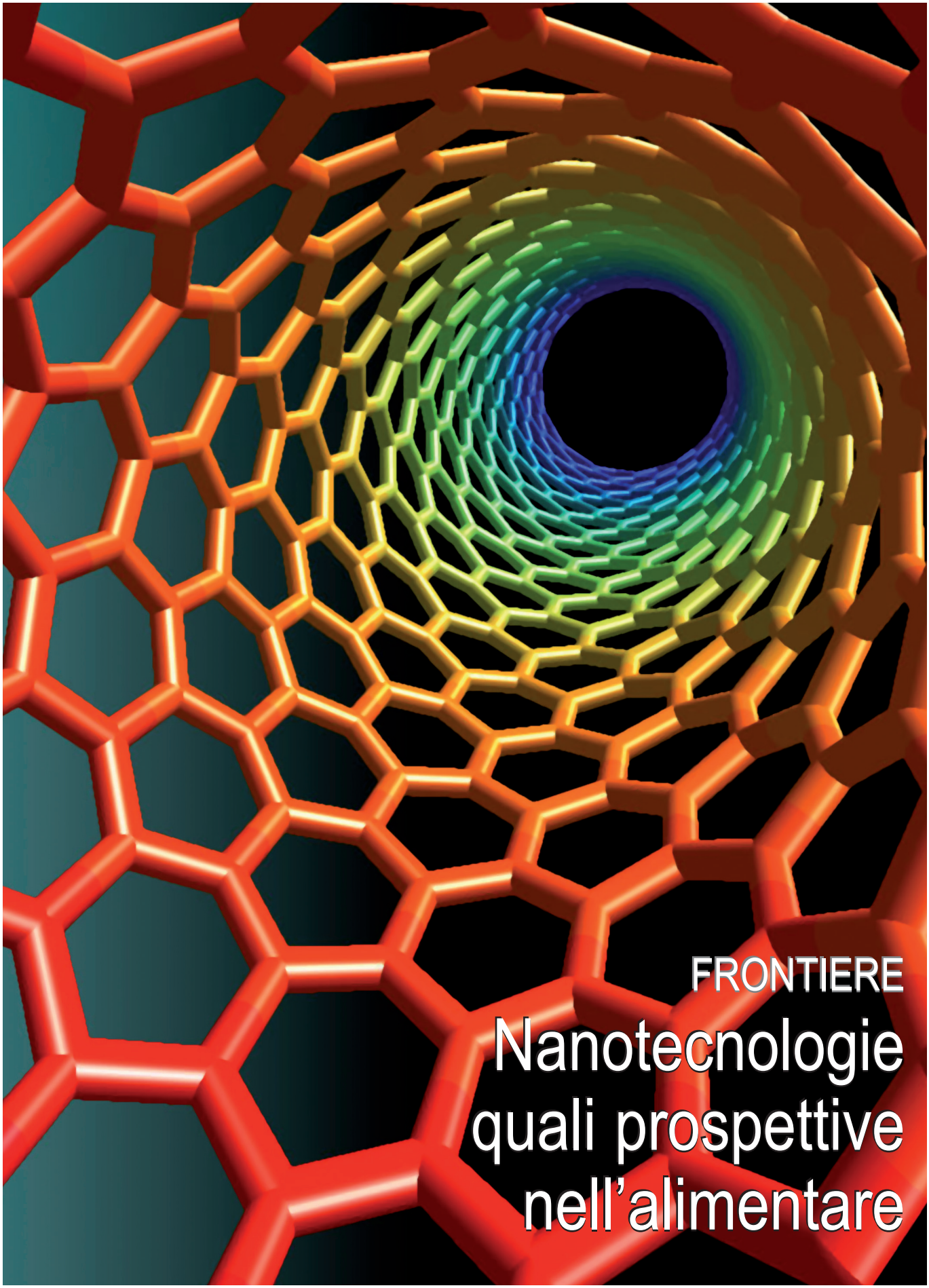
di Gino Pagliuca e Ugo Stella



FRONTIERE

Nanotecnologie quali prospettive nell'alimentare

GRAZIE ALLE NANOTECNOLOGIE CAMBIEREMO CIÒ CHE MANGIAMO E MODO DI MANGIARE, DI CURARCI, DI PASSARE IL TEMPO LIBERO E DI VESTIRCI.

