Projekt SPOLEČNÉ VZDĚLÁVÁNÍ PRO SPOLEČNOU BUDOUCNOST

Současná kosmonautika a kosmické technologie 2014

Carbon quantum dots as an indicator of DNA damage induced by UV

Lukáš Nejdl[1], Jan Zítka[1], Kristýna Číhalová[1], Vedran Milosavljevic[1], Amitava Moulick[1], Ondrej Závodský[2], Zbyněk Heger[1], Jakub Kapuš[2], Libor Lenža[3] , René Kizek[1], Vojtěch Adam[1]

[1]Laboratoř metalomiky a nanotechnologií, Mendelova univerzita v Brně a Středoevropský technologický institut v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika – Evropská unie

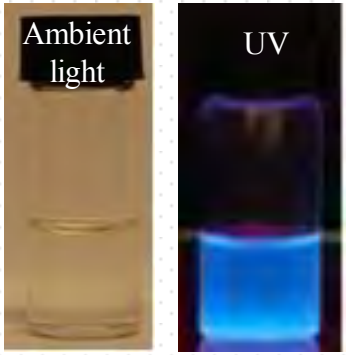
[2]Slovenská organizácia pre vesmírne aktivity, Zámocká 5, 811 03 Bratislava, Slovenská republika – Evropská unie

[3]Hvězdárna Valašské Meziříčí, p. o., Vsetínská 78, 757 01 Valašské Meziříčí, Česká republika – Evropská unie

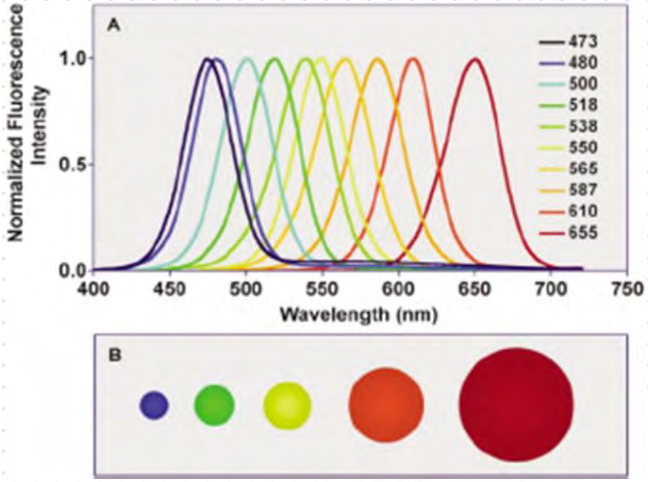
28. – 30. listopadu 2014, Hvězdárna Valašské Meziříčí, p. o.

Quantum dots

- Various semiconductor nanocrystals: CdTe, CdSe, CdSe/ZnSe, PbS, or CdS
- Carbon quantum dots (CQDs)
  - Low toxicity
  - Chemical stability
  - Biocompatibility



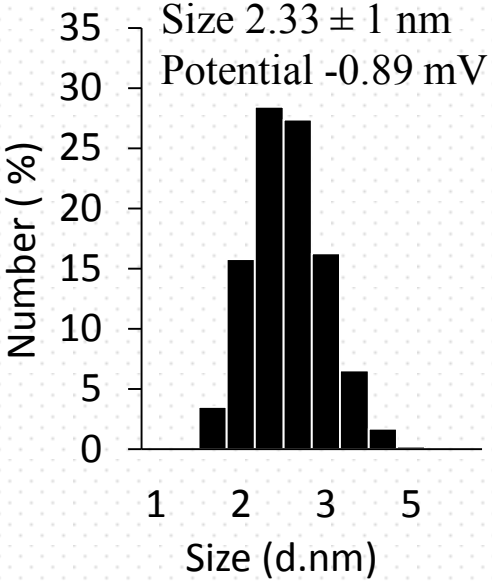
- CQDs are functionalized and passivated surface states with carboxyl and hydroxyl groups
- CQDs: ability to interact with DNA
  - Intercalation to major/minor groove
  - Application in biosensors



