

Raport stiintific
privind implementarea proiectului
“BIOLASER PE BAZA DE ACID DEZOXIRIBONUCLEIC (BIOLAS)”
Contract de finantare 518PED/2020,
Cod proiect PN-III-P2-2.1-PED-2019-2220
Perioada: 1 ianuarie – 15 noiembrie 2022

Etapa 3 “Investigarea emisiei laser in noile materiale pe baza de ADN – partea 2. Validarea in conditii de laborator a materialului emitor si a functionalitatii de emisie laser a acestuia”

Rezumat

In acest raport am prezentat o sinteza a cercetarilor efectuate in proiect si a rezultatelor obtinute in **Etapa 3**, 1 ian. 2022 – 15 nov. 2022. Aceste cercetari reprezinta o continuare a celor desfasurate in anul precedent in investigarea emisiei laser in noile materiale realizate. Ele au avut ca scop analiza comparativa a emisiei laser in noile materiale in vederea selectarii celor mai bune materiale bazate pe ADN functionalizat si configuratii experimentale de emisie in acestea, precum si realizarea unui demonstrator de laborator de emisie laser in bio-materialul selectat, bazat pe ADN functionalizat.

A fost investigata **emisia laser** in seturile de solutii si filme realizate atat in anul 2021, cat si in cele realizate in anul 2022, anume solutii de ADN-CTMA-RhB in butanol, cu 30g/L, 60g/L, din biopolimerul ADN si cu diverse concentratii de RhB, precum si in solutiile PMMA-RhB in TCE (Triclorețan), cu 30 g/L, 60 g/L din polimerul sintetic PMMA in solutie si concentratiile de RhB aceleasi ca in solutiile cu ADN-CTMA. Multiplele experimente de investigare a procesului de emisie laser realizate in noile materiale au relevat ca **cele mai bune rezultate se obtin in solutiile cu concentratiile cele mai mici ale colorantului RhB, 1,6 g/L RhB fata de solvent, in cazul setului de materiale disponibile**. Analiza rezultatelor releva legatura intre concentratiile de RhB, ADN-CTMA, PMMA din solutiile analizate si **lungimea de unda a emisiei laser** in acestea. Astfel, marirea concentratiei de RhB a avut ca rezultat marirea lungimii de unda de emisie. Marirea concentratiei de ADN-CTMA a dus la micșorarea lungimii de unda de emisie. Emisia laser in probele cu ADN-CTMA a avut loc la lungimi de unda mai mici decat in cele cu PMMA cu aceeasi concentratie de polimer si RhB. Domeniul de lungimi de unda a emisiei poate fi astfel extins catre lungimi de unda mai mici in compusii ADN-CTMA-RhB, cu o acordabilitate data de concentratia de ADN-CTMA.

Au fost determinate **profilele spatiale ale fasciculelor laser emise** in solutiile investigate cu analizorul de fascicul laser SPIRICON LW230 cuplat la calculator. Au fost prezentate distributiile transversale de intensitate 2D si 3D ale fasciculelor emise comparativ cu distributiile corespunzatoare ale fasciculului de pompaj, masurate in acelasi plan.

Studiul experimental al emisiei laser in noile materiale realizate a permis **determinarea unor parametri energetici importanti pentru caracterizarea procesului de emisie laser**. Pentru fiecare din probele investigate am determinat **fluenta de prag** a procesului de emisie laser, **panta eficientei**, precum si **eficienta maxima** a procesului de emisie laser corespunzatoare fluentei de pompaj la care fotodegradarea mediului activ este puternica. Analiza acestor parametri **energetici** determinati experimental au condus la evidentierea faptului ca procesul de emisie laser este influentat favorabil de prezenta ADN-CTMA comparativ cu PMMA, pentru ambele concentratii de Rh considerate. Astfel, relativ la pragul de emisie laser, acesta este mai scazut in probele DNA60-RhB1 ($F_{\text{prag,DNA60-RhB1}} \approx 11 \text{ mJ/cm}^2$) decat in PMMA60-RhB1 ($F_{\text{prag,PMMA60-RhB1}} \approx 15 \text{ mJ/cm}^2$) si comparabil egale in DNA60-RhB3