1 **Saverio Mannino**

Il prof. Saverio Mannino, docente di Analisi Chimiche dei Prodotti Alimentari della Facoltà di Agraria dell'Università di Milano, svolge la propria attività di ricerca presso il Distam ed è membro dell'Associazione Italiana di Tecnologie Alimentari e dell'American Chemical Society. Il Distam, costituito nel 1985 presso la Facoltà di Agraria, rappresenta il maggior centro di ricerca pubblico italiano specializzato nei settori alimentare e microbiologico.

Lloyd's per definizione assicurano di tutto. Ma le loro belle precauzioni se le prendono. Su Internet è disponibile un corposo dossier sulle nanotecnologie dell'*emerging risks team* della compagnia londinese, che, dopo aver analizzato le prospettive tecnologiche ed economiche, consiglia senza tanti giri di parole di tenersene alla larga. Le compagnie di assicurazione fondano il loro business sul calcolo delle probabilità che un "sinistro" avvenga: però è necessario che il computo sia fattibile. Un calcolo che prima o poi bisognerà pur fare, dato che la frontiera dell'infinitamente piccolo è destinata a irrompere nella nostra vita quotidiana.
Anzi, in parte ci è già arrivata, dato che il database di *nanoproject.org* censisce già 580 applicazioni, nella tecnologia, nella medicina, nel tessile, nell'industria meccanica ed elettronica. E in campo alimentare? Spiega il professor **Saverio Mannino**, direttore del dipartimento tecnologie alimentari del **Distam** di Milano: "Se ne parla molto, nel mondo si calcola che siano circa 400 le aziende che stanno testando prodotti o tecnologie con nanoparticelle legate all'alimentare, ma in realtà se ci riferiamo al cibo in senso stretto c'è ancora poco e anche in campo accademico, oltre al Distam, sono pochi gli istituti universitari che se ne occupano con continuità. In campo industriale, le applicazioni più interessanti sono quelle sviluppate sull'imballaggio, con sensori che, ad esempio, cambiando di colore possono segnalare la freschezza di un prodotto o il rispetto delle condizioni di temperatura necessaria alla sua conservazione. Altre applicazioni su cui si sta lavorando sono i sistemi intelligenti per il trasporto nel corpo e il rilascio controllato di nutrienti."

IL DISTAM, LA R&S A MILANO

Anche il Distam è impegnato nel campo della sensoristica. L'equipe del professor Saverio Mannino ha realizzato un sistema basato su nanofilamenti di nickel in grado di valutare il contenuto di glucosio o di metanolo in un alimento. E ne ha realizzato un altro che, sfruttando le proprietà ottiche di nanoparticelle d'oro, è in grado di valutare il potere antiossidante dei cibi e anche, ad esempio, il grado di astringenza (la fastidiosa sensazione di secchezza delle fauci) di vino e caffè.
Gli sviluppi a cui oggi sta lavorando sono soprattutto l'incapsulazione mediante elettrospinning di enzimi, con applicazioni possibili, ad esempio, sempre nel campo degli imballaggi "intelligenti". Sullo sviluppo in generale delle nanotecnologie nell'alimentare giocano un loro ruolo anche i timori della pubblica opinione. "Vero -conclude il professor Mannino-, ma bisognerebbe anche sapere che le nanoparticelle esistono in natura: ci sono nella farina, anche se poi si ricompongono". Vediamo dunque di capire meglio il termine.

CHE COSA È LA NANOTECNOLOGIA

Per capire le nanotecnologie, il primo aspetto da considerare è ragionare in termini di ordine di grandezza degli oggetti con cui si ha a che fare. Nanotecnologie è una parola composta in cui il prefisso "nano" deriva dall'unità di misura, nanometro, che si impiega in questo ambito e che a sua vol-

segue a pag. 38

segue da pag. 37

ta deriva dal sistema fisico di riferimento dimensionale utilizzato nella fisica classica di Newton: il sistema MKS, ovvero Metro (unità di lunghezza), Kilogrammo (unità di peso) e Secondo (unità di tempo). Le unità di misura tipicamente utilizzate per descrivere il piano della realtà umana di tutti i giorni, all'interno di una scala dimensionale che, come sappiamo, va dalla fisica dei quanti a quella astronomica.

