

## Come Spiderman una supertela grazie al grafene

ELENA DUSI

ROMA. Anche i ragni hanno i loro supereroi. Già normalmente la loro seta è considerata resistente come l'acciaio. Oggi, nutriti con un bibitone di grafene e nanotubi di carbonio, gli insetti allevati in un laboratorio dell'Università di Trento sono riusciti a secernere un filamento ancora più resistente (tre volte in più) e tenace (dieci volte in più). L'idea dell'esperimento è venuta a un gruppo coordinato da Nicola Pugno (già veterano dell'argomento, con i suoi studi sulla capacità di aderenza delle zampe del gecko) insieme ai colleghi del Graphene Centre di Cambridge.

«Il filamento che abbiamo ottenuto - spiega Pugno - è fino a tre volte più resistente dell'acciaio e dieci volte più tenace del kevlar», che sono considerati i materiali più robusti, fra quelli diffusi intorno a noi. Due in particolare sono le proprietà per cui la ragnatela di Trento si distingue rispetto a quelle sospese fra gli alberi e sui soffitti: la possibilità di reggere pesi e di allungarsi e sottostare a stress senza spezzarsi. «La resistenza è la capacità di sopportare una forza in rapporto alla sezione del filamento» spiega Pugno. «La tenacità invece è un concetto che può essere legato alla duttilità. È il contrario del-

“Abbiamo ottenuto un filamento più resistente dell'acciaio e più tenace del kevlar”

la fragilità. In termini tecnici parliamo di capacità di dissipare energia prima di arrivare alla rottura, per unità di massa». Nel caso dei ragni alimentati con il grafene, il diametro della tela andava da cinque a dieci micrometri (millesimi di millimetri), più o meno come avviene in natura. Si stima che se il diametro del filamento arrivasse a un millimetro, la ragnatela sarebbe in grado di bloccare un elicottero. Altro che mosche.

Nell'esperimento, che è stato pubblicato sulla rivista *2D Materials*, i ricercatori hanno nebulizzato nelle gabbie di 21 ragni di diverse specie dell'acqua con grafene o nanotubi di carbonio. Quando gli insetti sono andati a bere, hanno ingerito anche i cosiddetti “materiali delle meraviglie”, anch'essi dotati di eccezionali proprietà di resistenza e leggerezza. Sia il grafene che i nanotubi sono formati da atomi di carbonio assemblati l'uno accanto all'altro. Mentre il primo è un “foglio” sottilissimo, dello spessore di un singolo atomo, nei nanotubi il carbonio è arrotolato a formare un minuscolo filamento. Tanto ricche sono le promesse di questi materiali che i loro scopritori hanno ricevuto il Nobel per la fisica nel 2010. «I nanotubi hanno prodotto filamenti più resistenti rispetto ai fogli di grafene, che forse erano un po' stropicciati» spiega Pugno.

Il sogno dei ricercatori è di usare la seta del ragno per fabbricare fibre da usare in medicina, nello sport o in battaglia. Ma rinforzati o no con il carbonio, questi eccezionali filamenti sono in realtà ancora lontani dall'uso quotidiano. Gli insetti non tollerano la vita in cattività e se messi uno accanto all'altro si danno al cannibalismo. Dei “supereroi” dell'Università di Trento, il 29% è morto prima di iniziare a produrre la sua seta (raccolta tra 2 e 12 giorni

dopo l'esposizione all'acqua arricchita) e un altro 24% non è sopravvissuto ai 12 giorni. «Dobbiamo migliorare i protocolli» ammette Pugno. «Intanto ci dedicheremo anche a migliorare le proprietà della seta dei bachi». Una specie molto più agevole da allevare.

Altri tentativi di produrre seta di ragno (senza carbonio) sono in corso fra Europa e Nordamerica. Prevedono di inserire in vari tipi di organismi la famiglia di geni che sovrintende alla produzione di questi filamenti. Fallito il tentativo di ingegnerizzare delle capre e di mungere la seta nel loro latte, qualche successo si sta ottenendo con batteri o lieviti che secernono ragnatele. Una ditta californiana ha prodotto scarpe da corsa e cravatte che costano 314 dollari. Ma si tratta ancora di una fatica improba: i rarissimi clienti devono essere estratti a sorteggio.

