

## Jiří Homola vyvíjí nové biosenzory

Doc. Ing. Jiří Homola, CSc., DSc., je vedoucím Sekce fotoniky a Oddělení optických senzorů Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR. Kromě toho působí jako Affiliate Professor na University of Washington v Seattle (USA) a přednáší na Matematicko-fyzikální fakultě UK a Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT v Praze. Doc. Homola je autorem dvou knih a cca 100 článků ve vědeckých časopisech a 160 konferenčních příspěvků, jeho vědecké práce byly citovány více než 4500x. Získal též několik domácích i mezinárodních vědeckých ocenění, mimo jiné ceny Česká hlava v kategorii Invence a Roche Prize for Sensor Technology.

Výzkumu optických biosenzorů se doc. J. Homola věnuje od poloviny 90. let a při Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR vytvořil program, jímž prošla řada studentů a doktorandů. Optické biosenzory jsou zařízení, která kombinují velmi citlivé optické metody s vysokou selektivitou, s níž jsou biomolekuly (např. protilátky či nukleové kyseliny) schopny rozpoznávat své biomolekulární partnery. Výsledkem tohoto spojení optiky a biologie je schopnost detekovat a identifikovat biologické a chemické látky i ve velmi nízkých koncentracích. Doc. Homola a jeho tým se zabývají především výzkumem biosenzorů založených na excitaci povrchových plasmonů. Tyto biosenzory měří změny indexu lomu vyvolané interakcí mezi biomolekulami a umožňují tak nejen detekovat a kvantifikovat vybrané látky, ale rovněž pozorovat v přímém přenosu interakce mezi molekulami a studovat jejich vlastnosti a vztahy mezi nimi. Biosenzory s povrchovými plasmony se proto staly důležitým nástrojem v molekulární biologii a uplatňují se i při vývoji a charakterizaci nových léčiv. Tým doc. Homoly vyvinul řadu nových unikátních biosenzorů s povrchovými plasmony a s jejich pomocí detekoval látky s významem pro lékařskou diagnostiku (biomarkery onemocnění, protilátky, hormony), ochranu životního prostředí (pesticidy, polycyklické aromatické uhlovodíky) a kontrolu kvality a bezpečnosti potravin (bakteriální patogeny a toxiny).

V posledních letech se doc. Homola věnuje výzkumu speciálních nanostruktur, na kterých mohou existovat různé formy povrchových plasmonů. Vlastnosti těchto plasmonů lze přizpůsobit specifickým požadavkům různých aplikací volbou tvaru, rozměrů a materiálu, a to jak individuálních nanoobjektů, tak jejich organizovaných systémů. Protože rozměry použitých nanoobjektů jsou srovnatelné s velikostí biomolekul, v principu lze pomocí těchto nanostruktur vytvářet lokalizovaná elektromagnetická pole a jejich pomocí pozorovat individuální molekuly a jejich interakce. To pro výzkum biosenzorů nabízí nové neprobádané možnosti. Právě k výzkumu plasmonických nanostruktur pro optické biosensory budoucnosti pomůže doc. Homolovi finanční podpora spojená s Akademickou prémieí.

## Doc. Ing. Jiří Homola, CSc., DSc.

Narozen: 4. 1. 1965 v Novém Městě na Moravě

### Vzdělání, vědecké a vědecké-pedagogické tituly:

Affiliate Professor	2009	University of Washington, Seattle, USA
Adjunct Professor	2009	University of Oulu, Oulu, Finland
Doktor technických věd (DSc.)	2009	Akademie věd České republiky, Praha
Docent (Doc.)	2009	Univerzita Karlova v Praze
Kandidát věd (CSc.)	1993	Akademie věd České republiky, Praha
Inženýr (Ing.)	1988	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT, Praha

### Praxe:

1993–nyní	<i>Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, v. v. i., Praha</i> Předseda Rady pracoviště (od r. 2007) Vedoucí Sekce fotoniky a Oddělení optických senzorů (od r. 2003) Vědecký pracovník (1993–1997)
1997–2002	<i>University of Washington, Seattle, USA</i> Research Associate Professor (2001–2002) Research Assistant Professor (1999–2001)

### Výzkumná činnost:

Biofotonika se zaměřením na výzkum optických (bio)senzorů pro studium molekulárních interakcí a pro detekci látek důležitých z hlediska lékařské diagnostiky, monitorování znečištění životního prostředí a kontroly kvality a bezpečnosti potravin.