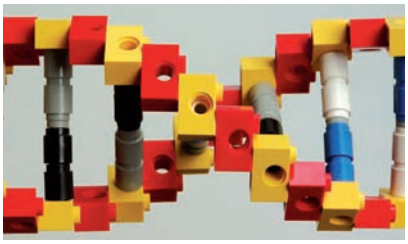
LA SCALA DIMENSIONALE DISCRIMINANTE FISICA

Con l'avanzare della ricerca verso il sempre più piccolo e il sempre più grande, si stabilì la convenzione di attribuire alla dimensione "un milione di volte più piccola" il prefisso "micro", mentre alla dimensione "un miliardo di volte più piccola" si assegnasse il prefisso "nano", che quindi partendo dall'unità di misura metro, diventa appunto nanometro. Ciò chiarito, un altro aspetto fondamentale che occorre capire è che nel discorso sulle nanotecnologie e, sulla fisica in generale, la scala dimensionale fa la differenza. Non a caso le proprietà che caratterizzano le sostanze e le loro applicazioni a livello macro, cioè della vita di tutti i giorni, sono ben diverse da quelle a livello nano.

PROPRIETÀ DEI NANOMATERIALI

Le proprietà su cui si basano le applicazioni delle nanotecnologie sono spesso di tipo elettromagnetico e un punto chiave per il livello dei risultati in ambito elettromagnetico è la "quantità" di superficie disponibile. Per meglio capire, prendiamo una sostanza chimica e con essa cerchiamo di farne un foglio spesso un millimetro. Passiamo poi in laboratorio e cerchiamo ora di fare con la stessa sostanza un foglio spesso un nanometro. Avremo due alternative: a parità di quantità di materiale, potremo realizzare una superficie un milione di volte più grande, oppure a parità di superficie utilizzeremo una quantità di materiale un milione di volte più piccola. In entrambi i casi risulta evidente il risparmio in termini di "materia" (e quindi di scarti/rifiuti industriali), così come è evidente l'aumento di risparmio energetico nei processi produttivi: meno materia, meno energia per trattarla. La nanotecnologia ha dunque fra i suoi vantaggi la possibilità di ridurre l'impatto dell'industria sull'ambiente anche perché una buona parte delle applicazioni riguarda l'imballo, che è fra i più pesanti fattori di inquinamento da rifiuti.
Non solo, occorre anche considerare che le nanoparticelle di una data sostanza possono avere proprietà insospettate rispetto alla stessa sostanza presa a dimensioni macro. Ecco perché c'è così tanto interesse sulla ricerca applicata: si intuiscono potenzialità e non se ne vedono i limiti. Da questo deriva anche che il procedere della ricerca applicata, che ha un ampio spettro di applicazioni potenziali sul piano macro, deve pri-

Sono circa 580 le applicazioni censite a fine 2007. La metà sono riconducibili all'ambito della medicina e del benessere



Doppia elica del Dna

2

nanometri di diametro

LA PERCEZIONE DEL CONSUMATORE SULLE NANOPARTICELLE

Settore di applicazione	Percezione di beneficio	Ritenuto non invasivo per il corpo	Accettazione di una bassa esposizione
Chimica	NO	Dipende	Non sa (f. m.)
Medicina	SI	Sì per scelta	SI (m.) Non sa (f.)
Cosmetica	SI	Dipende	Sì per scelta (m.) Non sa (f.)
Elettronica	SI	SI	SI (f.m.)
Alimentare	Dipende	NO	NO (f.m.)

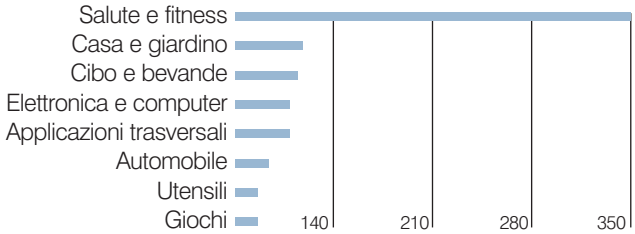
Fonte: Studio olandese citato dalla dottoressa Sabina Hoekstra-van den Bosch - M=maschi F=femmine

L'EUROPA CREDE ALLE NANOTECNOLOGIE

Accordo quadro	Investimento
Fp4	120 milioni di euro
Fp4	280 milioni di euro
Fp4	1.300 milioni di euro
Fp4	3.400 milioni di euro

Fonte: Commissione europea

LE APPLICAZIONI COMMERCIALI



Fonte: Project on emerging nanotechnologies

ma fare i conti con l'avanzamento delle conoscenze sulle relazioni fra le caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche dei due livelli.