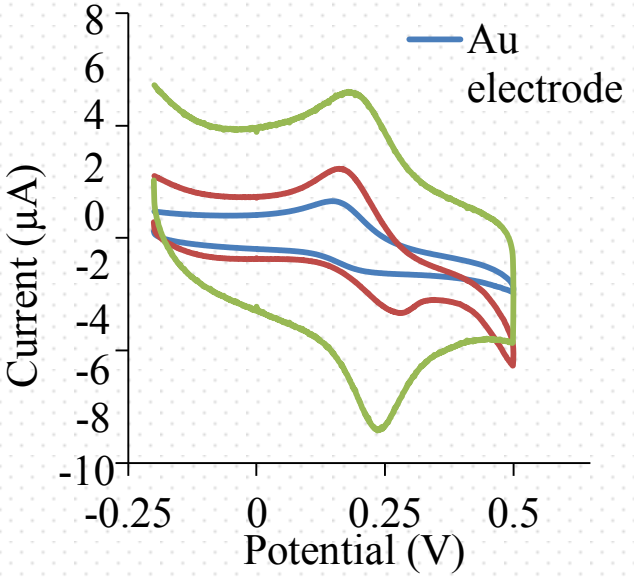
Characterization of CQDs

A. Dynamic Light Scattering (DLS) measurement of the CQDs.
B. Cyclic voltammograms of CQDs (red), immobilized on MWCNT (blue), measured on gold electrode (green)
C. Distribution of electrochemical signal of bare electrode (I.), electrode modified with MWCNT (II.) and MWCNT and CQDs layer (III.)

A.

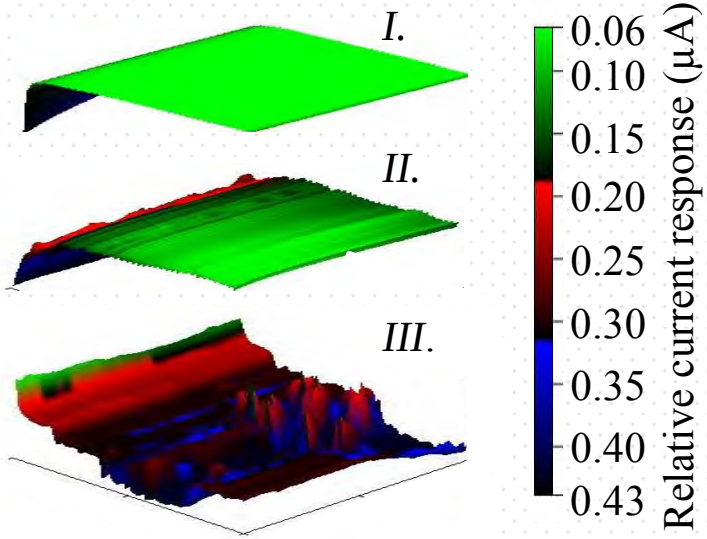


B.



C.

Current range of 0.15 - 0.30 µA.



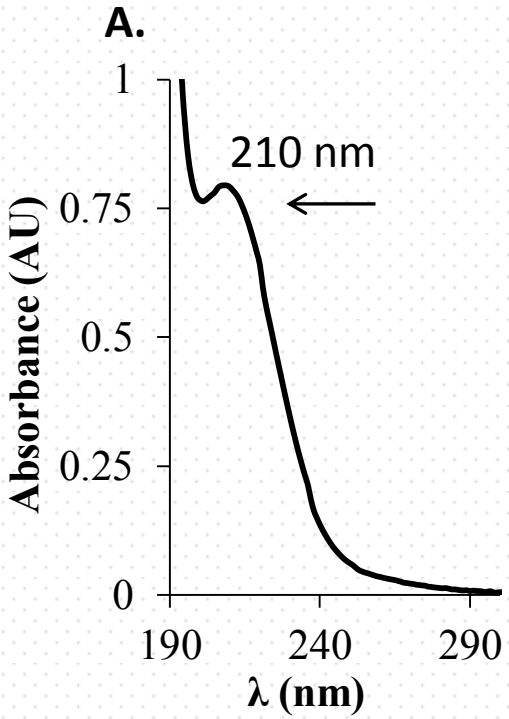
PROGRAM CEZHRANIČNEJ SPOLUPRÁCE SLOVENSKÁ REPUBLIKA ČESKÁ REPUBLIKA 2007 2013
EURÓPSKA ÚNIA EURÓPSKY FOND REGIONÁLNEHO ROZVOJA SPOLOČNE BEZ HRANÍC
FOND MIKROPROJEKTŮ
HVEZDÁRNA VALAŠSKÉ MEZIŘÍČÍ
Slovenská organizácia pre vesmírne aktivity
SPOLEČNĚ DO STRATOSFÉRY
Uhlíkové kvantové tečky pro sledování poškození DNA v 3D tiskem vyrobené stratosférické sondě
QDNA-STRATO PQDNA-STRATO 012014

