。

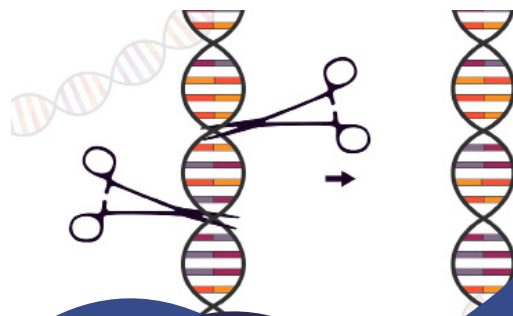
協同性可以看作是一種信號處理功能，它可以當作類比 - 數位轉換器，這是一種可以把基本上線性的東西轉換成開關式的裝置。合成工程協同裝配使研究人員能夠以細胞天然的優雅方式地執行複雜任務的組合信號處理，如胚胎發育和分化。



## CRISPR 是甚麼？

1987 年，日本科學家在大腸杆的基因體發現一段古怪的 DNA 序列，某一段 DNA 會一直重複，重複片段之間又有一樣長的間隔，科學家把這段有規律的序列命名為 CRISPR (Clustered, Regularly, Interspaced, Short palindromic repeats)

CRISPR 系統是原核生物的一種天然免疫系統，存在於大多數細菌和古菌中。當他們受到病毒入侵後，病毒便會把自己的 DNA 注入到細菌中，企圖霸佔細菌細胞內的資源，用來複製更多病毒。



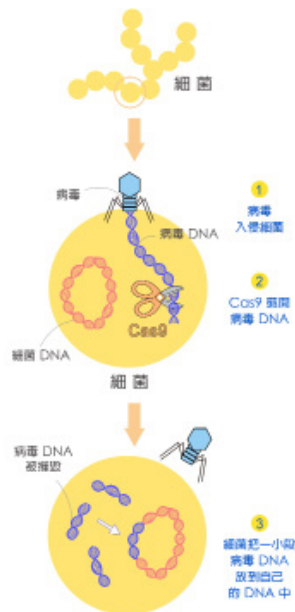


圖 | 細菌遇到病毒入侵 (圖源: 研之有物)

但細菌也不是省油的燈，他們的免疫系統可以辨識和摧毀病毒的 DNA。細菌成功抵禦病毒入侵後，能夠把病毒 DNA 的一小段提取出來並存儲到自身基因組上的特定區域。當再次遇到病毒入侵時，能根據 DNA 片段識別病毒，用可以切割 DNA 的酶 Cas9 將病毒的 DNA 切斷使其失效。根據 CRISPR 和 Cas9 的特性，科學家將其改造成目前最高效的基因編輯工具。

## 如何利用 CRISPR 實現編輯 DNA ?

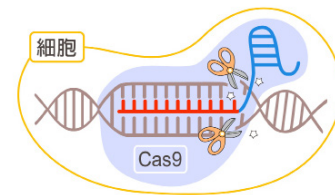
基因編輯的關鍵是：找到一把可以切開 DNA，又不會隨便亂剪的分子級剪刀。而內切酶 Cas9 憑藉一段 RNA，就能精準鎖定 DNA 片段。

基因剪下來了，又該如何貼上新的基因？由於細胞天生會自動修補受損的 DNA，只要把正確的基因送進細胞核，就有機會被細胞拿來修補 Cas9 剪下來的缺口，完成基因編輯。

1 製作引導 RNA，紅色是與 DNA 互補的序列，藍色部分讓 Cas9 可以「抓住」RNA。



2 Cas9 和引導 RNA 進入細胞，引導 RNA 找到互補的 DNA 序列，由 Cas9 剪開。



3 送入正確的基因，就有機會黏貼在斷口處。

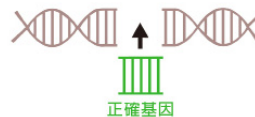


圖 | CRISPR-Cas9 如何運作 (圖源: 研之有物)

## 基因編輯技術瓶頸

可惜的是，Cas9 這把剪刀還有很多技術上的瓶頸，還不適合直接治療人體細胞。應用在人體的 DNA 上，並不是百分百準確。因此無法保證 Cas9 每次都剪對位置。而切錯位置可能造成嚴重的後果。比較安全的做法是把細胞取出來，在體外編輯，確定沒問題後再放回體內，例如修正免疫細胞的基因，治療免疫疾病。CRISPR 還可以應用在幹細胞，在體外進行基因編輯，再放回體內分化成各種健康細胞。雖然說 CRISPR 是基因編輯中的一把鋒利的剪刀，但它仍處於待完善的狀態。比如有時，CRISPR/Cas9 酶會脫離靶細胞（目標細胞）而作用于其他正常細胞，又有時即使目標精準，表達效果也不盡相同，這就導致了在這些情況下甚至會影響到一些健康基因的表達。

