



检测、分析、认证 - 系统、
精确和高效

OE
CONF
STAN

您的位置: [首页](#) > [资讯中心](#) > [科技资讯](#)

做蜘蛛做不到的事——超级人工蛛丝纤维合成路线

发表时间: 2021/2/2

在自然界中,蜘蛛能够创造出世界上最坚硬的丝质纤维,甚至可以在任意时间和环境下创造出比人造丝质纤维机械性能更优异的纤维。早在很久以前,蜘蛛所拥有的这项“超能力”和其创造出的丝质纤维就受到了研究学者们的广泛关注。现今,科学家们开发出的人造蛛丝纤维也已被应用在了众多不同的领域,如高性能纺织业,用于制造运动器材和机器中的可持续器件。而生产天然蛛丝的方法主要是依靠蜘蛛的农场繁殖来收取蛛丝,但这种收取模式仍然有待产业化和效率化。另一方面,人工合成蛛丝纤维也仍然面临着一些挑战,比如蜘蛛丝蛋白(spidroins)必须在异源宿主中制造。尽管科学家们已经研究出了一些适合的宿主,例如一些原核细胞型微生物、真核生物、植物,甚至于转基因的动物,但是它们的产率较低,而且所生产出的蛛丝蛋白水溶性很低。之后的纺成纤维工艺虽然的确可以在制造方法和合成的纤维结构上做出很大的改进,但是相较于纯天然丝质纤维而言其机械性能仍存在不足。因此,来自瑞典卡洛林斯卡学院的Jan Johansson与Anna Rising总结了影响蛛丝纤维性能的关键因素,并且通过比较不同方案之间的优缺点,设计出了一种可以合成新型超级人工蛛丝纤维的路线图,其前瞻性的观点以“Doing what spiders cannot-a road map to supreme artificial silk fibers.”为题发表为《ACS Nano》最新一期的期刊上。



一般情况下,每一只蜘蛛都可以创造出7种不同的丝质纤维,并且每一种纤维的机械性能均不相同。这些丝质纤维主要是由蛛丝蛋白组成,它们共享含有110-130个氨基酸的重复区球状终端域。这些在蛛丝蛋白中的终端域都是独一无二的,并且能够调节蛛丝的溶解度以及控制纤维的形成,重复区则能够控制蛛丝的机械性能。其中,最坚硬的丝质纤维(dragline)主要由大壶状腺丝蛋白(MaSps)构成,其重复区域主要含有迭代多聚丙烯氨酸(poly-Ala)段和富含甘氨酸(Gly)的重复区。在蜘蛛的丝腺中,蛛丝蛋白的浓度高达50%(w/v)左右。尽管我们尚未完全理解蜘蛛是如何将蛛丝蛋白保持在这样高的一个浓度而不产生沉积,但是现今所知晓的是,其储存模式主要是将重复区以随机盘绕的方式储存在丝腺内,并且 α 螺旋终端域会使蛛丝蛋白保有一定的亲水性,它主要附着在丝腺内部的表层来帮助存储。蛛丝纤维的合成主要在输送管内进行,其中包括pH值的降低和相对剪应力的增加,从而拉挤成形并最终形成蛛丝蛋白。更加有趣的是,蛛丝蛋白中的N与C终端域在合成时会起到“锁定与引发”的作用。N终端域在pH值降低时会二聚化,从某种程度上这类类似于网状结构的耦合作用,从而锁定蛛丝蛋白。C终端域则会在pH值和剪应力的影响下形成 β -片状核,从而促进氨基酸重复区转化成 β -片状核状。最终这种“锁定与引发”机制最终能够将液体状的蛛丝蛋白转化成固体状的纤维。



主办: 中国纺织信息中心
主管: 中国纺织工业联合会
ISSN 1003-3025 CN11-



最新动态

- [关于召开2021中国纺织...](#)
- [探讨可持续时尚多重潜能...](#)
- [发挥紧密细纱机高速潜能...](#)
- [可持续,方时尚|优可丝...](#)
- [开年“双循环”大步迈开...](#)
- [2021年1-2月服装行业经...](#)
- [2021年1-2月印染行业经...](#)
- [无处不在的微塑料,你究...](#)
- [2020~2021年中国服装...](#)
- [新疆喀什地区550余万亩...](#)

网上订阅

- [《纺织导报》订阅](#)
- [其他出版社订阅](#)
- [索取样刊](#)

