

Sommerbräune

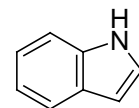
(Dr. Peter Bützer, Kantonsschule Heerbrugg, Juni 2000)

Einleitung

Wieder einmal ist die Zeit, wo die Leute die bleiche Haut gegen braune eintauschen. Die Sonne leistet dazu ihren biochemischen Beitrag und bildet mehr oder weniger Melanine. Diese Substanzen sind braune bis schwarze Pigmente, die bei Menschen und Wirbeltieren in Melanocyten gebildet werden. Braune Pigmente schützen uns Menschen ganz beachtlich vor Strahlungseinwirkung – den UV-Strahlen. Menschen verschiedener Hautfarbe haben vergleichbare Melanocytenzahlen: Die Farbunterschiede sind auf die Konzentrationen und die Verteilung der Melanine zurückzuführen. Auch bei Sommersprossen, Leberflecken und ähnlichen braunen Tupfern ist die Melanocytenzahl nicht erhöht, wohl aber die Melanin-Konzentration in diesen Gewebspartien.

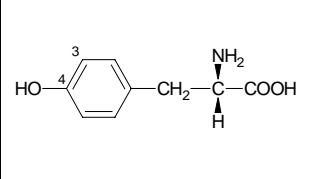
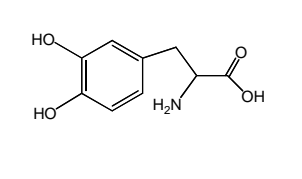
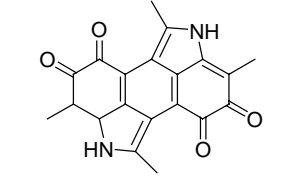
Die Chemie des Bräunens

Alle Reaktionen in unserem Körper sind sehr komplex, so auch das Bräunen der Haut. Schon der braune Farbstoff, das Melanin ist keine einheitliche Substanz¹. Chemisch handelt es sich bei den Melaninen um komplexe Aggregate chinoider Substanzen der empirischen Formel $(C_8H_3NO_2)_x$, die sich vom Indol ableiten².



Indol

Abbildung 1: Vereinfachtes Schema der Melanin-Bildung

				
L-Tyrosin (AMCS) farblos	Tyrosinase	L-Dopa farblos	Phenol- Oxidasen	Melanin braun

Unter Einwirkung bestimmter Enzyme, wie der Tyrosinase, welche sich in den Melanosomen befindet, entstehen Melanine. Dabei spielen Hydroxylierungen (von L-Tyrosin zu L-Dopa), Oxidationen mit Phenol-Oxidasen (z. B. von L-Dopa zu L-Dopachinon) und Cyclisierungen eine Rolle.

Diese Reaktion ist kinetisch kontrolliert, denn eine Rückreaktion ist nicht möglich.

Das Braunwerden von Obst und die Bräunung

Die Phenol-Oxidasen, welche auch für die Bräunung der Haut verantwortlich sind, sind ebenfalls zuständig für die Bräunung der Schnittflächen bei Kartoffeln, Obst und Pilzen, die Braun- und Schwarzfärbung von abgefallenem Herbstlaub. Fehlt sie, dann hat das Albinismus zur Folge. Polyphenol-Oxidasen werden durch Sonnen-, α - oder Röntgenstrahlung aktiviert, durch Kochen zerstört und beispielsweise durch L-Ascorbinsäure (Vitamin C), Schwefeldioxid, Blausäure und Kohlenmonoxid gehemmt.

¹ Jakubke H.D., Jeschkeit H., Lexikon Biochemie, Verlag Chemie, Leipzig 1974, 354

² Römpp Lexikon Chemie – Version 2.0, Stuttgart/New York: Georg Thieme Verlag 1999

Wenn Äpfel aufgeschnitten werden, laufen sie rasch braun an. Noch intensiver ist diese Reaktion bei Bananenhaut. Die Banane wird mit ähnlichen chemischen Reaktionen braun, wie wir.

Somit können wir an einem einfachen Beispiel die Bräunung im Zeitraffer verfolgen. (Das Experiment funktioniert auch mit einer dünnen Scheibe Apfel, ist jedoch wesentlich weniger rasch und die Verfärbung ist weniger stark.)

Experiment

Ganz wenig Bananenhaut wird mit dem Messer weggeschnitten. In kurzer Zeit verfärbt sich die Bananenhaut braun.

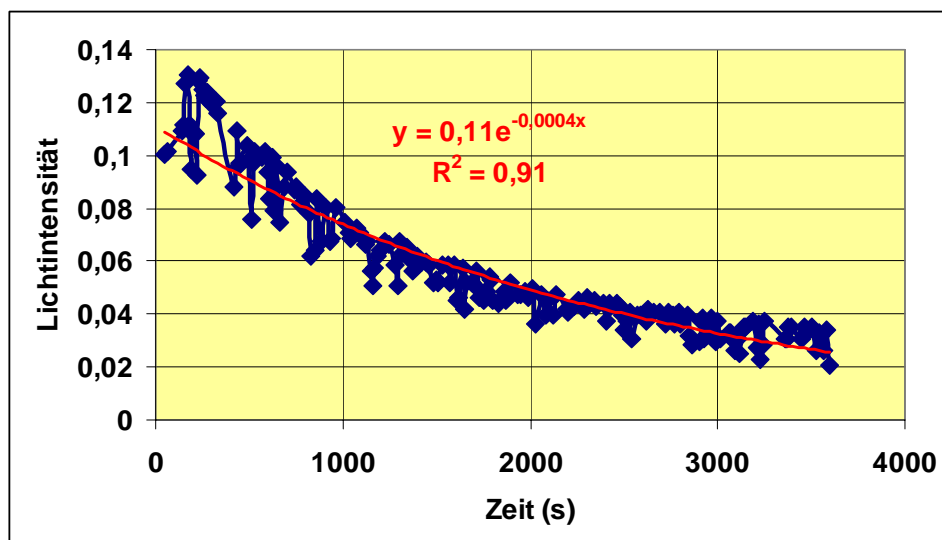
Die Innenseite muss von der weichen Schicht befreit werden, wenn man Durchlichtmessungen machen will (sonst ist die Haut zu wenig lichtdurchlässig). Die Geschwindigkeit der Braunfärbung kann mit einer Photodiode oder einem Photowiderstand leicht gemessen werden. Wer ein Interface und eine Lichtsonde besitzt, kann die Daten aufzeichnen.



Abbildung 2: Oben: Banane, der eine dünne Haut abgeschält ist

Unten: Die Bananenhaut über eine Lichtsonde gestülpt (die Farbe ist schon ganz braun)

Abbildung 3: Messung der Lichtdurchlässigkeit einer Bananenhaut (Braunwerden)



Interpretation:

- Die Reaktion lässt sich mit Pseudo 1. Ordnung recht gut beschreiben ($R > 0,9$)
- Die Reaktionsgeschwindigkeitskonstante ist $k = -0,0004 \text{ [s}^{-1}\text{]}$, die Halbwertszeit $t_{1/2} = \ln(2)/k = 1730 \text{ [s]}$. In rund einer halben Stunde ist die Lichtdurchlässigkeit auf die Hälfte gesunken.

Was lässt sich weiter auch qualitativ untersuchen? Der Einfluss von Licht, Temperatur und Sauerstoff, die Wirkung von Zitronensaft, SO_2 etc.