I NANOMATERIALI NEL FOOD

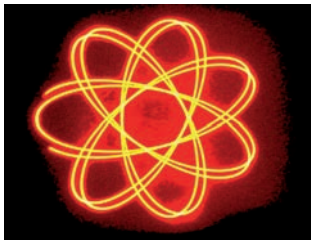
Nella produzione di alimenti è ovviamente fondamentale la componente prodotta dalla natura. In tutti i cibi e bevande ci sono sostanze provenienti dal regno minerale, vegetale e animale che sono e saranno fondamentali per il risultato finale del cibo prodotto. Le nanotecnologie non sostituiscono il prodotto della natura, ma vengono aggiunte per migliorarlo nelle sue performance come durata, aspetto, colore, profumo che si possono ricondurre a due ambiti tipici delle tecnologie alimentari: produzione e conservazione. Al primo ambito sono riconducibili applicazioni come: sensori di processo, controllori microbiologici, progettazioni di componenti (aromi, antiossidanti, sostanze funzionali) e trasporto di sostanze per favorire determinati processi di trasformazione. Al secondo, invece, appartengono le applicazioni sia sulla superficie del cibo sia all'interno del pack per impedirne l'ossidazione oppure la degenerazione in seguito alla luce e all'umidità.

APPLICAZIONI PROMETTENTI

In termini più tecnici, per realizzare sensori si impiegano molecole biologiche, zuccheri o proteine, in qualità di "target-recognition group". Si tratta di biosensori che possono servire come rilevatori di fattori patogeni, di contaminanti o come strumenti atti a monitorare i prodotti in via di lavorazione o stagionatura. Viceversa nel realizzare vitamine, antimicrobici, antiossidanti, aromatizzanti e conservanti lo scopo è di migliorare il livello funzionale degli ingredienti, senza eccedere nella loro concentrazione. Del resto gli ingredienti funzionali si presentano in varie forme molecolari e fisiche (stato, pressione, temperatura) e poiché sono raramente usati nella loro forma più pura, sono di solito parte di un sistema di trasformazione che prevede di "trasportare" un dato ingrediente o di controllare il rilascio di una particolare sostanza entro specifiche condizioni ambientali. Nanostrutture colloidi, nanoemulsioni e nanoparticelle biopolimeriche sono il meccanismo ideale per il rilascio controllato di ingredienti funzionali. È così che un prodotto alimentare si evolve entro limiti ben precisi con un risultato finale molto più stabile.

NANOLAMINE: NON SOLO PACK

Per il secondo tipo di ambito applicativo, la conservazione, la struttura più efficace è la nanolamina che poi si traduce in un film che può essere edibile o no. Nel primo caso, lo si può applicare direttamente su frutta, verdura, carne, cioccolato, prodotti da forno, patatine fritte ecc. e può agire sia come protezione sia come miglioramento dell'aspetto dei cibi. I nanolaminati sono fatti di polisaccaridi, proteine e lipidi con caratteri-



Atomo

0,1
nanometri

Microchip

da 100
a 200
nanometri
di spessore

Altezze

1,8
miliardi
di nanometri
l'equivalente di
un uomo di 1,80 m

LE APPLICAZIONI FOOD DELLE NANOPARTICELLE

Coltivazione

Migliorare i semi

Migliorare i pesticidi

Prodotto

Purificare l'acqua

Stabilizzare componenti insolubili come i grassi

Realizzare cibi del tutto nuovi per gusto e componenti salutistiche

Processo

Alimentazione integrativa per atleti

Nutriceutica
(ad esempio prodotti che migliorano la pelle)

Packaging

Limitare l'impiego di componenti tossiche

Eliminare microorganismi dall'imballaggio

Dare indicazioni su tracciabilità e freschezza

segue a pag. 40

segue da pag. 39

stiche diverse, visto che polisaccaridi e proteine costituiscono una buona barriera contro ossigeno e anidride carbonica, ma sono meno efficaci contro l'umidità; viceversa i lipidi funzionano bene contro quest'ultima, anche se hanno una limitata resistenza meccanica. Poiché il livello assorbente della superficie dipende dalle caratteristiche dell'alimento come carica elettrostatica, occorre studiare le caratteristiche elettrostatiche della superficie dell'alimento e della sostanza da assorbire per sviluppare la migliore risposta. Anzi, nello stesso laminato, in più strati, possono coesistere differenti sostanze assorbenti con funzioni diverse e con vari agenti funzionali tipo antimicrobici, enzimi, aromi, coloranti. Se il nanolaminato funziona bene per il food, il discorso va in senso opposto per nanofibre e nanotubi, molto presenti in applicazioni non food.