© RIPRODUZIONE RISERVATA



## L'esperimento

**1** I ragni hanno bevuto acqua che contiene **grafene**

**2** L'acqua con i frammenti di grafene è finita nelle **ghiandole che producono la seta**

**3** La seta ottenuta è

**3 volte** più **RESISTENTE**

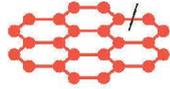
**10 volte** più **TENACE**

(cioè capace di deformarsi senza rompersi)

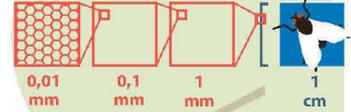
● Servono **3 milioni** di strati di grafene per raggiungere un millimetro di spessore



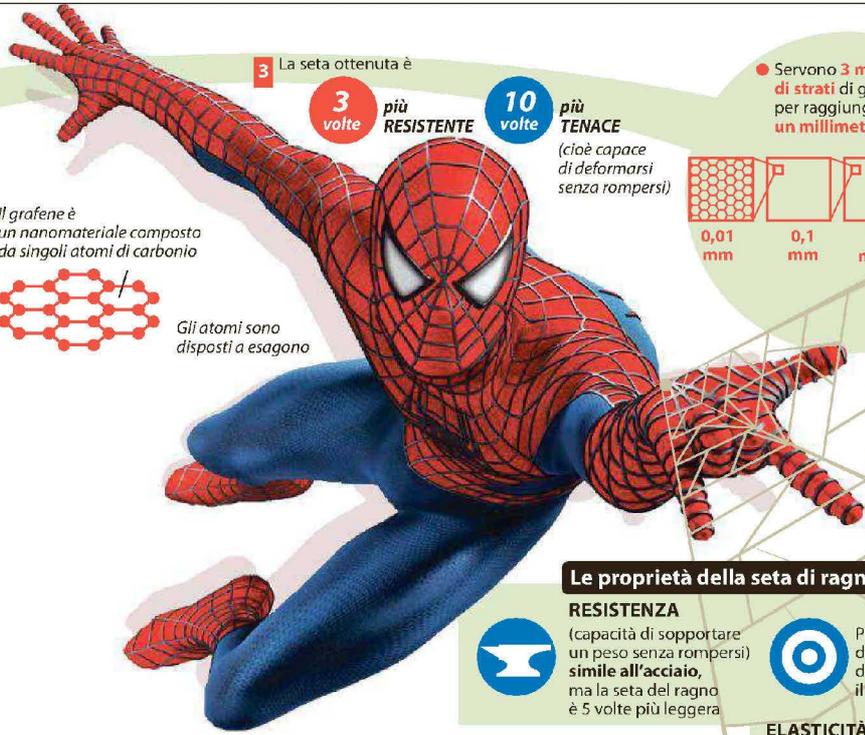
Il grafene è un nanomateriale composto da singoli atomi di carbonio



Gli atomi sono disposti a esagono



Indistruttibile  
È il filo ottenuto a Trento da ragni nutriti con il materiale a base di carbonio



### Le proprietà della seta di ragno

#### RESISTENZA

(capacità di sopportare un peso senza rompersi) **simile all'acciaio**, ma la seta del ragno è 5 volte più leggera



Più resistente della seta del ragno c'è solo il kevlar

#### ELASTICITÀ



Alcuni tipi **possono estendersi 5 volte** la lunghezza originaria prima di rompersi

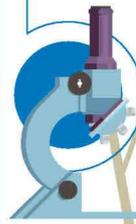
#### LEGGEREZZA



Il diametro della seta di ragno può essere di **pochi micron**. Un filo lungo come l'equatore peserebbe **mezzo chilo**

#### Che cos'è

- Viene prodotta da ghiandole specializzate dei ragni, le **ghiandole filiere**
- Un ragno può produrne **molte tipi diversi**, a seconda dell'uso
- Ogni tipo di seta viene prodotto da una ghiandola diversa



In laboratorio si riesce a produrre una varietà imperfetta, usando l'ingegneria genetica:



La **sequenza di geni** che permette ai ragni di produrre il filamento è stata inserita in batteri, bachi da seta e capre



In queste ultime le proteine necessarie a costruire le fibre venivano estratte **dal latte**

#### Gli usi



**Corde per paracaduti**



**Corde di violino**



**Fili per suture mediche**



**Armature flessibili e leggere**