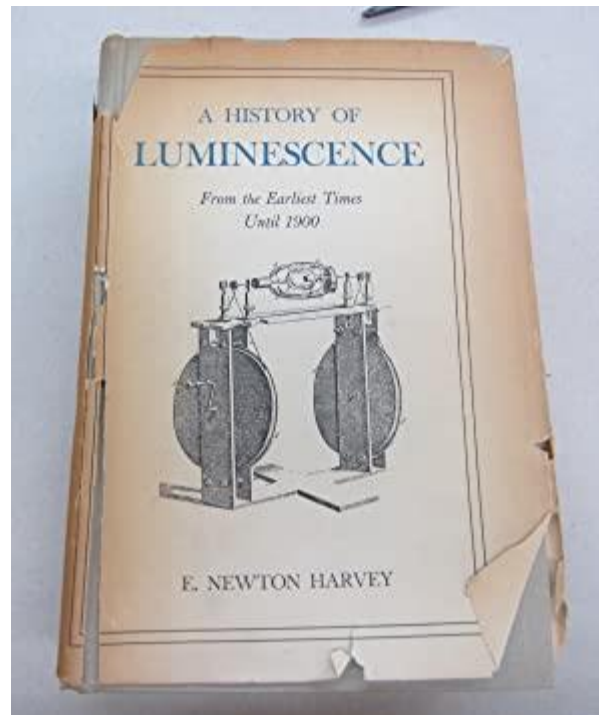


# Trocha historie...



# Luminiscence v literatuře

Nejstarší písemná zpráva o luminiscenci v pevné fázi pochází z čínského textu publikovaného během vlády dynastie Song (960–1279 n. l.).

Ze stejné doby se dochovaly texty o posvátném buddhistickém drahokam, nazývaný v Japonsku „hashi-no-tama“. Je údajně samozářící a vrhá světlo na své okolí.

Ve Svetasvatara Upanishad (Indie), šestým stoletím před naším letopočtem, najdeme zmínku o světluškách jako jednom z projevů Brahmy.

*Ref: Hardev Singh Virk Historie luminiscence od starověku po moderní dobu.*

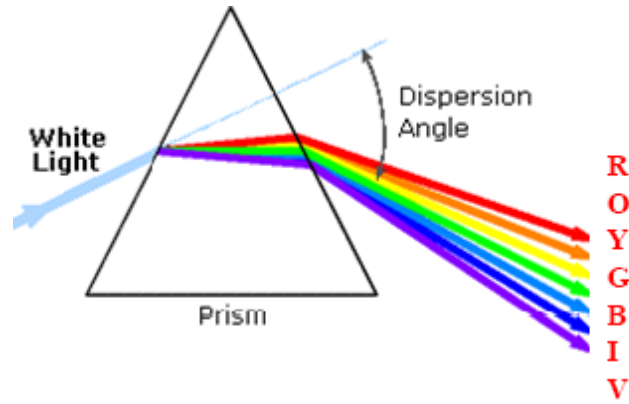
# Historie

Indie - zmínky o světelném kobřím kameni z Indie a Cejlonu

Důkaz o „studeném světle“ však zaznamenali také Řekové:  
Aristoteles věděl o luminiscenci mrtvých ryb a masa a také hub.



# Isaac Newton

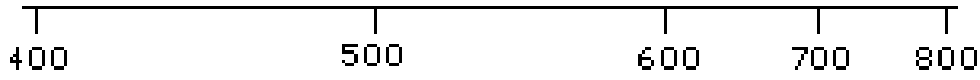
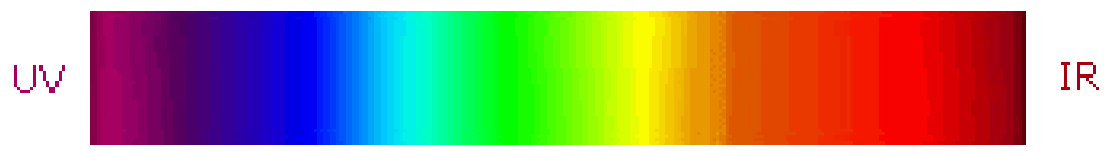


1672: bílé světlo lze průchodem přes hranol rozložit na jednotlivé barvy...