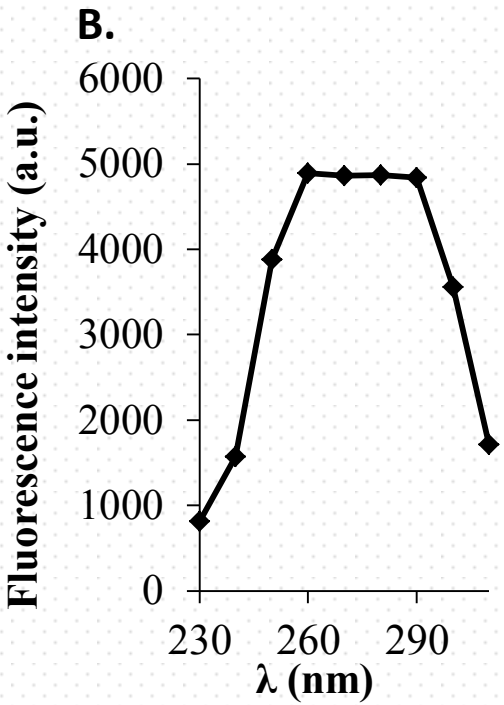
Characterization of CQDs

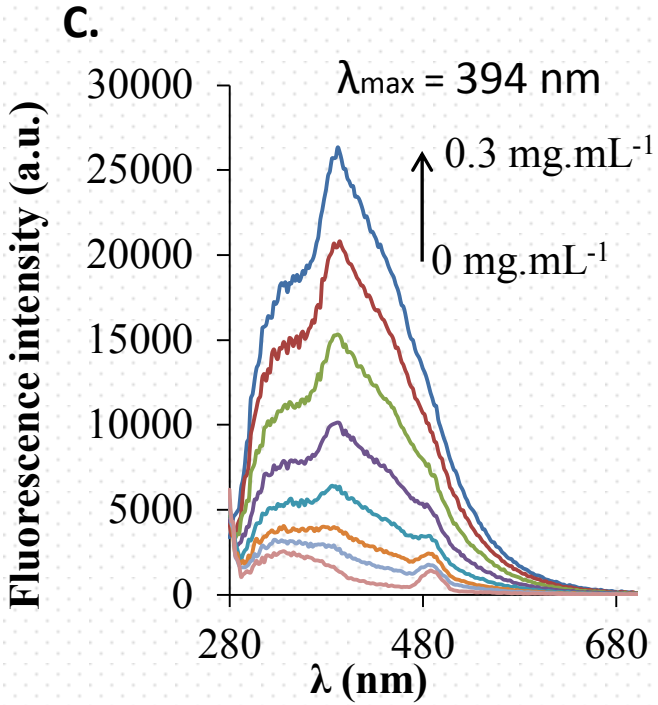
A. Absorption spectra of CQDs (300 µg.mL-1)