## 生物膜

甚麼是生物膜？



菌膜是一群細菌形成的細菌薄膜，會一直生長，細菌通過產生胞外多糖聚合物，使細菌細胞相互粘連，形成一種膜狀結構，這是微生物的一種自我保護性生長方式。只要滿足細菌繁殖的條件，細菌就會快速的生長和繁殖，形成薄膜。常見於水族箱的玻璃膠管、岩體、浮木甚至生物表面。

## 生物膜形成的幾個要點

**細菌的種類：**魚缸裡有許多不同的細菌，我們無法通過肉眼分辨，需要通過專業檢驗手段才能知道生物膜屬於哪一種細菌。

**附著面：**光滑的平面難以附著，相反粗糙面非常容易附著生物膜。比如石頭，浮木，塑膠管壁能地方。

**pH：**酸鹼值是影響細菌生長和繁殖的重要因素。酸性，中性或鹼性都有相對應的細菌，大多數的細菌嗜好在中性的環境下生長，但也有例外，比如嗜酸菌和耐鹼菌等。

**溫度：**溫度會影響生長的速度。不同的細菌所適應的溫度不一樣，繁殖速度也不一樣。普遍菌群溫度越高繁殖速度快，反之則慢，但也有例外，比如硝化細菌則指定在 25 度時繁殖得最快。

**水壓：**在強大的水壓下，細菌的細胞結構會被破壞，導致其死亡。比如大腸桿菌在 40 兆帕的壓力下長度會變長 5-10 倍，導致細胞壁和細胞膜的通透性發生變化，最終會破裂死亡。

## 生活中的生物膜

以下均為典型水缸生物膜：白色絮狀物，組成成分為多糖和脂質 (EPS)。它也是由細菌、菌類和其他真核生物組成的多層物質。而其組成成分來源則是魚飼料被魚類轉化為魚類代謝物所提供的碳。這樣的碳稱為溶解有機碳並在水面與水面上的氧氣結合。







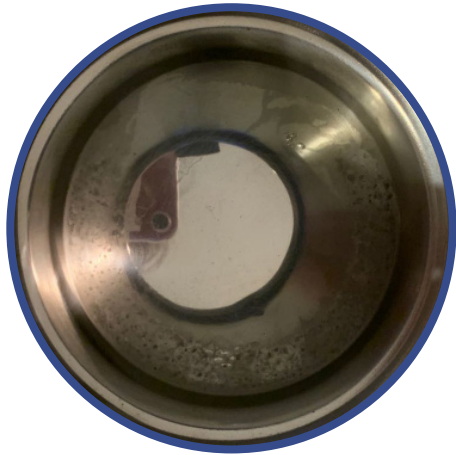
生物膜一般都形成在新水域中（新魚缸開缸），在這時水域環境十分不穩定（pH，溫度，氧氣）並不有利於水中的菌自身生長。所以此時細菌們啟動了自己的保護機制即是“抱團”。對於革蘭氏陰性菌他們的“抱團”特異性誘導劑為 N- 乙醯基高絲氨酸內酯（AHLS），而對於革蘭氏陽性細菌誘導劑則是寡肽。呋喃酮同時存在于革蘭氏陽性和陰性細菌中。水域中會形成生物膜的這些細菌一般為不動桿菌屬，假單胞菌屬，克雷伯菌屬，大腸桿菌，金黃色葡萄球菌，氣單胞菌和腸球菌。

以下生物膜附著在泥土上，土壤上的微生物也生產 EPS。無論是在水域中，還是暴露於空氣中的生物膜都為白色形態，所以可以猜測判斷他們可以為相類似菌屬。但是對於水域的生物來說，水域生物膜並沒有給他們帶來好處甚至與他們搶奪氧氣資源。而土壤方面，微生物形成生物膜時生產的 EPS 是有益於土壤和植物的，EPS 會幫助聚集土壤顆粒，幫助植物保持濕度以及捕獲養分。更有 EPS 在土壤團聚中的應用以及 EPS 幫助植物應用的科技正在開發中。





