

MĚŘENÍ STÁRNUTÍ BIOLOGICKÝCH VZORKŮ POMOCÍ ZMĚNY POLARIZAČNÍHO STAVU SVĚTLA

Jan Mikláš

Master Degree Programme (1), FEEC BUT
E-mail: xmikla05@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Pavel Tománek
E-mail: tomanek@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

The living body tissues consist of cells which dimensions are bigger than a wavelength of visible light. Therefore a Mie scattering of light occurs and different polarization states arise.

The changes of polarization state due to the multiple scattering of light in samples allow measure the aging of biological tissue. The backscattered polarized laser light exhibits multiple scattering on the sample surface and in its subsurface area. As a result a clear shift of polarization maxima due to the changes of polarization state correlate with lowering of water content in the thin layer of porcine meat.

1. ÚVOD

V posledních 15 letech vzrůstá zájem o použití polarizovaného světla při studiu silně difúzních prostředí – vodní emulze či aerosolů ve vzduchu a zejména biologické tkáně [1,2]. Při tomto studiu je nejvýznamnějším problémem změna polarizačního stavu v důsledku jednoduchého či mnohonásobného rozptylu světla na částicích o rozměrech větších než je vlnová délka použitého světla, čímž výstupní signál získává silně statistický charakter a je tedy neskutečně těžké jej charakterizovat. Ve většině případů se proto zkoumá tento jev pomocí modelování na jednoduchých strukturách. Výsledky se potom porovnávají s experimentálně dosaženými hodnotami.

Základní myšlenka tohoto projektu je pozorování změny stavu polarizace světla při interakci s biologickým vzorkem, který je vystaven zrychlenému stárnutí. V našem případě byl použit vzorek vepřového masa. Informační obsah světla obsahuje tři významné parametry – intenzitu signálu, lineárně a kruhově polarizovaný signál. Při pokusu jsme pozorovali, jak velká intenzita světla prošla vzorkem v závislosti na měnící se polarizaci světelného svazku. Dále bylo naše cílem zjistit jak se projeví nebo změní interakce světla, když necháme biologický vzorek „zestárnout“ o jeden den.

2. ROZBOR

Když polarizované světlo pronikne do opticky hustého prostředí nastává, díky velké hustotě částic, mnohonásobný rozptyl [3]. Výsledný svazek je potom depolarizovaný. To před-

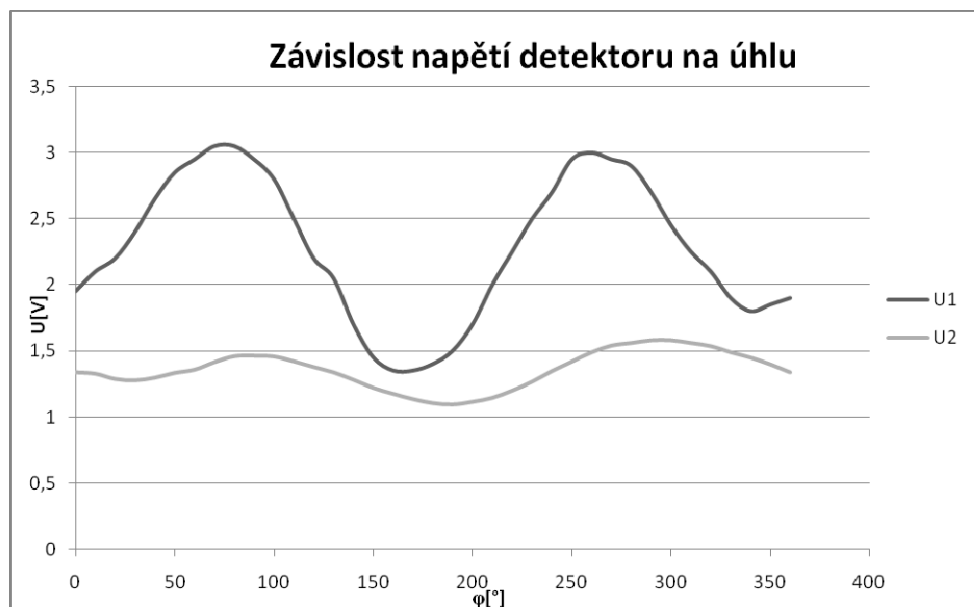
stavuje významný problém v případě, kdy používáme polarizované světlo ke zkoumání nějaké struktury nebo složení opticky hustého prostředí, jako jsou biologické tkáně. Rozsah depolarizačního procesu závisí na počtu a povaze posloupnosti událostí při rozptylu, na konfiguraci zdroj – vzorek – detektor a na polarizačních vlastnostech příslušného svazku. Ostatní charakteristiky opticky hustého prostředí, jako je přítomnost opticky aktivních molekul, mohou také způsobit depolarizaci. Na dostatečně tenkém biologickém vzorku tkáň je prošle nebo odražené světlo plně depolarizováno, a tudíž jakákoli potenciálně zakódovaná informace je ztracena. Nicméně při zpětném směru světla, díky rozptylu, může být zachována část polarizace. Tento jev je obzvlášť intenzivní v zpětně rozptýleném směru, kde vstupní a výstupní optické dráhy superponují. To umožňuje zachování koherentních a polarizačních vlastností světla.

