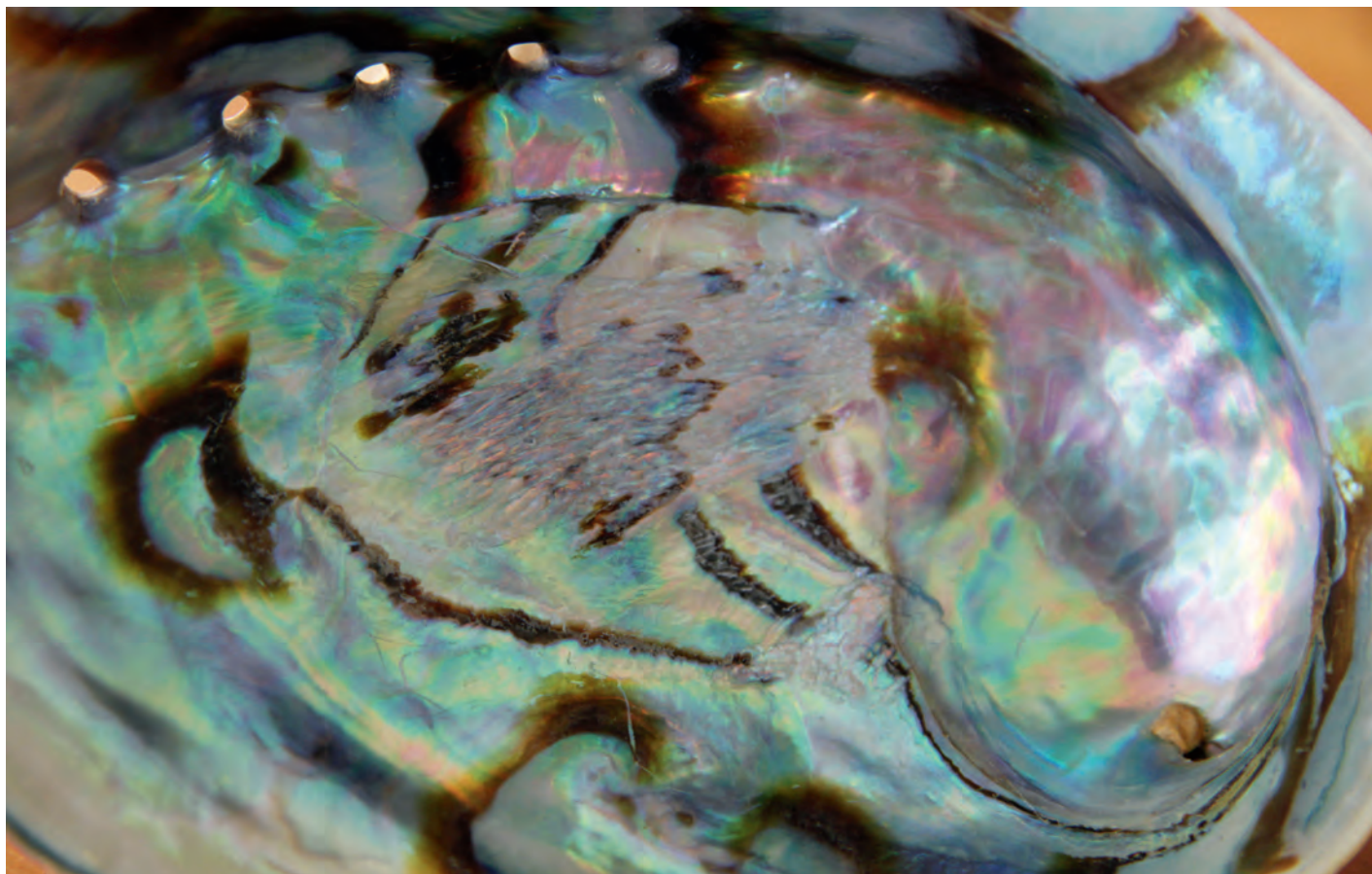




Perlemor på indersiden af en abaloneskal changerer i mange farver og er mekanisk stærkere end den porcelænsnende inderside af konkylier.

Foto: Carsten Christophersen, 2011.

Marine kompositter - vejen til fremtidens materialer

Muslinger og konkylier giver indsigt i, hvordan kompositter med fantastiske egenskaber kan konstrueres.

Af Carsten Christophersen, carsten@techmedia.dk

Interessen for biomaterialer er eksploderet pga. deres enestående mekaniske og fysiske kvaliteter. Kompositter – dannet af en organisk matrix og en uorganisk fase, tjener som inspiration og model ved udviklingen af syntetiske materialer med banebrydende egenskaber. Den industrielle udnyttelse er allerede anelig og vokser eksponentielt. Eftersøgningen af spændende materialer har især været succesfuld blandt marine bløddyr. Siden der kendes over 100.000 arter alene af bløddyr er potentialet for studier af nye interessante materialer enormt.