B. CQDs emission dependence (λem = 400 nm) on applied excitation wavelength (λexc = 230 - 310 nm)

C. emission spectra of CQDs (0 - 300 µg.mL-1), obtained by using ideal excitation wavelength (λexc = 245 nm)







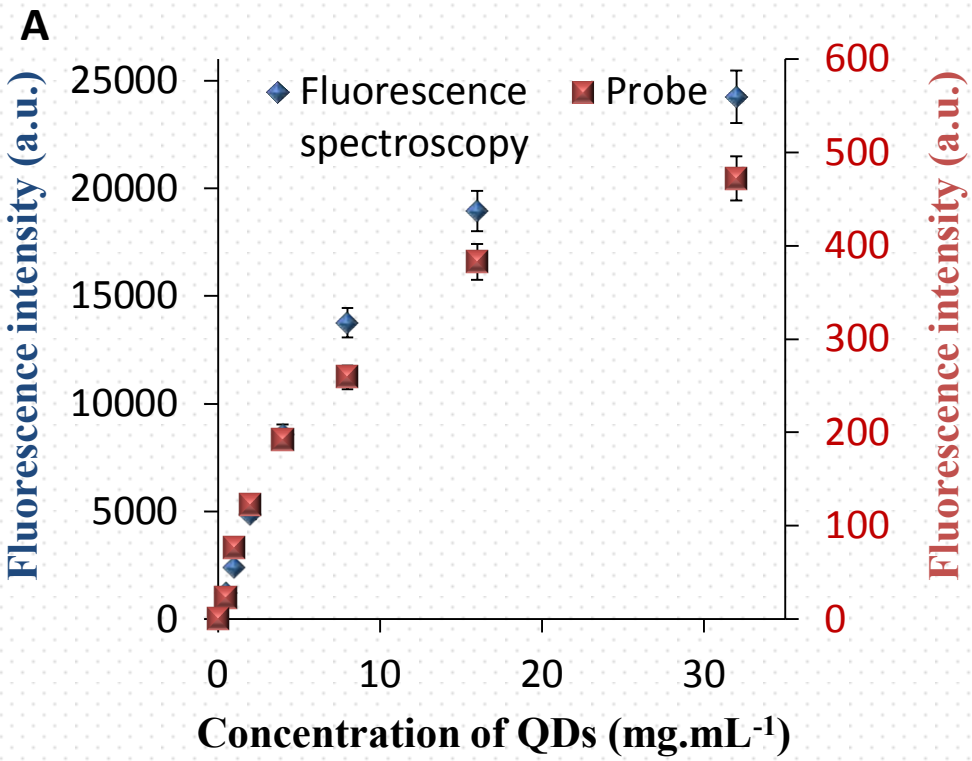
Laboratoř metalomiky a nanotechnologií
Centrum excelentní vědy

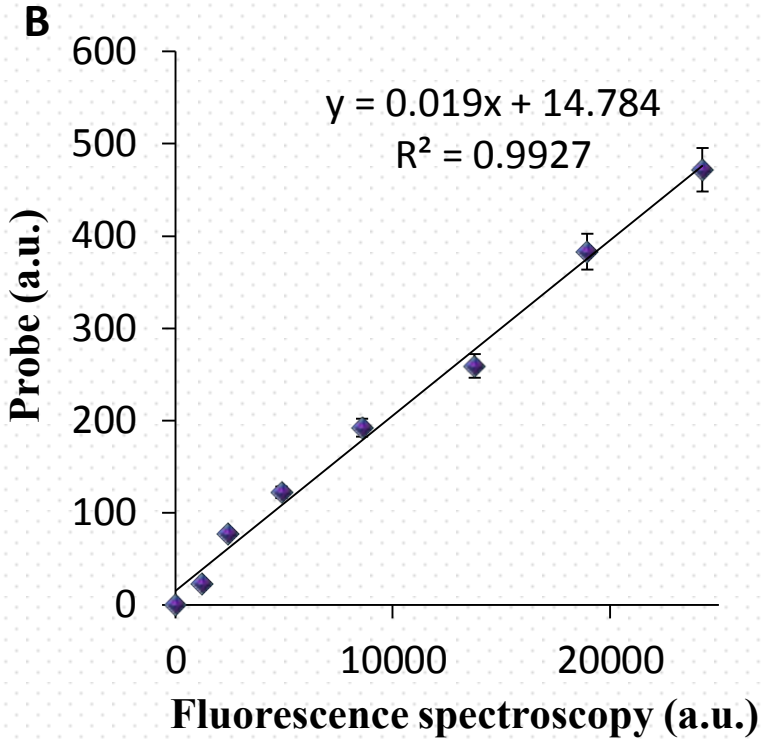
PROGRAM CEZHRANIČNEJ SPOLUPRÁCE SLOVENSKÁ REPUBLIKA ČESKÁ REPUBLIKA 2007 2013
EURÓPSKA ÚNIA EURÓPSKY FOND REGIONÁLNEHO ROZVOJA SPOLOČNE BEZ HRANÍC
FOND MIKROPROJEKTŮ
HVEZDÁRNA VALAŠSKÉ MEZIŘÍČÍ
Slovenská organizácia pre vesmírne aktivity
SPOLEČNĚ DO STRATOSFÉRY
Uhlíkové kvantové tečky pro sledování poškození DNA v 3D tiskem vyrobené stratosférické sondě
QDNA-STRATO PQDNA-STRATO 012014