Většina živé tkáně málo absorbuje světlo. Vlnová délka absorbovaného světla se pohybuje v rozmezí 600 – 1300 nm, ačkoliv rozptylové vlastnosti tkáně na těchto vlnových délkách jsou významné. Znamená to, že použité infračervené světlo se značně rozptyluje. Polarizační informace, obsažená v tomto prošlém světle, je potenciálně použitelná pro optickou diagnostiku biologických vzorků.

2.1. MĚŘENÍ

Při měření byla použita konfiguraci zdroj – vzorek – polarizační destička (analyzátor) – Ge detektor spojený s voltmetrem. Vyzařované lineárně polarizované ze zdroje (polovodičový červený laser $\lambda = 635 \text{ nm}$) dopadalo na vzorek (tenká vrstva masa o tloušťce 2 mm). Průchodem světla vzorkem došlo k depolarizaci, tj. původně lineárně polarizované světlo se změnilo na lineárně a kruhově polarizované. Toto depolarizované záření bylo analyzováno natáčením druhé polarizační destičky v rozsahu $0^\circ - 360^\circ$ po 10° . Vzorek se nechal jeden den urychleně stárnout při teplotě $t = 26^\circ\text{C}$ a měření se po 24 hodinách zopakovalo. Výsledné křivky jsou vyneseny v obrázku 1.

2.2. VÝSLEDKY



Obr.1: Závislost stavu polarizace na stárnutí vzorku.

3. ZÁVĚR

Ze získaných výsledků vidíme, jak se projevuje vliv vysychání biologického vzorku, tj. snižování obsahu vody v buňkách s časem. Křivka U1 ukazuje průběh stanovený přibližně Malusovým zákonem

$$I = I_0 \cos^2 \varphi,$$

kteřý platí pro polarizaci lineárně polarizované světla. Přitom se hodnoty napětí na detektoru, mění v rozsahu 1,7-3,05 V. Křivka U2 se mění v rozmezí 1,1-1,58 V. Vidíme, že dochází k poklesu podílu lineární polarizace a nárůstu kruhové polarizace, proto je průběh křivky mělčí. Vysycháním vzorku se také snižuje jeho odrazivost. Významným závěrem je, že přitom dochází k posuvu maxima polarizace přibližně o 20°. Zkoumání tohoto jevu by tedy mohlo být vhodným prostředkem ke zkoumání stárnutí biologických vzorků.

Tento projekt vzniknul v rámci řešení výzkumného záměru MIKROSYN Nové trendy v mikroelektronických systémech a nanotechnologiích podporovaného MŠMT ČR pod registračním číslem MSM 0021630503 a grantem GAČR 102/08/1474 Lokální optická a elektrická charakterizace optoelektronických struktur s nanometrickým rozlišením.

REFERENCE

- [1] TOMÁNEK, P., GRMELA, L., BRÜSTLOVÁ, J., DOBIS, P., Measurement of diffused light polarization due to multiple scattering in body cells . In 18th IMEKO TC2 Symposium on Photonics in Measurements, Prague: Zeithamlová Milena, Ing. Agentura Action M., 2008, s. 95-99, ISBN 978-80-86742-24-3.
- [2] VITKIN, I.A., HOSKINSON, E., Polarization studies in multiply scattering chiral media, *Opt. Eng.* 2000, roč. 39, s. 353-362..
- [3] SALEH, B. E. A., TEICH, M. C., *Základy fotoniky*, Matfyzpress UK, Praha, 1994, 1056 s, ISBN 80-85863-00-6.