

# Røde mumier og Raman

**Ramanspektroskopi afslører farve og bindemiddel i klædet, der dækker en næsten 2000 år gammel ægyptisk mumie**

Af Nini Elisabeth Abildgaard Reeler<sup>1</sup>, Ole Faurskov Nielsen<sup>1</sup>, Mogens Jørgensen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>) Kemisk Institut, Københavns Universitet, <sup>2</sup>) Ny Carlsberg Glyptotek, København

Mumien i figur 1 blev udgravet for næsten 100 år siden i 1911 i Fayum i Ægypten. Mumien dateres til det 2. århundrede, 100-125 e.Kr.[1].

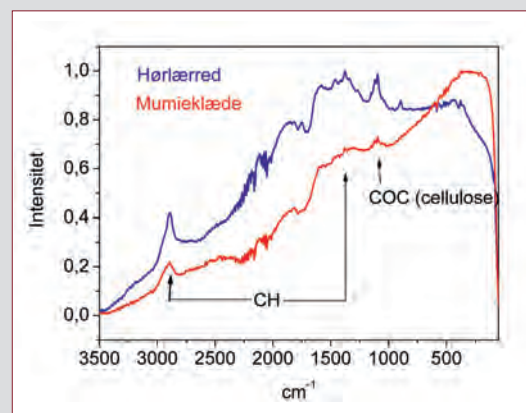
Som det var naturligt på den tid, er mumiens hoved dækket af et malet portræt. Det forestiller en ung mand, hvilket er bekræftet af røntgenundersøgelser af mumien [1]. Menneskekroppen er indsvøbt i et stort, rødt klæde. Et stykke på ca. 2x1 cm, skåret ud af den nederste del af det røde klæde, ses i øverste del af figur 2. Det røde farvestof er ujævnt fordelt på klædet. Gennem et mikroskop ses det, at der er områder med "klatter" af det røde pigment (figur 2 fornedet). Taverne i det materiale, klædet er fremstillet af, ses tydeligt i mikroskopoptagelsen af den ufarvede bagside (figur 2 fornedet).

Ny Carlsberg Glyptotek ønskede at få fastslået, hvilket materiale klædet er fremstillet af, det røde pigments kemiske sammensætning, samt hvilket bindemiddel, der er anvendt til at påføre pigmentet.

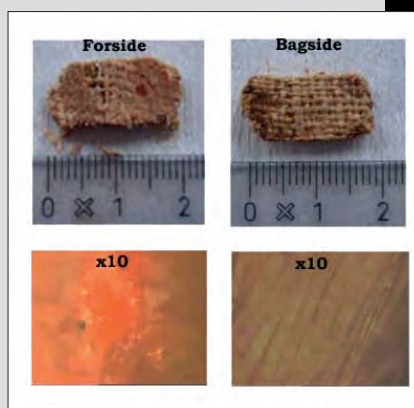
## Mumieklædet

Materialet, som klædet er fremstillet af, blev analyseret ved at undersøge klædets ufarvede bagside.

Figur 3 viser Ramanspektre af klædets bagside og Ramanspektret af et stykke moderne hørlærred. Hør består i hovedsagen af cellulose og hemicellulose, der identificeres ved de karakteristiske bånd fra COC-gruppen omkring 1100 cm<sup>-1</sup>.



Figur 3. Ramanspektre af mumieklædets bagside og et moderne stykke hørlærred.



Figur 2. Øverst til venstre, forsiden af klædet med det røde pigment; til højre bagsiden, der ikke er farvet. Nederst: Klædet set gennem et mikroskop (x10); til venstre forsiden med rødt pigment; til højre bagsiden, der ikke er farvet.

Selvom der i begge spektre er en kraftig bred baggrund, tyder sammenligningen på, at mumieklædet er fremstillet af hør. Det



Figur 1. Mumie fra Hawara i Fayum, Ægypten.

er ikke overraskende, da hør var kendt og brugt i Ægypten på det tidspunkt.

## Pigment og bindemiddel

Ramanmikroskopi af mumieklædets forside vises i figur 4. Den røde kurve er optaget et sted på forsiden, hvor der er en tydelig "klat" af det røde pigment, og den blå er optaget et sted, hvor der kun er meget lidt rødt pigment.

## Pipettecenteret

Kalibrering og service af alle fabrikater pipetter.