Perler i tynde lag

Perlemor, mother of pearl, Perlmutter eller nacre er et iridiserende kompositmateriale dannet af CaCO_3 og en organisk matrix. Det

changerer med stærke klare farver pga. lysets interferens mellem de tynde lag kompositter. Det er materialet, som perler er gjort af, og det findes på indersiden af skallen hos mange muslinger.

Opbygningen er især undersøgt for abalone. Matricen er en blanding af polysaccharidet kitin og protein. Den består af en syreopløselig del, og en del der er uopløselig i vandig EDTA. Den opløselige fase katalyserer dannelsen af flade – 500 nm tykke krystaller af aragonit med en diameter på 5-10 μm . De passer som fod i hose i den uopløselige matrix, der i en mængde på omkring 3,5 vægt% fungerer som mørtel.

Lave koncentrationer (0,02 $\mu\text{g/mL}$) af den opløselige del katalyserer krystallisationen af calciumcarbonat. Men høje koncentrationer (1 $\mu\text{g/mL}$) hæmmer den selv i superovermættede opløsninger som 10 mM CaCO_3 . På denne måde kan muslingen kontrollere opbygningen af laget af perlemor.



Indersiden af *Murex*-arter, de snegle thyrensk purpur blev fremstillet af, er ofte skinnende og smukt farvede.
Foto: Carsten Christophersen, 2011.

Perlemuslinger

Perlemuslingen *Pinctada fucata*, som i virkeligheden er en østers, udtrykker et protein Pif, som spaltes enzymatisk i to proteiner Pif80 og Pif79. De holdes sammen af en disulfidbro. Proteinerne danner med andre proteiner, bl.a. N16/pearlin, der inducerer dannelsen af aragonit, det såkaldte Pif-kompleks. Pif80 bindes til aragonit og Pif79 til kitin. Proteinerne er rige på aminosyren asparaginsyre, og binder calciumioner. Komplekset bundet til kitin i den uopløselige matrix lægger som en murer stenene (aragonitkrystaller) fuldstændigt regelmæssigt på plads i bygningsværket.

Stærke, selvreparerende huse

Konkylier har ikke perlemor, men indersiden af skallen er smuk porcelænsagtig. Sneglehuset er uforholdsmæssigt stærkt, sammenlignet med de komponenter det består af. Det er endda selvreparerende. Hvis der dannes en revne, reorganiserer matrix og mineral sig og lukker bruddet. Mineralet er aragonit. Aragonits styrke er 1000 gange højere end almindeligt kalks, dvs. svarende til støbejerns. Krystallerne er meget små, 60-130 nm tykke og 100-380 nm brede, men kan være adskillige mikrometer lange. Skallen er opbygget af krydsende lag af krystaller. De er for små til at knække, og små revner heles ved, at bestanddelene "flyder" sammen igen. Alene forståelsen af dette enkle koncept ventes at føre til helt nye typer af kompositter.

Aragonit og kalcit

Aragonit har sit navn fra den spanske by Aragon og danner korallers skelet. Kalcit, som også kaldes kalkspat, er den stabile krystalform for CaCO_3 . Det findes i skeletter af utallige marine dyr og planter. Der kendes yderligere en krystalform af CaCO_3 – ikkalt, den er ustabil over 6°C og findes i Ikkafjorden i Grønland, hvor den danner høje søjler på havbunden.

Kilder

An Acidic Matrix Protein, Pif, Is a Key Macromolecule for Nacre Formation M. Suzuki, K. Saruwatari, T. Kogura, Y. Yamamoto, T. Nishimura, T. Kato og H. Nagasawa. *Science* 2009, Bind 325, Side 1388-1390.
The conch shell as a model for tougher composites. D. Williamson og B. Proud.



Den store konkylieskål bruges som musikinstrument eller signalhorn i mange kulturer.
Foto: Carsten Christophersen, 2011.

International Journal of Engineering Research and Innovation 2011, Bind 2, 149-164.

Influence of the Insoluble and Soluble Matrix of Abalone Nacre on the Growth of Calcium Carbonate Crystals. K. Gries, F. Heinemann, M. Gummich, A. Ziegler, A. Rosenauer og M. Fritz. *Crystal Growth & Design* 2011, Bind 11, 729-734.
Biological Materials of Marine Origin – Invertebrates. H. Ehrlich. Springer 2010. ISBN 978-90-481-9129-1. 569 sider.

DANDIAG

15 % rabat på Velp frem til 31. maj 2011!



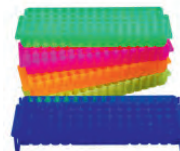
VELP Vortex
Miksere med bl.a.
infrarød sensor

VELP Ultra flade magnetomrører,
samt omrører med lys positioner



Biozym

Masser af spændende rack's,
og opbevarings systemer



Dandiag A/S | Mårkærvej 9 | 2630 Tåstrup
T: 4343 3057 | www.dandiag.dk | dandiag@dandiag.dk