vyšší frekvence, nižší vlnová délka

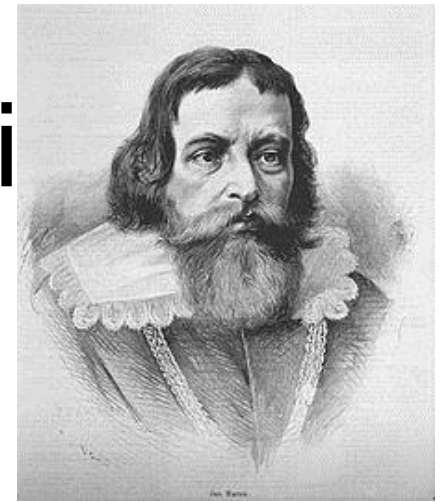
## viditelné spektrum

nižší frekvence, vyšší vlnová délka

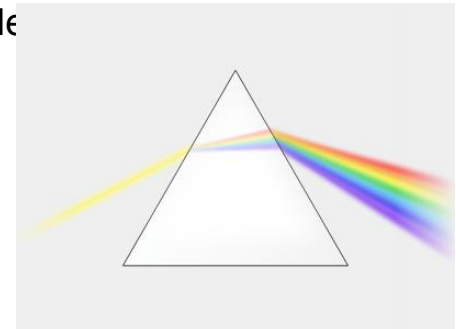


vlnová délka (nanometry, nm)

# Jan Marcus Marci



- **Jan Marek Marci z Kronlandu**
- **rodák z Lanškrouna** (*Landskron*)
- *Žil 1595-1667*
- *Renesanční lékař, fyzik a matematik (taky alchymista a historik...)*
- *Dočasně vlastník „Vojničova“ rukopisu (získal ho z pozůstalosti po alchymistovi Georgu Bareschovi)*
- *Vědecká práce v oblasti fyziky: lom a odraz světla*
- *V díle *Thaumantias. Liber de arcu coelesti deque colorum apparentium natura, ortu et causis* (Thaumantias - O duze nebeské a o povaze, původu a příčinách jejích zjevných barev - 1648). Je to spis věnovaný problémům optiky, mimo jiné odrazu a lomu světla, disperzi světla a vzniku duhy. JMM v něm shrnul výsledky svých experimentů, snažil se v něm vysvětlit podstavu světla a barev když demonstroval, že jednotlivým barevným paprskům náležejí různé úhly lomu a že tyto paprsky při dalším průchodu prismaticem už nelze dělit. Z jeho pozorování lomu světla na skleněném hranolu, ohybu světla za přepážkou nebo vlastností duhového zbarvení tenkých vrstev lze usoudit, že vlastně objevil disperzi světla o několik let dříve než Issac Ne*
- [www.spektroskopie.cz](http://www.spektroskopie.cz)



# Boloňský kámen

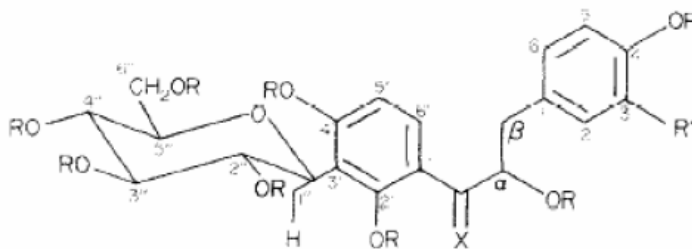
První umělý „fosfor“ popsáný v západní literatuře pochází z roku 1603. Tehdy italský obuvník a alchymista Vincenzo Cascariolo použil přírodní minerál baryt ( $\text{BaSO}_4$ ), nalezený poblíž Bologni, ve snaze vytvořit zlato. Po zahřátí broušeného kamene za redukčních podmínek nezískal zlato (překvapivě...), ale perzistentní luminiscenční materiál. Tento „boloňský kámen“ se stal slavným. Byl předmětem studia a obdivu po celá desetiletí. Není jasné, která příměs nebo příměsi byly skutečně zodpovědné za přetrvávající luminiscenci, ale hostitelským materiálem byl rozhodně BaS. I když to nebylo vytvořeno záměrně, ale náhodou, BaS je tedy prvním sulfidickým fosforem, který byl kdy syntetizován.