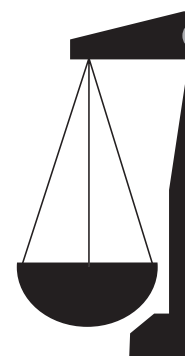
Vi kalibrerer både ved indsendelse eller på kundens adresse.

Salg af pipetter og laboratorie varer.

Nu også salg og service af vægte.



**Pipettecenteret**  
Skovkanten 41 · 4700 Næstved  
Tlf. 55 73 62 05 · Mobil 30 33 32 49  
Email. nielslindgaard@stofanet.dk  
www.pipettecenteret.dk

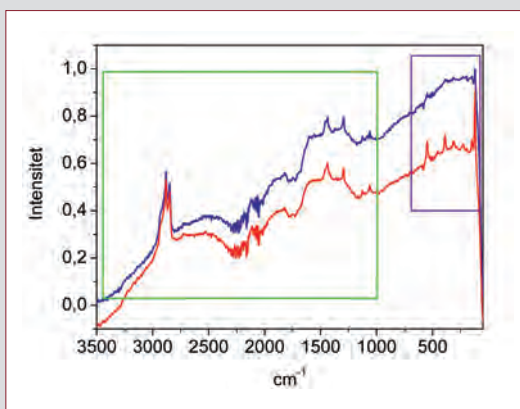


I området 700-50  $\text{cm}^{-1}$  er der ikke sammenfaldende bånd for spektret af området uden rødt pigment og spektret af området med intens rød farve. Til gengæld ses der i begge spektre ens bånd i området fra ca. 3500 til 1000  $\text{cm}^{-1}$ . Altså stammer båndene i hvert af områderne, markeret med farvede rektangler i figur 4, fra to forskellige kemiske forbindelser.

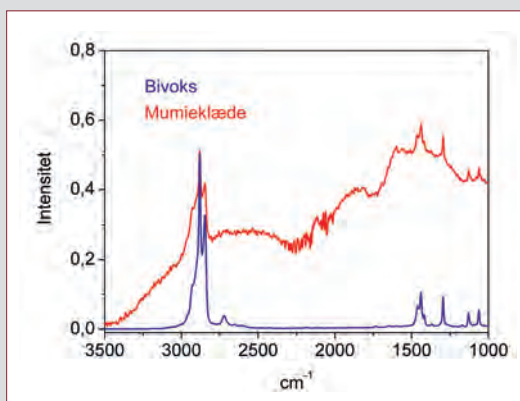
Båndene i området 3500-1000  $\text{cm}^{-1}$  stammer ikke fra hørmaterialiet, men tydeligvis nok fra et andet organisk molekyle. Figur 5 viser ved en sammenligning med Ramanspektret af bivoks, at den ene af de to kemiske forbindelser på mumieklædets forside er bivoks. Bivoks har en kompliceret sammensætning men hovedkomponenten består af estere med lange alifatiske kæder som  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COO}(\text{CH}_2)_{29}\text{CH}_3$  [4,5]. Bivoks kendes som bindemiddel ved mumieportrætter fra Fayum-regionen [4]. Det har åbenbart været inspiration til anvendelsen som bindemiddel for den røde farve på mumieklædet.

I figur 6 sammenlignes Ramanspektret af mønje,  $\text{Pb}_3\text{O}_4$  med spektret af farvestoffet. Bortset fra et enkelt meget svagt bånd ved 196  $\text{cm}^{-1}$ , markeret med en pil, er der fuldstændig overensstemmelse mellem de to spektre. Det er mønje, der giver klædet dets røde farve. Dette resultat er overraskende, da røde farver normalt skyldes jernholdige forbindelser i Ægypten [4].

For ganske nylig har Walton og Trentelman fra Getty Museet i Los Angeles undersøgt mumieklæder fra syv mumier (herunder



Figur 4. Ramanspektre optaget gennem et mikroskop af mumieklædets forside. Den røde kurve på et sted med stor mængde rødt pigment. Den blå kurve på et sted næsten uden rød farve. To forskellige forbindelser bidrager, markeret med henholdsvis et grønt og et lilla rektangel.



