

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2025

Cifra proiectului 271ROMD

Denumirea Proiectului Dispozitiv plasmonic tip e-tatuaj pentru detectarea cetonei din transpirație (+eTattoo)

Cetonele sunt biomarkeri importanți utilizați pentru a diagnostica clinic și a monitoriza starea sau severitatea afecțiunilor legate de diabet. Nivelurile crescute de cetone pot indica complicații ale diabetului, cum ar fi cetoacidoza diabetică (DKA) sau pot semnala starea de ardere a grăsimilor din organism în timpul cetozei. Cele mai abundente trei cetone - beta-hidroxibutirat (BHB), acetoacetat și acetonă - sunt produse în ficat prin oxidarea acizilor grași. Acest proces este declanșat atunci când organismul se confruntă cu o deficiență de glucoză, iar cetonele servesc ca sursă alternativă de energie. Dintre acestea, beta-hidroxibutiratul este cel mai răspândit și cel mai semnificativ din punct de vedere clinic pentru evaluarea stărilor metabolice. Proiectul își propune să creeze un dispozitiv purtabil conceput pentru monitorizarea neinvazivă și în timp real a modificărilor biochimice ale transpirației, permițând măsurarea concentrațiilor scăzute de cetone, cu un accent special pe beta-hidroxibutiratul. Folosind rezonanța plasmonică și un nanostrat de aur pentru a produce căldură, dispozitivul permite generarea controlată și localizată de transpirație și este dezvoltat pe o membrană Parylene de 2 μm grosime. În plus, o platformă microfluidică elastomerică concepută pentru a capta și a direcționa transpirația, va avea un test colorimetric integrat de beta-hidroxibutirat pentru cuantificare, utilizând un proces de detectare care implică reacția enzimatică selectivă a BHB cu enzima BHB dehidrogenază. Această inovație are potențialul de a permite diagnosticarea timpurie și managementul continuu al cetoacidozei diabetice. În particular, caracteristicile fizice ale senzorilor de vapori și gaze sunt analizate pe baza structurii formate din nanofire de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ pe straturi cristaline de GaS. Pentru a obține straturi de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ cu conductivitate electrică prin goluri, compoziția stoechiometrică GaS a fost suplimentată cu Zn, 0.01% at. Straturile de GaS:Zn au fost supuse tratamentului termic la temperaturi de 800-820 $^{\circ}\text{C}$ în aer timp de 6 ore. Ca rezultat, au fost obținute straturi de nanofire/nanolame $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ cu lungimi de ordinul micronilor. Pentru măsurarea influenței umidității aerului asupra conductivității electrice a structurii $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ pe substrat de GaS, a fost realizată o structură planară cu o suprafață de aproximativ 28 mm^2 delimitată de doi electrozi de indiu. Grosimea structurii $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ -GaS este de 78 μm , tensiunea U este 20 V, iar umiditatea relativă RH este 38%. Intensitatea curentului prin proba expusă la lumina solară este $1.8 \cdot 10^{-11}$ A. Când umiditatea aerului crește până la 92%, se observă o creștere de aproximativ 10 ori a curentului în circa 40 s, după care intensitatea curentului crește monoton, iar după aproximativ 500 s ajunge la o valoare constantă de $1.4 \cdot 10^{-10}$ A. Au fost definite specificațiile +eTattoo pentru detecția cetonei și proiectat prototipul conceptual pe baza cerințelor. A fost organizată ediția a VI-a a Conferinței științifico-practice „Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu” pe 14 noiembrie 2025, cu prezentarea partenerilor de proiect a rezultatelor inedite privind unele aspecte ale naturii legăturii chimice în enzimele dependente de corinoizi în decursul proceselor biochimice din corpul uman și a impactului macroscopic al arhitecturii la scară nanometrică în baza ZnO tetrapodal. Este permanent actualizat site-ul laboratorului și sunt publicate online materialele de diseminare, <http://ephsimlab.usm.md>.

Ketones are important biomarkers used to clinically diagnose and monitor the status or severity of conditions related to diabetes. Elevated ketone levels can indicate diabetes complications, such as diabetic ketoacidosis (DKA), or signal the body's fat-burning state during ketosis. The three most abundant ketones - beta-hydroxybutyrate (BHB), acetoacetate, and acetone - are produced in the liver through the oxidation of fatty acids. This process is triggered when the body experiences glucose deficiency, and ketones serve as an alternative energy source. Of these, BHB is the most prevalent and clinically significant for assessing metabolic states. The project aims to create a wearable device designed for non-invasive and real-time monitoring of biochemical changes in sweat, enabling the measurement of low concentrations of ketones, with a specific focus on beta-hydroxybutyrate. Using plasmonic resonance and a gold nanolayer to produce heat, the device allows controlled and localized generation of sweat and is developed on a 2 μ m-thick Parylene membrane. Further, an elastomeric microfluidic platform designed to capture, and route sweat, will have an integrated colorimetric beta-hydroxybutyrate assay for quantification, utilizing a sensing process that involves selective enzymatic reaction of the BHB with BHB dehydrogenase enzyme. This innovation holds the potential for early diagnosis and continuous management of diabetic ketoacidosis. In particular, the physical characteristics of the vapor and gas sensors are discussed between the project partners based on the structure formed by β -Ga₂O₃ nanowires on GaS crystalline layers. To obtain β -Ga₂O₃ layers with electrical conductivity through holes, the stoichiometric GaS composition was supplemented in Zn, 0.01% at. The GaS:Zn lamellae were subjected to thermal treatment at temperatures 800-820 °C in the air for 6 hours. As a result, β -Ga₂O₃ nanowire/nanolayer layers with micrometer lengths were obtained. For measurements of the air humidity influence on the electrical conductivity of β -Ga₂O₃ structure on the GaS substrate, a planar structure has been made with a surface area of about 28 mm² bordered by two indium electrodes. The thickness of the β -Ga₂O₃-GaS structure is 78 μ m, voltage U is 20 V and relative humidity RH is 38%. The current intensity through the sample exposed to sunlight sample is $1.8 \cdot 10^{-11}$ A. When the air humidity increases up to 92%, an increase of about 10 times the current is observed for nearly 40 s, after which the current intensity increases monotonically, and after about 500 s it reaches a steady value of $1.4 \cdot 10^{-10}$ A. The specifications for the +eTattoo for ketone detection were defined, and the conceptual prototype was designed based on the requirements. The 6th edition of the Scientific-practical Conference „Advanced Physical Technologies with the UVS application in Monitoring and Modeling of Environmental Factors” was organized on November 14th, 2025, with the presentations to the project partners the novel results on some aspects of the chemical bond nature in corrinoid-dependent enzymes within human biochemical processes and macroscopic impact of nanoscale architecture based on tetrapodal ZnO. The laboratory site is constantly updated, and the dissemination materials are published online, <http://ephysimlab.usm.md>.

Coordonatorul de proiect

Sprincean Veaceslav
(numele, prenumele)


(semnătura)

Data