Galileo také studoval „Boloňský kámen“ nebo též „sluneční houbu“, kterou vyrobili alchymisté ze sulfidu barnatého. Galileo z jeho chladné luminiscence odvodil, že světlo není totéž co teplo, ale odlišná entita, proti Aristotelovi. V knize to popsal filozof Liceti a přizpůsobil aristotelskou teorii tak, aby vyhovovala Boloňskému kameni. Poslal kopii Galileovi, což vyvolalo zdlouhavou korespondenci



# Nicolas Monardes

Pravděpodobně první zmínka o luminiscenci pochází od španělského lékaře a botanika **Nicolase Monardese** (1577) – zabýval se výzkumem rostlin objevených v Americe a jejich použitím v medicíně. Zaujalo ho namodralá *opalescence* vody, ve které bylo vyvařeno dřevo stromu objeveného v Mexiku (tehdy nazývaného *Lignum nephriticum*, používaného v XVI-XVII. století k léčení ledvinových potíží). Pravděpodobně se jednalo o dřevo ze stromu *Eynsemhardtia polystachia* a fluoreskujícími látkami mohla být směs derivátů **glucosyl-hydroxichalconu**.



- 1a** X = O; R = H; R' = H  
**1b** X = O; R = H; R' = OH  
**1c** X = O; R = Ac; R' = H  
**1d** X = O; R = Ac; R' = OAc  
**2** X = H,OH; R = Ac; R' = OAc

# Robert Boyle

**Robert Boyle** (1664) - opakoval **Monardesovy** pokusy a navrhl, že za modré zbarvení je zodpovědná *esenciální sůl*, kterou je možné několikanásobnou extrakcí ze dřeva získat. Zjistil také, že po přidání kyseliny do extraktu fluorescence zmizí a po dodání zásady se zase objeví. Nevědomky tak objevil **první fluorescenční pH indikátor...**

Boyle zaznamenal také **thermoluminiscenci** (diamant), **triboluminiscenci** (cukr), **bioluminiscenci** (shnilé dřevo, ryby) a **fosforescenci** (hoření fosforu)



# Názvosloví...

Termín fosfor se používal od středověku k popisu minerálů, které svítily ve tmě (z řečtiny — Pyrophorus, nesoucí oheň). Zároveň bílý fosfor (prvek) jasně hoří (oxidace). Naproti tomu termín luminiscence (z latinského lumen pro „světlo“) byl vytvořen Eilhardtem Wiedemannem v roce 1888 jako termín odkazující na „světlo bez tepla“, zatímco „fluorescence“ od sira George Stokese. Stokes vytvořil termín z kombinace „fluorspar“ (mineral fluorit) a opalescence. Později však bylo objeveno, že některé fluority (též kazivce) svítí díky fosforescenci.



# Další významné objevy a teorie

**Christian Huygens (1692):**

světlo je vlnění, vlnová teorie

**Hans Christian Oersted (1820):**

světelné vlnění má elektrickou a magnetickou složku

**Michael Faraday (1831):**

rozšířil Oerstedovu teorii – změnou magnetické složky vyvoláme změnu elektrické složky světla

# James Clark Maxwell

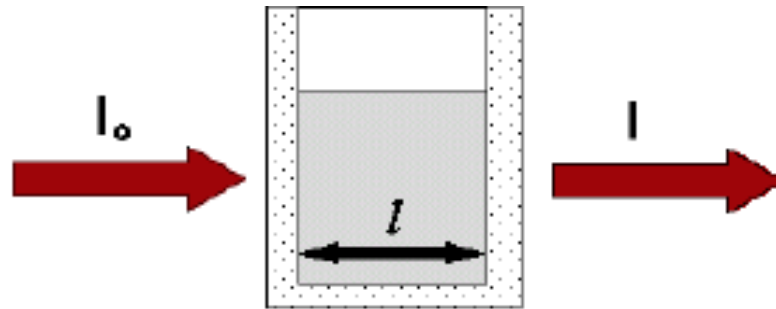
„Dynamická teorie elektromagnetického pole“ (1865)

Ve své teorii navázal na Newtona, Younga, Foucaulta, Oersteda a Faradaye...

*Světlo je elektromagnetické vlnění. Elektrická a magnetická složka jsou kolmé na směr šíření světla.*

Světelné vlnění je charakterizováno vlnovou délkou, frekvencí, rychlostí, amplitudou atd.