si PMMA60-RhB3 ($F_{\text{prag,DNA60-RhB3}} \approx F_{\text{prag,PMMA60-RhB3}} \approx 14 \text{ mJ/cm}^2$). Panta eficientei este mai mare in probele cu ADN-CTMA decat in cele cu PMMA: Panta eficientei $\text{DNA60-RhB1} = 11,3\%$ \leftrightarrow Panta eficientei $\text{PMMA60-RhB1} = 8\%$; Panta eficientei $\text{DNA60-RhB3} = 5,3\%$ \leftrightarrow Panta eficientei $\text{PMMA60-RhB3} = 2\%$. Eficienta maxima este mai mare in probele cu ADN-CTMA decat in cele cu PMMA: $\eta_{\text{max, DNA60-RhB1}} = 4,3\%$ \leftrightarrow $\eta_{\text{max, PMMA60-RhB3}} = 1,9\%$.

In ceea ce priveste comparatia intre probele continand ADN-CTMA, anume DNA30-RhB1, DNA60-RhB1, DNA60-RhB3, tinand cont de toti cei trei parametri energetici determinati, cele mai promitatoare rezultate sunt in proba DNA60-RhB1, apoi in DNA30-RhB1 si in DNA60-RhB3. Diferentele intre DNA60-RhB1 si DNA30-RhB1 sunt mult mai mici decat intre acestea si DNA60-RhB3. Ca urmare, dintre probele realizate si investigate in proiect, **cele mai bune s-au dovedit a fi solutiile DNA60-RhB1 si DNA30-RhB1, cu un usor avantaj al DNA60-RhB1 (60g/L ADN-CTMA, 1.6 g/L RhB) din punctul de vedere al pragului de emisie si eficientei maxime, precum si cu o abatere de la liniaritate a dependentei intensitatii emise de cea de pompaj mai mica, sugerand o alterare a mediului activ mai mica indusa de lumina de pompaj.**

In vederea verificarii **reproductibilitatii emisiei laser** in materialul DNA60-RhB1, realizat pe baza biopolimerului ADN, au fost repetate aceste experimente in conditii similare. S-a observat reproductibilitatea foarte buna a emisiei laser in zona de dependenta liniara a acesteia de fluanta de pompaj, precum si o reproductibilitate buna a emisiei in zona de abatere de la liniaritate, unde procesele induse in material de lumina si de incalzirea locala a probei sunt mai mari.

In toate experimentele ale caror rezultate au fost prezentate, emisia laser in probele considerate a fost asigurata de reactia inversa furnizata de rezonatorul optic constituit chiar de peretii celulei in care au fost dispuse solutiile investigate. Directia emisiei laser a fost perpendiculara pe fetele cuvei, emisia cea mai eficienta obtinandu-se cand fasciculul de pompaj este incident normal pe cuva, caz in care directia emisiei laser si cea a fasciculului de pompaj coincid. A fost testata si varianta de rezonator (**rezonator semisferic**) in care cuva este dispusa sub un unghi fata de directia fasciculului incident de pompaj, asigurandu-se o reactie inversa sporita prin plasarea unei oglinzi sferice concave cu aceeasi distanta focala ca lentila de focalizare a fasciculului de pompaj. Introducerea oglinzii concave imbunatateste emisia laser pe directia inainte. Totusi, scaderea semnificativa a intensitatii fasciculului laser emis in cuva dispusa sub unghi fata de directia fasciculului incident de pompaj, pentru a putea realiza configuratia experimentală cu oglinda concava, nu este depasita sau macar compensata de introducerea oglinzii in configuratie. Ca urmare, s-a renuntat la aceasta varianta de rezonator, mai complicat si fara avantajul unei eficiente generale mai mari, in favoarea rezonatorului mult mai simplu constituit chiar de peretii cuvei in care sunt plasate probele.

In ceea ce priveste **emisii laser in probele sub forma de filme subtiri** realizate, cu grosimi de ordinul catorva sute de nm, nu s-a obtinut emisia laser in niciunul din aceste filme, pe intreg domeniul de fluente de pompaj incidente mai mici decat cele la care apare distrugerea filmului. Cauza probabila este grosimea prea mica a acestor filme. Studiile in aceasta directie vor continua.

Studiile experimentale efectuate au permis realizarea **demonstratorului de laborator de emisie laser in bio-materialul selectat, DNA60-RhB1.**