Laboratory testing of stratospheric probe

A. Calibration curve of carbon quantum dots (0 - 300 µg.mL^{-1}), determined by using commercial fluorescence spectroscope Infinite M 200 (blue), compared with the calibration range of QDs (0 - 300 µg.mL^{-1}) analyzed in stratospheric probe (red)

B. Comparison of both methods with perfect $R^2 = 0.9927$





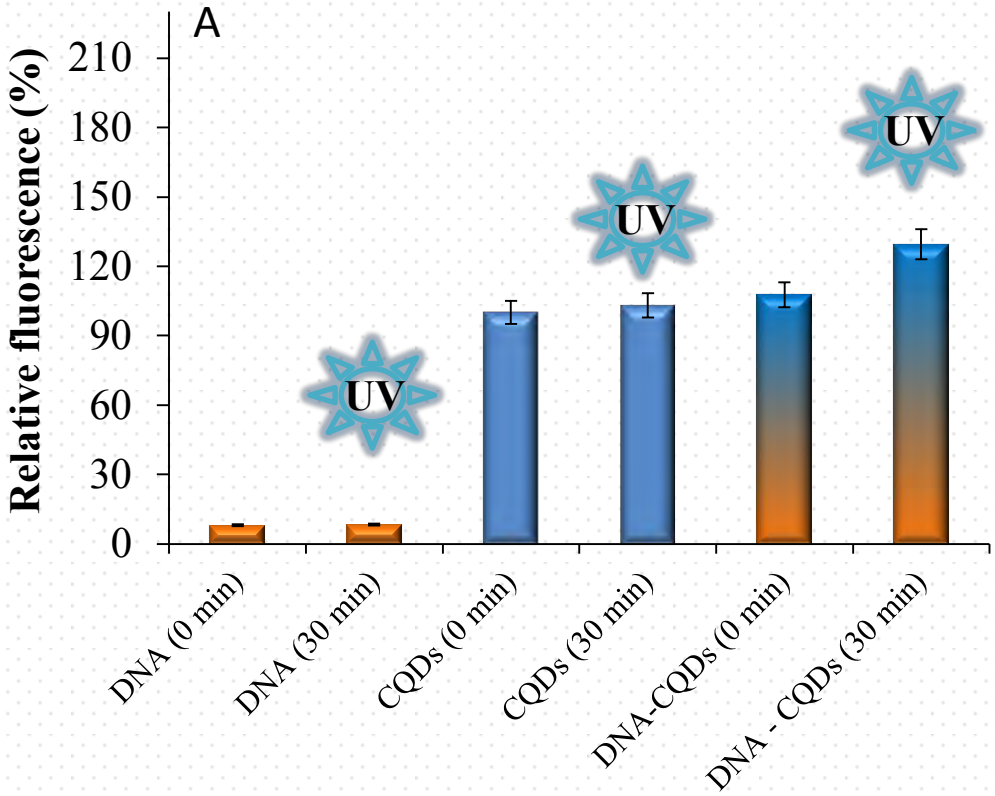
Laboratoř metalomiky a nanotechnologií
Centrum excelentní vědy

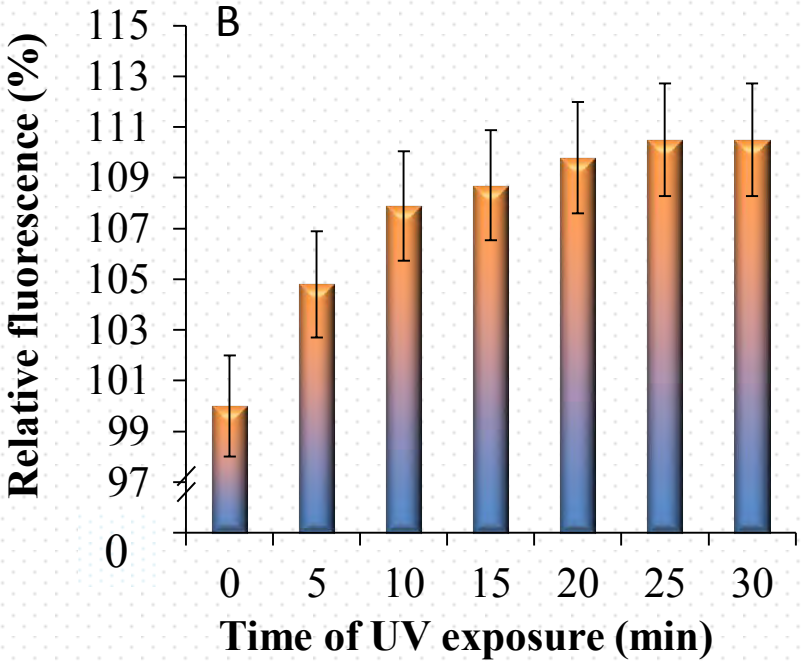
PROGRAM CEZHRANIČNEJ SPOLUPRÁCE SLOVENSKÁ REPUBLIKA ČESKÁ REPUBLIKA 2007 2013
EURÓPSKA ÚNIA EURÓPSKY FOND REGIONÁLNEHO ROZVOJA SPOLOČNE BEZ HRANÍC
FOND MIKROPROJEKTŮ
HVEZDÁRNA VALAŠSKÉ MEZIŘÍČÍ
Slovenská organizácia pre vesmírne aktivity
SPOLEČNĚ DO STRATOSFÉRY
Uhlíkové kvantové tečky pro sledování poškození DNA v 3D tiskem vyrobené stratosférické sondě
QDNA-STRATO PQDNA-STRATO 012014