Publikace: 2 knihy (Springer), 6 kapitol v knihách, ~100 článků ve vědeckých časopisech, ~160 konferenčních příspěvků (z toho 40 pozvaných přednášek na mezinárodních konferencích v USA, Japonsku, Velké Británii, Kanadě, Švýcarsku, Německu, Itálii, Francii atd.)

Ohlasy: více než 4,500 citací podle ISI Web of Science, *h*-faktor = 32

Patenty: 5 udělených, 2 v patentovém řízení

### Profesní činnost:

Zástupce ČR ve Photonics 21 Mirror Group (od r. 2007)  
Člen NATO Chemistry/Biology/Physics (CBP) Advisory Panel (od r. 2006)  
Associate Editor of *Journal of Sensors*, Hindawi (od r. 2007)  
Člen International Advisory Board of Analytical and Bioanalytical Chemistry, Springer (od r. 2011)  
Člen Editorial Board of *Sensors and Actuators B*, Elsevier (od r. 2004)  
Člen Editorial Board of *Biosensors and Bioelectronics*, Elsevier (2004–2007)  
Předseda konference *Optical Sensors, SPIE Conference on Optics & Optoelectronics*, 2007, 2009, 2011, Praha  
Předseda *10th European Conference on Optical Chemical Sensors and Biosensors – Europt(r)ode X*, 2010, Praha  
Co-Director of 40th NATO – A.S.I. Course: Optical Chemical Sensors, Itálie (2004)  
Člen Permanent Steering Committee of *Europt(r)ode Conference Series* (od 2000)  
Člen Permanent Steering Committee of Advanced Study Course on Optical Chemical Sensors (od 2000)

### Pedagogická činnost:

Vyučuje/vyučoval semestrální kurzy fotoniky, optoelektroniky, měřících metod, senzorů a biosenzorů na VŠCHT, Praha (2006), FJFI ČVUT, Praha (od 2005), MFF UK, Praha (od 2004), University of Washington, Seattle, USA (2000–2002) a University of Oulu, Oulu, Finsko (2009).

### Ocenění:

2009	Česká hlava v kategorii Invence, ČR
2006	Roche Prize for Sensor Technology, Německo
2003	Prémie Otto Wichterleho, ČR

## Vybrané významné výsledky

### 1. Teorie optických biosenzorů s povrchovými plasmony

J. Homola a jeho tým se systematicky věnují teorii optických biosenzorů s povrchovými plasmony. Za významné lze považovat zejména práce zabývající se vztahem mezi citlivostí senzoru a jeho konstrukčními parametry. Tyto práce přinesly hlubší pochopení faktorů, které chování biosenzorů s povrchovými plasmony ovlivňují a umožnily efektivnější návrh senzorických struktur. Pozornost byla rovněž věnována zdrojům šumu a jejich vlivu na detekční schopnosti biosenzorů. Vybrané publikace zabývající se těmito tématy (viz níže) byly citovány více než 300x.

#### Relevantní publikace

- J. Homola: On the sensitivity of surface plasmon resonance sensors with spectral interrogation, *Sensors and Actuators B*, 41, 207–211 (1997).
- J. Homola, I. Koudela, S. Yee: Surface plasmon resonance sensors based on diffraction gratings and prism couplers: sensitivity comparison, *Sensors and Actuators B*, 54, 16–24 (1999).
- G. G. Nenninger, M. Piliarik, J. Homola: Data analysis for optical sensors based on spectroscopy of surface plasmons, *Measurement Science and Technology*, 13, 2038–2046 (2002).
- M. Piliarik; J. Homola: Surface plasmon resonance (SPR) sensors: approaching their limits?, *Optics Express*, 17, 16505–16517 (2009).