IL RISCHIO PER L'UOMO

Posto che la nanotecnologia ha una funzione utile e positiva per quanto riguarda la produzione, la conservazione e l'impatto ecologico, rimane comunque una domanda da porsi in base al principio di precauzione: quali particelle sono pericolose per l'essere umano? E a quale livello di concentrazione? Il già citato rapporto del Lloyd's di Londra si poneva ovviamente queste domande circa i problemi assicurativi che potrebbero insorgere usando la nanotecnologia da parte delle aziende. I problemi assicurativi sono in realtà un'eccellente cartina di tornasole del livello di affidabilità di qualsiasi tecnologia. La risposta fornita dall'autorevole fonte era che al momento non c'è risposta. Appurato infatti che sono molteplici i modi con cui una nanoparticella può entrare nel corpo -inalazione, ingestione, assorbimento-, il punto è che alcune, ma non si capisce per ora bene quali, vengono trattenute all'interno del corpo e si vanno ad accumulare in alcune zone particolari come il rene, il fegato e il cervello. Particelle tanto più pericolose in quanto, è provato scientificamente, il rischio dovuto all'accumulo nel corpo umano dipende più dalla dimensione che dal tipo di sostanza. Lo provano test fatti su topi mediante i quali si è appurato che il rame introiettato in microparticelle non ha indotto problemi, mentre lo stesso rame in nanoparticelle sì. Nell'ambito applicativo food, è quindi comprensibile che la comunità scientifica, prima di procedere a un uso di massa, intenda mantenere un atteggiamento di precauzione, soprattutto nell'uso di metalli. Non dimentichiamo, infine, che, al pari dell'Ogm, la linea di tendenza generale è di imporre in etichetta di citare la presenza di nanotecnologia.

IL GIUDIZIO DI GDOWEEK

La nanotecnologia sta muovendo i primi passi nell'ambito dei prodotti alimentari. Se verranno superati in modo chiaro i dubbi circa il rischio di accumulo nel corpo umano, le nanotecnologie potranno offrire sicuri vantaggi in termini di shelf life, estetica, aspetti olfattivi, impatto ambientale e convenienza.

Foglio di carta

100.000

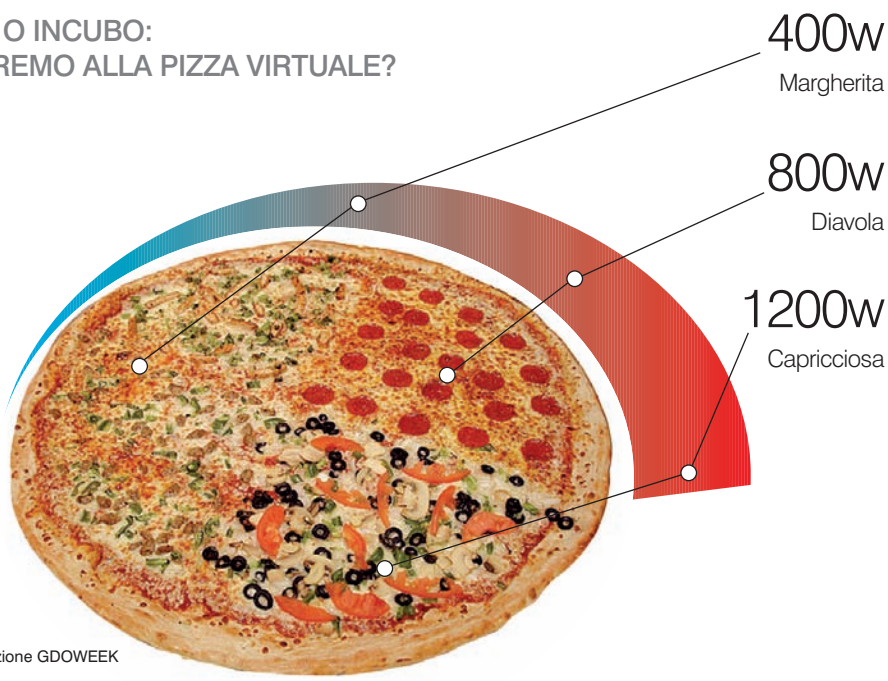
nanometri di spessore

Capello

10.000

nanometri di diametro

SOGNO O INCUBO: ARRIVEREMO ALLA PIZZA VIRTUALE?



Fonte: Elaborazione GDOWEEK

L'esempio, sul filo della provocazione, gira in campo accademico. Si tratta di una base pizza con nanoparticelle microincapsulate che, con il variare della temperatura, cambiano radicalmente anche di gusto. Potremmo così avere una pizza che messa in un microonde a 400W di potenza assume il sapore della classica margherita, a 800W della diavola e a 1.200W della capricciosa. Si tratta di uno scenario auspicabile? Difficile pensare che il consumatore italiano lo accetterebbe.