Laboratory testing of stratospheric probe

A. Influence of UV exposure (λ ex= 254 nm, t = 30 min) on genomic DNA (50 µg.mL-1), isolated from SA, carbon QDs (30 µg.mL-1) and their mixture (the same applied concentrations). Results were obtained by using fluorescence spectroscope

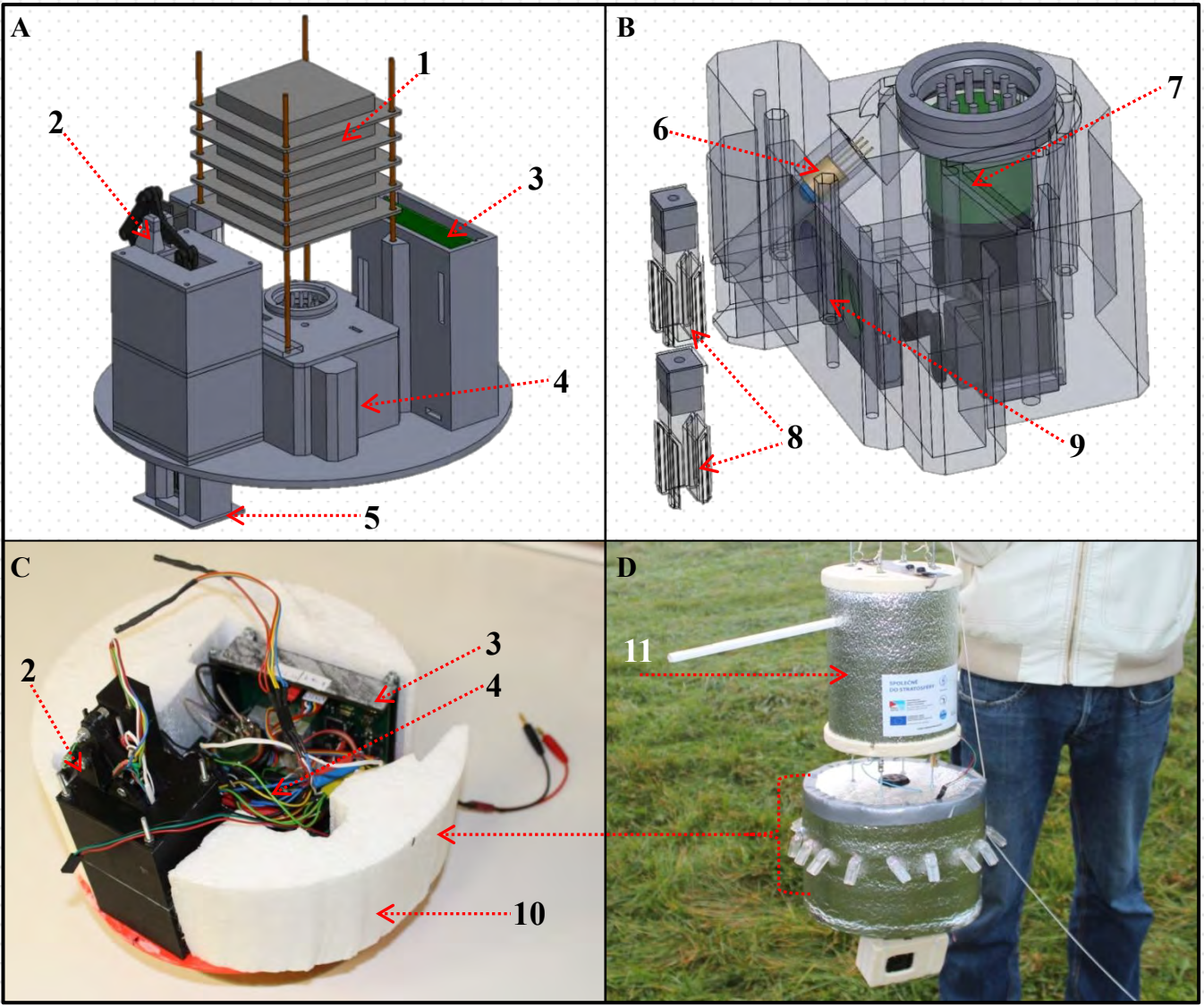
B. Detection of DNA damage after exposure to UV (λ = 254) in different exposure times (0 min, 5 min, 10 min, 15 min, 20 min, 25 min, 30 min) analyzed by using stratospheric probe in laboratory conditions.





