تأثير المعادن على المنسوجات

هناك تقارير قليلة تتناول مشاكل المجموعات المتحفية المصنوعة من مواد من أصل كولاجينى و التى تعانى من أكسدة الأيونات المعدنية المحفزة. و من أفضل تلك الأمثلة تحلل الرق بسبب وجود ألوان تحتوى على حديد أو نحاس أو الحبر الحديدى. نرى ظاهرة شبيهه فى حالة تكسير بوليمرات الرق بسبب وجود نسب ضئيلة جدا من الحديد أو النحاس أثناء عمليات التبييض باستخدام فوق أكسيد الهيدروجين. و يذكر أن مركبات الحديد مثل أكسيد الحديد (Fe_2O_3) بنسبة 0.1% أو مركبات النحاس بنسبة 0.02% تسبب تلف الجلد من خلال تكوين حمض الكبريتيك أو من خلال التفاعل مع التانينات مؤدية إلى فقد الجلد للتانين، أو من خلال تكوين ضغط على الألياف بسبب عمليات الإنتفاش التى تشجع على تكسير شبكة الألياف.

و يمكن تلخيص التأثير المحفز للمعادن (مثل الحديد) على أكسدة البوليمرات الطبيعية مثل الكولاجين، السليولوز و الكيراتين فى المعادلات التالية:

1) تكوين الراديكلات العضوية:

(1) production of organic radicals:

$$Fe^{2+} + O_2 \rightleftharpoons Fe^{3+} + O_2^{\cdot}$$
$$Fe^{3+} + O_2^{\cdot} + RH \rightarrow Fe^{2+} + HOO^{\cdot} + R^{\cdot}$$

The perhydroxyl radicals (HOO_) and organic radicals (R_), once formed, initiate further radical chain reactions leading to polymer decomposition:

$$R^{\cdot} + O_2 \rightarrow ROO^{\cdot}$$
$$ROO^{\cdot} + R'H \rightarrow ROOH + R'^{\cdot}$$

2) تكوين فوق أكسيد الهيدروجين:

(2) production of hydrogen peroxide:

$$Fe^{2+} + HOO\cdot + H^{+} \rightleftharpoons Fe^{3+} + H_2O_2$$

و يتم تكسير فوق أكسيد الهيدروجين بواسطة الحديد كما يلى:

$$Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{3+} + HO\cdot + OH^{-}$$ (the Fenton reaction)

ويتسبب راديكال الهيدروكسيل النشط فى التفاعل مع البوليمرات العضوية ليكون راديكالات عضوية، تؤدى بدورها إلى التحلل.

كذلك يحدث نفس التحلل بنسب صغيرة من أيونات النحاس الثنائية حيث تحلل وتزيل بلمرة الكولاجين. وفى حالة تواجد أيونات الحديد والنحاس معا فإن أيونات الحديد تمنع التأثير المحلل لأيونات النحاس بينما تظل هى نفسها نشيطة، بينما تعمل أيونات النحاس كمحفز لتكسير فوق أكسيد الهيدروجين بواسطة الحديد.

أتضح من خلال إحدى الدراسات على قطعة تاريخية معروضة فى أحد المتاحف الكندية أن المنسوجات المصبوغة قد تتعرض لإنخفاض شديد فى الخواص الميكانيكية. ففى إحدى الملابس المصنوعة من الحرير و الفراء وجد أن المناطق المرتبطة بالفرأ هى أكثر المناطق تأثرا بالتلف. طبقة الجلد الداخلية أصبحت فى حالة هشة و عند قياس الأس الهيدروجينى لها أتضح انه وصل إلى 3 مما يدل على شدة الحموضة على الرغم من أن الجلد كان مدبوغا. و قد كان الإعتقاد أن الجلد أصيب بظاهرة العفن الأسود، إلا أن التلف كان ناتجا عن أكسدة محللة بواسطة أيونات الحديد المحفزة.

العظام، العاج، القرون

العظام، العاج و القرون من المواد العضوية غير متشابهه بصريا و لها القدرة على إمتصاص أو فقد الرطوبة بسهولة، مما يؤدى إلى تشقق تلك المواد أو إنفصالها. و من المشاكل الأساسية لتلك المواد أن المركبات التى تدخل فى تركيبها تتأثر بالرطوبة "عكس" بعضها البعض. فالمركب غير العضوى "هيدروكسي أباتيت" يتحلل فى البيئات الحمضية تاركا المركبات العضوية فى هيئة مطاطية، بينما يتحلل "الكولاجين" العضوى فى البيئات القلوية تاركا المركبات غير العضوية فى هيئة طباشيرية قصوفة. لذا يفضل تخزين تلك المواد فى ظروف ثابتة بأقل معدل تردد فى الرطوبة (45-55% رطوبة نسبية). فى حالة الرطوبة النسبية الأقل من ذلك فتؤدى إلى تشقق العظام، أما إذا كانت الرطوبة النسبية أعلى من 65% فتساعد على نمو الفطريات.

يؤدى صدأ المعادن الملاصقة لتلك المواد إلى تبقعها، فعلى سبيل المثال تتفاعل العظام و الحديد فيتكون مركب vivianite من الحديد و الفوسفور ذو اللون الأزرق، كما أن العظام قد تتبقع بلون برتقالى من الحديد أو بلون أخضر من النحاس الملاصق للعظام. تلك البقع لا تضر بتركيب العظام إلا أنها تسبب تشوهه.