值得注意的是，如果對於水壺，特別是熱水壺來說，如果幾天沒有清洗水瓶並留有少量的水的话，內部底部是會形成粘稠的生物膜的。使用帶有生物膜的水壺是會有機會食入對人類身體有害的病菌。但是在水瓶底部會生成的物質也可能是水垢，在燒水的過程中，水中的碳酸根和鈣、鎂離子結合形成碳酸鈣和碳酸鎂並析出，飽和後形成水垢。而水垢則並不會對人體造成傷害。水垢一般呈淡黃色固體，並無生物膜一般的強烈粘稠感。但是更有可能性是兩者並存，所以我們也還是呼籲大家定期清潔自己常用的水瓶。



## 養魚小知識

魚缸水渾濁了產生菌膜的常見處理方式：使用淨水劑或者每隔兩三天就換水以保持魚缸內水的清澈。當魚缸內的水發黃、有明顯渾濁的細小顆粒，或出現了菌膜，除了添加市面售賣的淨水劑，往往大家都會動手換水，或者清刷魚缸。

添加化學藥品的效率非常高，品質好的淨水劑只需要幾滴進入魚缸，馬上會有絮狀的白色物質沉澱到魚缸底部，等待約二十分鐘完全沉澱後，開啟篩檢程式將絮狀物吸走，水質就會變得清澈，這其實是利用了化學原理作用的。淨水劑是利用了離子絡合作用，絡合沉澱水中有機質，把魚缸中物理過濾系統處理不了的雜質快速地凝結，形成大塊的絮狀物從而能夠被過濾棉過濾，所以水質就會變得清澈。



水質淨水劑主要兩類，物理性清潔劑主要成分為沸石粉，活性炭等，這類主要是顆粒沉淀，具有吸附性質的。第二類化學製劑，這類主要為水溶劑，常見的成分為聚合氯化鋁、聚合氯化鋁鐵、硫酸鋁、硫酸亞鐵。而當中硫酸鋁和硝酸亞鐵對魚類的眼睛表皮粘膜有刺激傷害作用，而鋁離子跟三價鐵是有毒物質。物理製劑對水質沒有危害但需要注意底部墊材（濾網，泥沙）的清理。最重要的是，化學製劑則是對魚類以及菌類有一定的影響，這些聚合劑有膠體的性質，這樣就有很大的機率凝集在魚鰓裡，對魚類嚴重危害，造成魚鰓堵塞。

大部分的細菌都是以生物膜的形式存在。所謂生物膜就是細菌分泌到外界的一些粘性物質，這些物質把細菌固定在穩固的表面上，細菌就會以此作為基地，在上面大量繁殖。隨著細菌的增加，生物膜的厚度也會增加，形成我們肉眼可見的灰白色菌膜。硝化細菌和其他腐生菌一樣，都需要形成生物膜才能夠開始繁殖，因此他們主要附著在水族箱內物體的表面，甚至是生物的表面，比如魚的身上，玻璃，水管，造景上等等。



魚缸水渾濁的原因有很多種，比如過量地餵食，魚缸內的過濾系統功效不足，硝化細菌數量不足等等。而大量頻繁地換水或者刷缸亦會破壞穩定的魚缸生態系統，也會對魚類有一定的影響。水族箱裡的重要菌群 -- 硝化細菌。硝化細菌主要作用是降低水中亞硝酸鹽的含量，亞硝酸鹽都具有致癌性且對魚類有害，其次硝化細菌還能夠改善水質，它能夠分解魚缸中的食物殘渣，排泄物以及清理其餘有機物。





# Ventilator-Associated Pneumonia



警官-免疫细胞

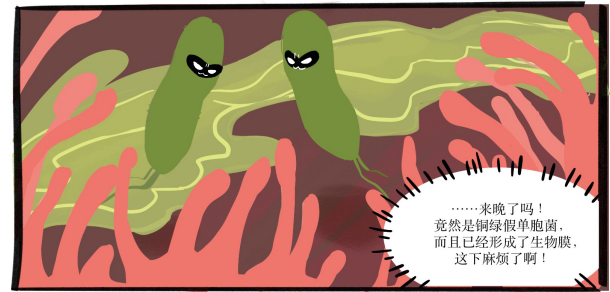
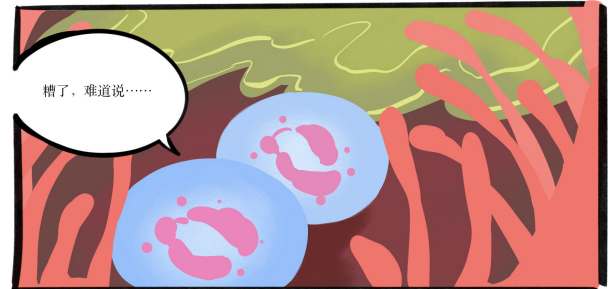