Laboratoř metalomiky a nanotechnologií
Centrum excelentní vědy

3D-printed stratospheric probe



(1) flight computer JULO-X,
(2) at motion arm for driven cuvette ejection
(3) control unit,
(4) detection part of the probe
(5) the space for cuvettes

(6) excitation source - LED
(7) emission sensor - PMT
(8) cuvettes with samples (CQDs/DNA mixture)
(9) emission filters

(10) the probe photo with basic PS isolation protecting the probe against outside environment and

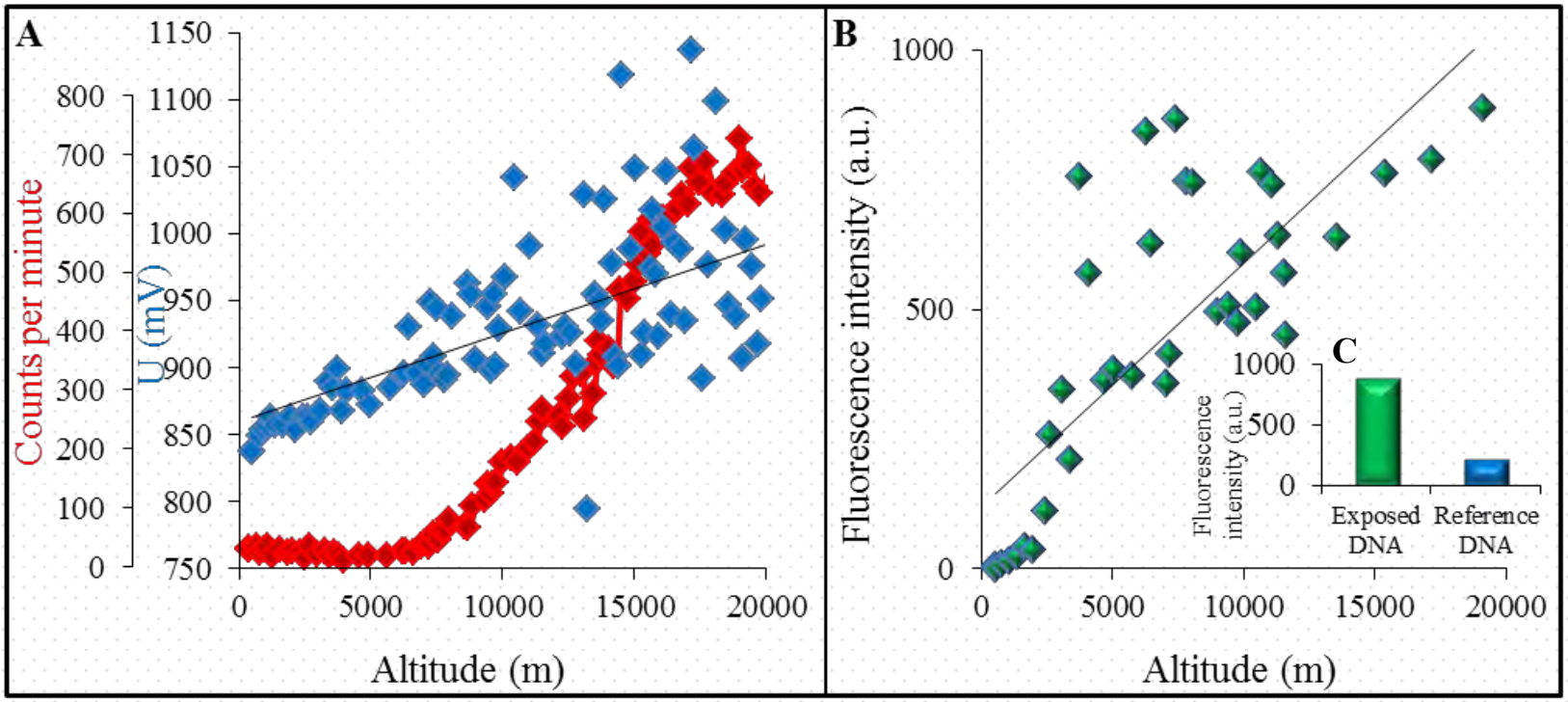
(11) the probe in entire protective isolation