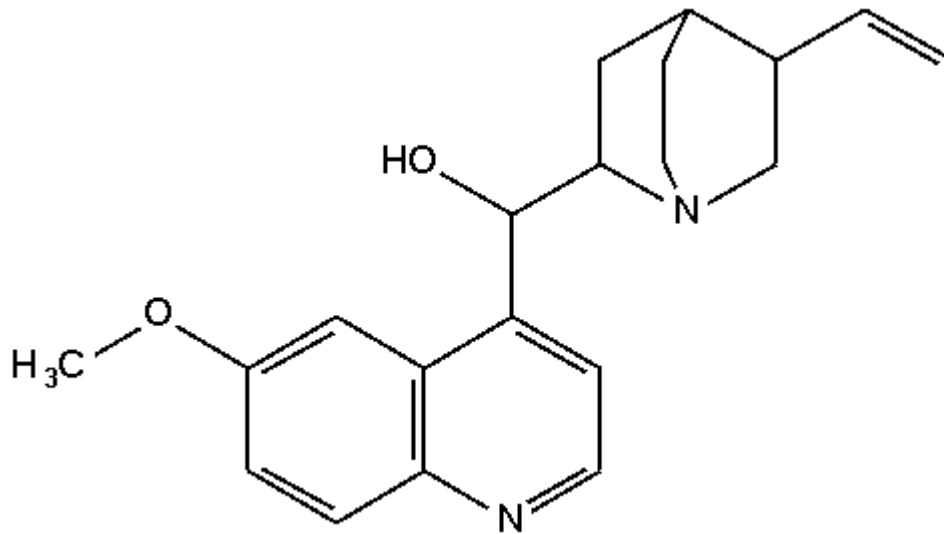
# Bouguer – Lambert - Beerův zákon



$$A = \log I_0 / I = \varepsilon c l$$

The law was discovered by **Pierre Bouguer** before 1729, while looking at red wine

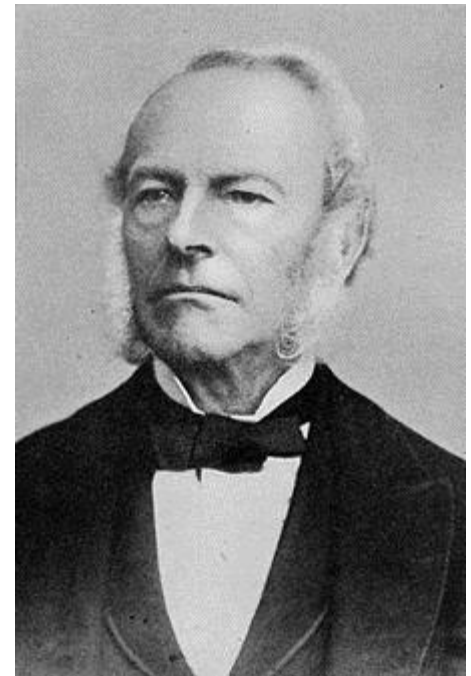
**John Herschel** (1845) – pozoroval fluorescenci chininu.  
Jev nazval epipolická disperze...