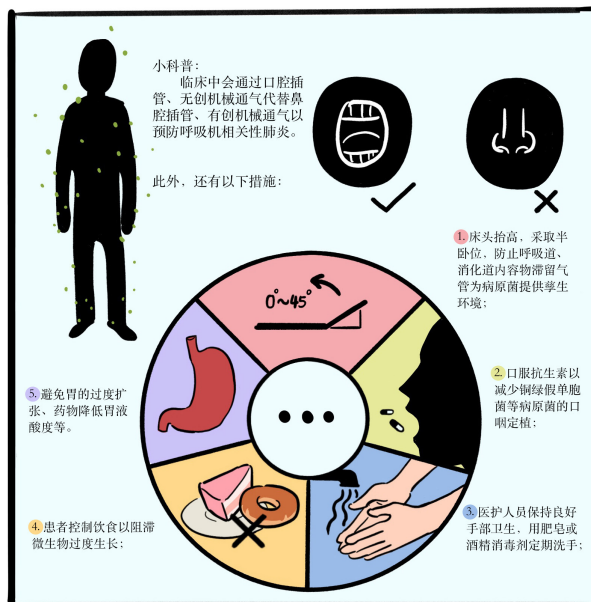
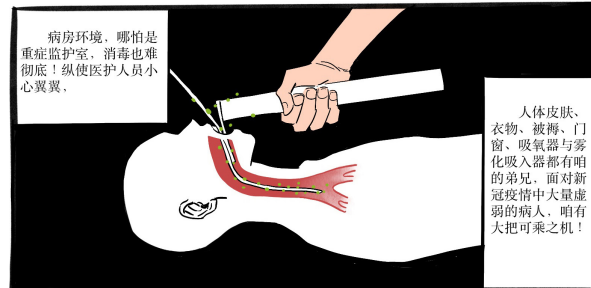
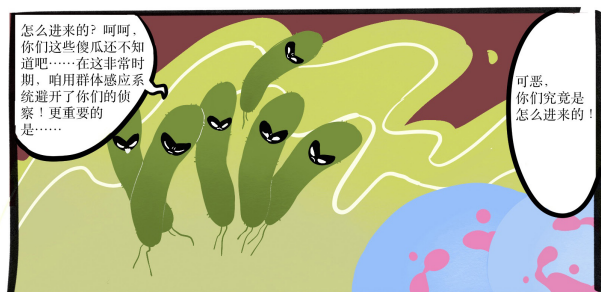
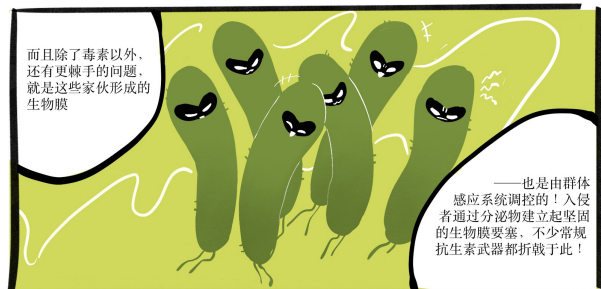
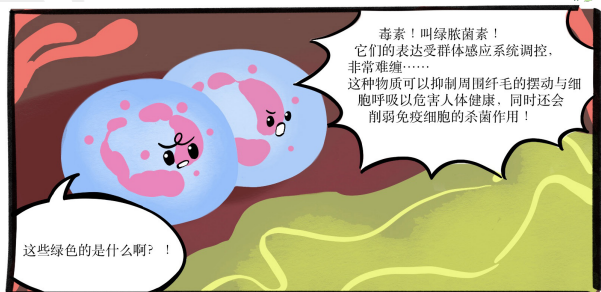
罪犯-铜绿假单胞菌



谈判专家-工程益生菌

下呼吸道内，免疫细胞向着发出警报的地区前进。









关注 WHU-China 公众号 阅读更多有趣的科普

Anti  
Biofilm  
Community



# 反生物膜联盟



DUT\_China



HK\_HCY



SUSTech\_Shenzhen



Tsinghua



UM\_Macau



WHU-China