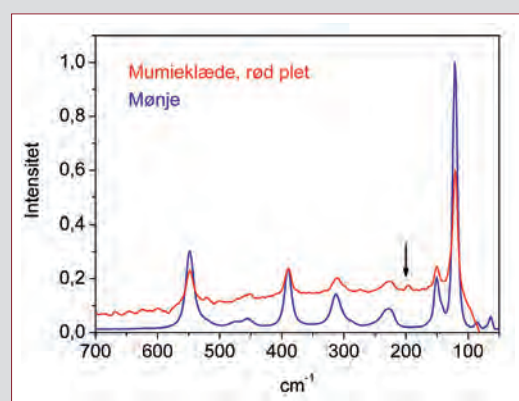
Figur 5. Ramanspektret af mumieklædets forside sammenlignet med Ramanspektret af bivoks.

## Ramanmikroskopi

Ved Ramanspektroskopi sendes laserlys ind på det materiale, der ønskes undersøgt. Det spredte (reflekterede) lys afhænger af molekulære svingninger i materialet. Informationen i Ramanspektret er helt analogt med den, der fås fra et IR-spektrum. Ved optagelsen af et Ramanspektrum er der ingen forberedelse af prøven, derfor er denne form for spektroskopi nu i voldsom vækst i museumsverdenen ved mange forskelligartede undersøgelser af kunstværker og arkæologiske genstande [2,3]. Ramaninstrumentet kan ved hjælp af optiske fibre kobles til et mikroskop, så spektret kan optages gennem mikroskopet, Ramanmikroskopi [3].

også en prøve fra det mumieklæde, vi har undersøgt) [6]. Også de fastslår, at den røde farve skyldes mønje. De viser, at det svage bånd i figur 6 stammer fra en forurening med  $\text{Pb}_2\text{SnO}_4$ .

Dette og en bestemmelse af det isotope blyindhold i pigmentet tyder på, at det røde pigment var et biprodukt ved sølvfremstillingen i Rio Tinto Minen i Spanien, hvor minedrift



Figur 6. Ramanspektre af mumieklædets forside og af mønje.

begyndte allerede 3000 år f.Kr. Alle mumierne er fra perioden med romersk indflydelse i Ægypten (1. og 2. århundrede e.Kr.). Det er nærliggende at antage, at romerne har bragt pigmentet til Ægypten.

Utroligt nok kan de kemiske bestanddele i et mumieklæde fortælle om logistik næsten 2000 år tilbage i tiden!

## Tak til

Laborant Lykke Ryelund, Kemisk Institut for hjælp ved optagelsen af Ramanspektrene samt Senior Scientist Karen Trentelman, Getty Conservation Institute, Los Angeles, USA for givtige samtaler vedrørende røde mumieklæder.

## E-mail-adresser

N.E.A. Reeler: nini\_reeler@hotmail.com

O. Faurskov Nielsen: ofn@kiku.dk

M. Jørgensen: mj@GLYPTOTEK.DK

## Referencer

1. Jørgensen M, Ægypten III, Mumiekister, mumieprydelser og mumier fra Tredje Mellempæride, Sentiden, Ptolemæertiden og Romertiden (1080 f.Kr.- 400 e.Kr.), Ny Carlsberg Glyptotek, 2001
2. Vandenabeele, P.; Edwards, H.G.M. *Chemical Reviews* 107, 675-686 (2007)
3. Lewis I.R.; Edwards H.H.M. (Eds) *Handbook of Raman Spectroscopy. From the Research Laboratory to the Process Line*, Marcel Dekker, Inc., New York-Basel, 2001
4. Nicholson P.T.; Shaw I. (Eds.) *Ancient Egyptian Materials and Technology*, Cambridge University Press, 2000
5. Vandenabeele P.; Wehling B.; Moens L.; Edwards H.; De Reu M.; Van Hooydonk G. *Analytica Chimica Acta* 407, 261-274 (2000)
6. Walton M.S.; Trentelman K. *Archaeometry* 51, 845-860 (2009)

## Ny Carlsberg Glyptotek

Ny Carlsberg Glyptotek blev grundlagt af Brygger Carl Jacobsen (1842-1914). Det er opkaldt efter hans bryggeri, Ny Carlsberg, med tilføjelse af Glyptotek, der betyder en samling af skulpturer. Ny Carlsberg Glyptotek rummer den største samling i Nordeuropa af antikke værker fra Ægypten. En lang række af disse skyldes den engelske ægyptolog W.M.F. Petrie, der fra 1884 til 1926 gennemførte vidtstrakte udgravninger i Ægypten og fordelte sine mange fund mellem sine sponsorer, heriblandt Carl Jacobsen.