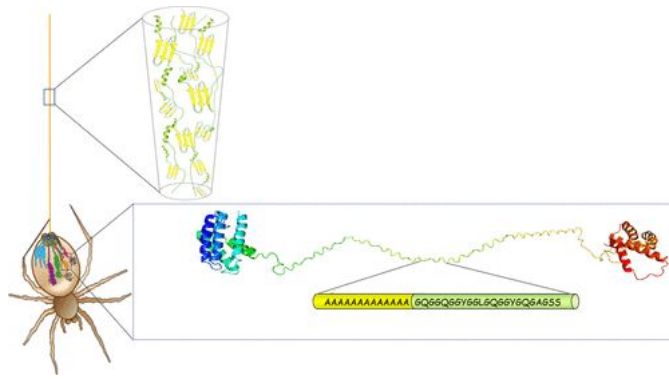
邮件订阅最新导读

姓名:
邮箱:

[免费订阅](#)

[广告垂询](#)

[在线投稿](#)



蛛丝纤维蛋白的主要构成

影响蛛丝纤维的几大关键因素

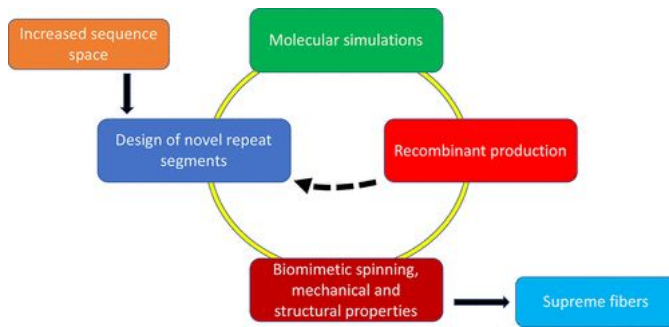
大壶状腺丝蛋白在纳米级结构中表现为各向异性，其层叠的 β -片状核段形成一种结晶域 (β -结晶)，并嵌在无定形基体中，其主要作用是控制蛛丝纤维的抗拉强度。这种结构是决定其机械性能的关键。尽管结晶程度与机械性能之间的具体关系尚未清晰，但是通过动力学模拟发现结晶域本身体积的大小对于是否能够达到高抗拉强度、还原能力和韧性有着决定性的作用。

蛛丝蛋白为分泌性蛋白，因此，它们必须通过内质网膜来进入分泌通道。转运蛛丝蛋白到内质网膜的要求排除了蜘蛛对于调解 β -结晶段间层之间反应的边链的使用，这也成为了人工合成蛛丝纤维的一大考虑因素。

多聚丙氨酸相较于单个丙氨酸在斥水性以及蛛丝纤维的制造上有着显著的更好的作用。基于多聚氨基酸 (poly-Ala, poly-Val, poly-Ile) 的Zipper Database预测结果说明：更加斥水的多聚氨基酸的确能够生成更加稳定的 β -片状核段相互作用。蜘蛛选择不使用这两种氨基酸作为大壶状腺丝蛋白的原因可能是其相对较强的斥水性，并且，这样的重复区也面临着在通过内质网膜时有可能被困住的情况。当然，如今的技术已经可以支持在真核系统中合成人工蛛丝纤维，通过将缬氨酸、异亮氨酸等氨基酸链与其他链的结合，再直接在细胞内部表达，从而避免通过内质网。然而，这两种氨基酸链的高疏水性会给宿主在核内生产纤维带来一定的困难。当然，通过有机溶剂和纺丝法来人工制造纤维或许能够降低对溶解度的要求，但同时这也需要更加完善的合成工艺方法。

合成新型超级人工蛛丝纤维的路线图

作者基于已知的理论和方法，总结出了一套合成超级人工蛛丝纤维的路线图。首先，可以采用生物信息学 (in silico) 中的方法来合成多聚氨基酸 (poly-Val, poly-Ile) 重复区和来源于增加序列空间的变种的 β -结晶，这些所生成的结晶又可以通过分子动力学模拟来评估稳定性和硬度。由于蜘蛛本身无法使用长距离拉伸的非极性的物质来制造蛛丝，毫无疑问，这种新引进的元素在人工合成蛛丝方面会带来一定的优势。当然，其新型合成的 β -结晶所形成的重复区也需要经过分子动力学模拟与实验测试进行评估。最终，通过纺丝法所形成的新型人工合成蛛丝纤维可以进行一些机械性能和结构测试，来与蜘蛛所生成的蛛丝纤维进行对比。



合成新型超级人工蛛丝纤维的路线图

论文链接: <https://doi.org/10.1021/acsnano.0c08933>

(来源: 高分子科学前沿)

相关文章

暂无相关文章

© 2020 《纺织导报》版权所有 京ICP备10009259号-3 京公网安备11010102000916号

Powered by SeekRay