### 2. Nová metoda spektroskopie povrchových plasmonů pro kompaktní biosenzory

J. Homola a jeho tým vyvinuli originální metodu spektroskopie povrchových plasmonů, založenou na současné optické excitaci povrchových plasmonů a disperzi světla na speciální difrakční struktuře. Na principu této metody byly realizovány vysoce citlivé a kompaktní biosenzory vhodné pro mimolaboratorní použití. Metoda byla patentována v USA, Kanadě, Číně a v ČR; patentové řízení probíhá v EU a v Japonsku. Vývoj metody byl financován americkou firmou Phenogenomics, Inc. (USA). Majitel patentu, Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, v. v. i., uzavřel s firmou Phenogenomics licenční smlouvu o komerčním využití této technologie.

#### Relevantní publikace

- O. Telezhnikova, J. Homola: A new approach to spectroscopy of surface plasmons, *Optics Letters*, 31, 3339–3341 (2006).
- M. Piliarik; M. Vala; I. Tichý; J. Homola: Compact and low-cost biosensor based on novel approach to spectroscopy of surface plasmons, *Biosensors & Bioelectronics*, 24, 3430–3435 (2009).
- F. Fernández, K. Hegnerová, M. Piliarik, F. S. Baeza, J. Homola, M.-Pilar Marco: A label-free and portable multichannel surface plasmon resonance immunosensor for on site analysis of antibiotics in milk samples, *Biosensors and Bioelectronics*, 26, 1231–1238 (2010).
- H. Šípová, S. Zhang, A. M. Dudley, D. Galas, K. Wang, J. Homola: Surface plasmon resonance biosensor for rapid label-free detection of microRNA at subfemtomole level, *Analytical Chemistry*, 82, 10110–10115 (2010).

### 3. Optické biosenzory pro moderní bioanalytiku

Výzkumný tým J. Homoly realizoval řadu optických biosenzorů s povrchovými plasmony pro detekci chemických a biologických látek. Mezi nejdůležitější aplikace patří detekce potravinových patogenů (např. *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Listeria monocytogenes*) a toxinů (např. stafylokokový enterotoxin B, tetradotoxin), biomarkerů onemocnění (např. chorionický gonadotropin, protilátky proti viru Epstein-Barrové, microRNA) a kontaminantů životního prostředí (např. atrazin, benzopyren, kyselina dichlorfenoxyoctová, bisphenol A).

#### Relevantní publikace

- A. D. Taylor, J. Ladd, Q. Yu, S. Chen, J. Homola, and S. Jiang: Quantitative and simultaneous detection of four foodborne bacterial pathogens with a multi-channel SPR sensor, *Biosensors & Bioelectronics*, 22, 752–758 (2006).
- H. Vaisocherová, K. Mrkvová, M. Piliarik, P. Jinoch, M. Šteinbachová, and J. Homola: Surface plasmon resonance biosensor for direct detection of antibody against Epstein-Barr virus, *Biosensors & Bioelectronics*, 22, 1020–1026 (2007).
- J. Dostálek, J. Přebyl, J. Homola, P. Skládal: Multichannel SPR biosensor for detection of endocrine disrupting compounds, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 389, 1841–1847 (2007).
- M. Piliarik, L. Párová, J. Homola: High-throughput SPR sensor for food safety, *Biosensors & Bioelectronics*, 24, 1399–1404 (2009).
- K. Hegnerová, M. Piliarik, M. Šteinbachová, Z. Flegelová, H. Černožorská, J. Homola: Detection of bisphenol A using a novel surface plasmon resonance biosensor, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 398, 1963–1966 (2010).
- M. Piliarik, M. Bocková, J. Homola: Surface plasmon resonance biosensor for parallelized detection of protein biomarkers in blood plasma, *Biosensors and Bioelectronics*, 26, 1656–1661 (2010).
- H. Vaisocherová, A. D. Taylor, S. Jiang, K. Hegnerová, M. Vala, J. Homola, B. J. Yakes, J. Deeds, S. DeGrasse: Surface plasmon resonance biosensor for determination of tetrodotoxin (TTX): pre-validation study, *Journal of AOAC International*, 94, 596–604 (2011).