Laboratoř metalomiky a nanotechnologií
Centrum excelentní vědy

PROGRAM CEZHRANIČNEJ SPOLUPRÁCE SLOVENSKÁ REPUBLIKA ČESKÁ REPUBLIKA 2007 2013
EURÓPSKA ÚNIA EURÓPSKY FOND REGIONÁLNEHO ROZVOJA SPOLOČNE BEZ HRANÍC
FOND MIKROPROJEKTŮ
HVEZDÁRNA VALAŠSKÉ MEZIŘÍČÍ
Slovenská organizácia pre vesmírne aktivity
SPOLEČNĚ DO STRATOSFÉRY
Uhlíkové kvantové tečky pro sledování poškození DNA v 3D tiskem vyrobené stratosférické sondě
QDNA-STRATO PQDNA-STRATO 012014

Real data analyzed during the flight

A. Irradiation (red rhombus) and UV intensity (blue rhombus)
B. The increase of fluorescence intensity of CQDs/DNA complex, in dependence to increasing altitude. Both figures show results, obtained during the flight in altitude range 500 - 20 000 m.
C. Comparison between reference (unexposed) DNA and DNA exposed to environmental influences, both in 20 000 m



Conclusion

- Carbon quantum dots are low toxic, chemical stable and biocompatable nanoparticles and suitable tool for study DNA damage
- Characterization of CQDs shows their size 2.33 ± 1 nm and potential -0.89 mV
- Optimized excitation wavelenght is 245 nm and emmision peak at 394 nm
- Good corelation of commercial fluorescence spectroscope and stratospheric probe with R^2 = 0.9927

Laboratoř metalomiky a nanotechnologií
Centrum excelentní vědy

PROGRAM CEZHRANIČNEJ SPOLUPRÁCE SLOVENSKÁ REPUBLIKA ČESKÁ REPUBLIKA 2007 2013
EURÓPSKA ÚNIA EURÓPSKY FOND REGIONÁLNEHO ROZVOJA SPOLOČNE BEZ HRANÍC
FOND MIKROPROJEKTOV
HVEZDÁRNA VALAŠSKÉ MEZIŘÍČÍ
Slovenská organizácia pre vesmírne aktivity
SPOLEČNĚ DO STRATOSFÉRY
Uhlíkové kvantové tečky pro sledování poškození DNA v 3D tiskem vyrobené stratosférické sondě
QDNA-STRATO
PQDNA-STRATO 012014

Acknowledgement

Carbon quantum dots for monitoring DNA damage produced by 3D printing stratospheric probe: PQDNA-STRATO 012014

Laboratoř metalomiky a nanotechnologií
Centrum excelentní vědy

Thank you for your attention

Laboratoř metalomiky a nanotechnologií
Centrum excelentní vědy

EXP/797

PROGRAM CEZHRANIČNEJ SPOLUPRÁCE
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA
2007 2013

EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND REGIONÁLNEHO ROZVOJA
SPOLOČNE BEZ HRANÍC

FOND MIKROPROJEKTŮ

HVEZDÁRNA VALAŠSKÉ MEZIŘÍČÍ

Slovenská organizácia pre vesmírne aktivity

SPOLEČNĚ DO STRATOSFÉRY

Uhlíkové kvantové tečky pro sledování poškození DNA v 3D tiskem vyrobené stratosférické sondě

QDNA-STRATO
PQDNA-STRATO 012014