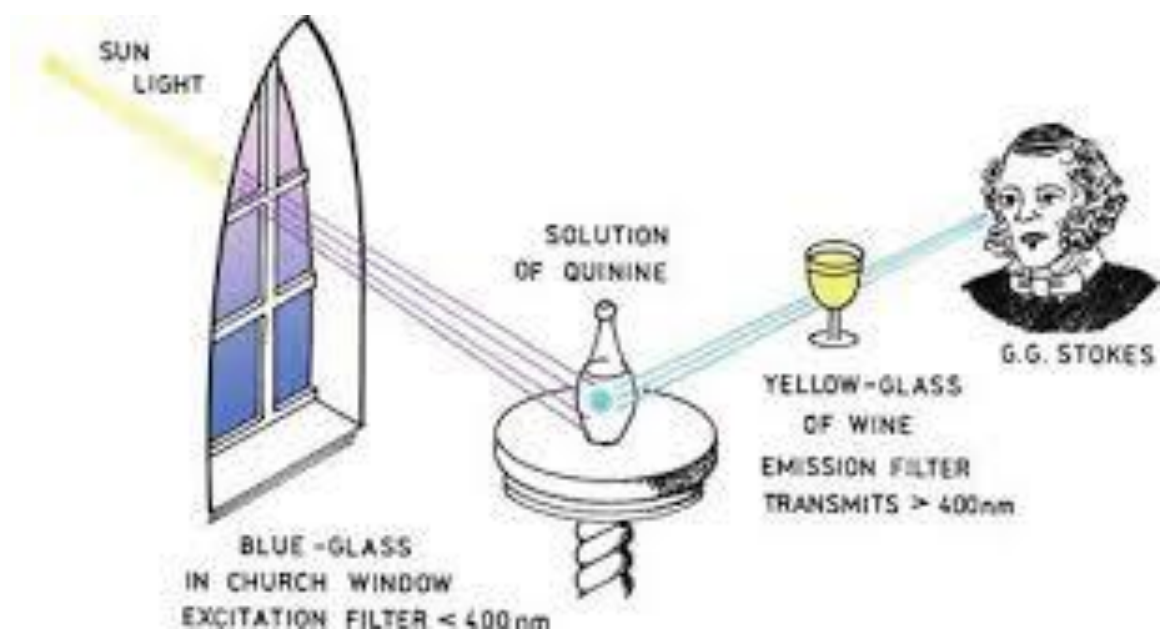


# George Stokes

**Stokes** (1819-1903) zavedl pojem *fluorescence* (nahradil jím termín *disperzní odraz*). Název fluorescence pochází od minerálu obsahujícího prvek fluor. Zjistil, že po ozáření UV světlem dochází u některých látek k emisi viditelného světla („...*zviditelnění temnoty*...“). Dalšími pokusy potvrdil, že po absorpci světla o nižší vlnové délce dochází k emisi světla o vyšší vlnové délce. Tento rozdíl dnes nazýváme *Stokesův posun*.

- ale i další objevy (geometrie, hydrodynamika, matematický popis duhy, polarizace světla), politolog, vyšetřovatel, atd.





# Další důležité objevy

Adolp von Beyer (1871) – německý chemik, který poprvé připravil sloučeninu *fluorescein*

R. Meyer (1897) – ustavil termín *fluorofor* pro skupinu, která v molekule zodpovědná za fluorescenci (chromofor – skupina zodpovědná za barevnost molekuly- Witt1876).

K. Noack (1887) – uveřejnil seznam 660 látek, u kterých byla pozorována fluorescence, seřazených podle barvy jejich fluorescence.



# První teorie

První teorie o vzniku a vlastnostech fluorescence a fosforescence vznikly ve 20. a 30. letech minulého století...

- teorie luminiscenčních center (A. Jablonski)
- kvantový výtěžek a základní postuláty (S. I. Vavilov)
- vyhasínání luminiscence (Gaviola)
- polarizace fluorescence (Weigert, F.Perrin)
- FRET (F. a J. Perrin, Förster)

# Moderní objevy

**Gregorio Weber** (1952) – syntéza dansyl chloridu a jeho použití při kvantifikaci proteinů (začátek rozšíření fluorescenční spektroskopie v biologii a biochemii)

**Shimomura, Saiga a Johnson** (1962) – objev zeleně fluoreskujícího proteinu v medúze *Aequorea*

# Dnes...

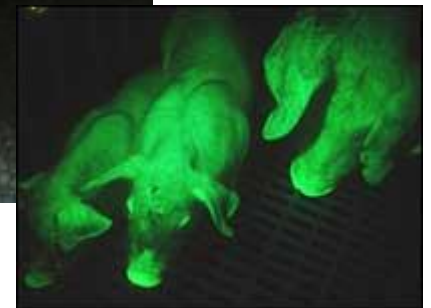
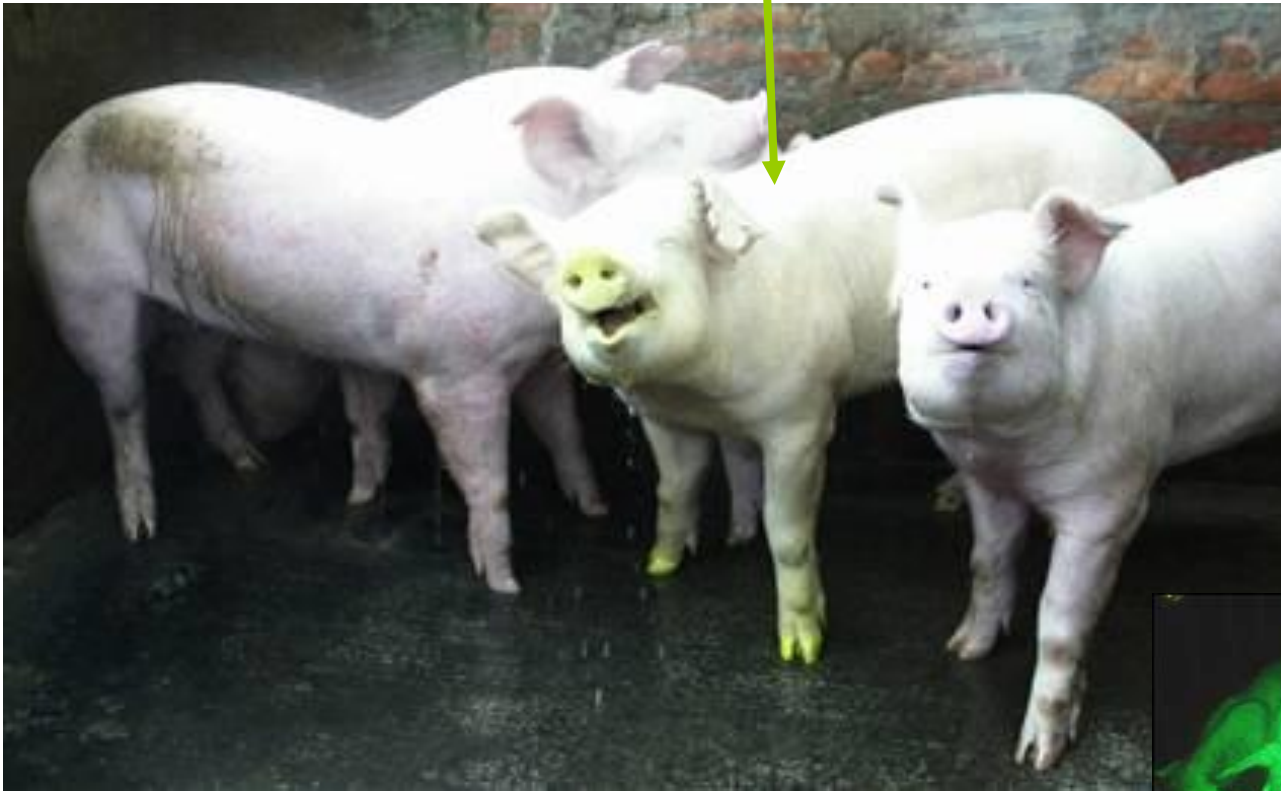
## Fluorescence Spectroscopy for Characterization and Differentiation of Beers

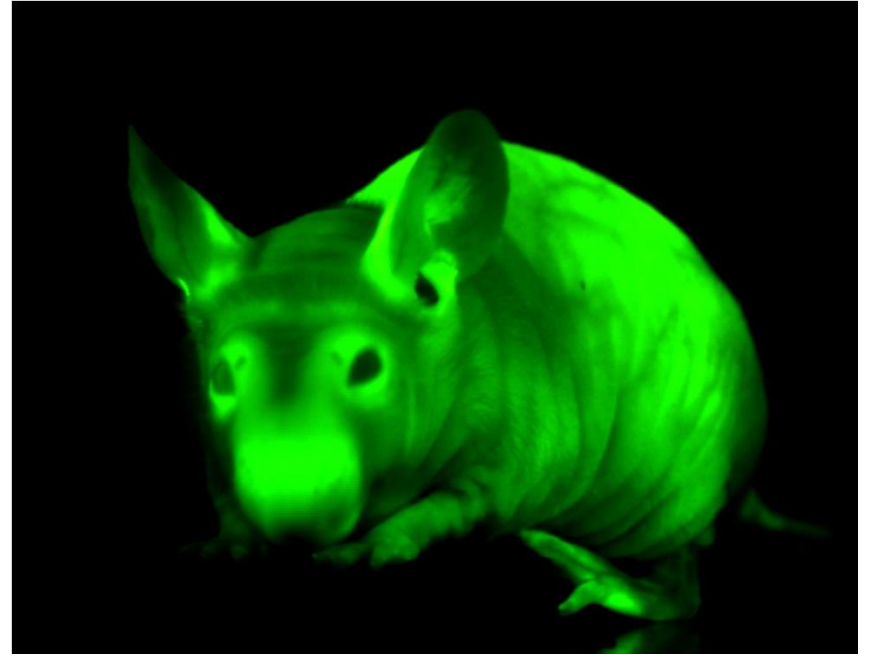
Ewa Sikorska<sup>1,6</sup>, Tomasz Górecki<sup>2</sup>, Igor V. Khmelinskii<sup>3</sup>,

Marek Sikorski<sup>4</sup> and Denis De Keukeleire<sup>5</sup>

*J. Inst. Brew.* 110(4), 267–275, 2004

# Green Fluorescent Pig...





Zeleně fluoreskující laboratorní myš – normálně (vlevo), po ozáření modrým světlem

