

Název programu: Biofyzikální chemie

Forma: prezenční

Název: Bioinformatická a biofyzikální charakterizace lokálních struktur z genomových sekvencí nukleových kyselin

Školitel: prof. Mgr. Václav Brázda, Ph.D.

Anotace: Současné bioinformatické přístupy umožňují efektivní analýzu nukleových kyselin pro studium přítomnosti lokálních struktur v kompletních genomech. Zejména přítomnost inverzních repetit a sekvencí tvořících G-kvadruplexy se ukazuje jako důležitý regulační aspekt v základních biologických procesech včetně regulace transkripce. V rámci tohoto tématu budou využity bioinformatické přístupy k nalezení sekvencí nutných k tvorbě těchto lokálních struktur a tyto sekvence budou dále charakterizovány pomocí biofyzikálních metod, zda a za jakých podmínek se v nich vytváří lokální struktury. Pomocí CD spektroskopie, fluorescenčních a mikroskopických metod bude studováno formátování, stabilita a lokalizace těchto struktur. Předpokládá se spolupráce se zahraničním pracovištěm.

Název: Mobilita/interakce farmaceutik - srovnání chování zwitterionů a neutrálních léčiv

Školitel: prof. Ing. Martina Klučáková, Ph.D.

Anotace: Studium mobility vybraných substancí v přítomnosti huminových látek jako aktivních složek pro interakce. Experimenty by měly pokrývat široký rozsah pH (4-8, zwitteriony) v návaznosti na přirozené hodnoty pH v přírodě. Budou použity huminové standardy International Humic Substances Society.

Název: Zapojení vodíkových vazeb při odstraňování léčiv huminovými látkami a vybranými minerálními složkami půdy

Školitel: prof. Ing. Martina Klučáková, Ph.D.

Anotace: Hledání mechanismu vazby studovaných léčiv s huminovými látkami (jako reprezentanty půdní organické hmoty) a minerálními složkami půd, posouzení významu vodíkových vazeb.

Název: Vývoj a biofyzikální charakterizace 3D struktur na bázi bakteriální celulózy

Školitel: prof. Ing. Adriána Kovalčík, Ph.D.

Anotace: Cílem práce je vývoj trojrozměrných struktur bakteriální celulózy (BC), se zaměřením na scaffoldy s různou 3D geometrií (např. ve formě trubic, disků a dalších geometrických konfigurací), a jejich systematická biofyzikální charakterizace. Výzkum bude orientován na optimalizaci kultivačních podmínek pro tvorbu 3D BC v modifikovaných kultivačních nádobách a bioreaktorech, včetně řízení přísunu kyslíku, transportu živin a zajištění reprodukovatelnosti tvaru a rozměrů výsledných struktur. Následně budou hodnoceny mechanické vlastnosti těchto struktur (pevnost, pružnost, odolnost vůči deformaci), transportní parametry (propustnost, difuzní chování, schopnost zadržování vody)

a povrchové charakteristiky relevantní pro interakce s mikroorganismy či buňkami. Součástí práce bude rovněž ověření možností funkční modifikace BC scaffoldů, například imobilizací probiotických kvasinek jako modelové funkční složky do 3D celulózové matrice, a hodnocení jejich stability a interakcí se strukturou BC. Výsledky práce mohou přispět k návrhu nových 3D celulózových materiálů a k rozvoji metodik jejich přípravy a charakterizace pro aplikace v biomedicině, potravinářství a bioinženýrství.

Název: Charakterizace mikrovlnných výbojů pro plazmové terapie

Školitel: doc. Ing. Zdenka Kozáková, Ph.D.

Anotace: V posledním desetiletí se stalo využití plazmatu generovaného různými elektrickými výboji žhavým tématem zejména v oblasti medicíny. Plazma představuje alternativní nástroj v širokém spektru terapeutických aplikací, např. při koagulaci krve, tkáňové ablacii, mikrobiální dekontaminaci povrchu živých tkání či hojení ran, včetně chronických. K tomuto účelu jsou po celém světě vyvíjeny různé plazmové systémy, pracující zejména na principu vysokofrekvenční plazmové trysky. Tyto systémy běžně neumožňují interakci ošetřovaného povrchu s aktivním výbojem, neboť je tato zóna uvnitř aplikátoru, a proto je interakce omezena pouze na vyfukované plynné produkty plazmatu. Oproti těmto systémům umožňuje náš mikrovlnný plazmový systém přímou interakci aktivního plazmatu s ošetřovaným povrchem, což zvyšuje jeho účinnost (tj. zkracuje čas ošetření), a proto je výhodnější jak pro pacienty, tak pro doktory. Před skutečným uvedením do praxe je ale nezbytná detailní charakterizace tohoto plazmového zdroje s cílem optimalizovat parametry ošetření. Doktorské studium bude právě proto zaměřeno na tento problém. Pro charakterizaci plazmatu (složení emitujících částic, teplota neutrálního plynu a excitační teplota) bude využita optická emisní spektrometrie s prostorovým rozlišením. Přítomnost aktivních částic na povrchu bude stanovována kolorimetrickými metodami s využitím selektivních činidel zakomponovaných v agaru. Pro potvrzení těchto základních výsledků bude následně studován sterilizační efekt plazmatu na vybraných nepatogenních bakteriích a kvasinkách. Hlavními studovanými parametry bude konstrukce vlastního mikrovlnného aplikátoru, průtok a složení plynu a dodávaný výkon. Jako hlavní cíl celé práce se pak očekává konstrukce prototypu mikrovlnného zdroje plazmatu pro terapeutické účely s optimalizovanými parametry. Tato část se bude řešit v rámci spolupráce s našimi průmyslovými partnery.

Název: Studium intracelulárních změn mikrobiálních buněk vlivem nízkoteplotního plazmatu

Školitel: doc. Ing. Zdenka Kozáková, Ph.D.

Školitel specialista: prof. Mgr. Václav Brázda, Ph.D.

Anotace: Studium účinků nízkoteplotního plazmatu generovaného za atmosférického tlaku (CAP) na mikroorganismy představuje rychle se rozvíjející oblast fyzikální chemie a biologických věd. Plazma generuje komplexní směs reaktivních částic (RONS), elektromagnetických polí, UV/VUV fotonů a dalších fyzikálně-chemických faktorů, které mohou významně ovlivňovat živé systémy. Tato práce se zaměří na detailní porozumění vlivu nízkoteplotního plazmatu na mikrobiální buňky. Bude sledovat změny buněčných struktur, funkce organel zapojených do regulace oxidačního stresu a biochemické a genetické mechanismy, které mohou ovlivňovat odpověď mikroorganismů na plazmové ošetření a potenciálně přispívat ke vzniku mikrobiální rezistence. Experimentální část bude zahrnovat studium interakce nízkoteplotního plazmatu s mikrobiálními buňkami a analýzu jejich účinků pomocí moderních metod molekulární biologie, analytických a imunochemických technik, jako je průtoková cytometrie, světelná a elektronová mikroskopie, analýza proteinů či možných genetických mutací. Pozornost bude

věnována zejména změnám v regulaci oxidačního stresu, intracelulárním procesům spojeným s apoptickými a stresovými drahami, vzniku a funkci buněčných vezikul a dalším morfologickým či genetickým projevům odpovědi na plazmové působení. Cílem práce bude komplexně vyhodnotit biochemické, intracelulární a morfologické změny indukované plazmovým ošetřením, a přispět tak k hlubšímu pochopení mechanismů účinků plazmatu na mikroorganismy, včetně jeho potenciálu ovlivňovat vznik rezistentních fenotypů.

Název: Nové katanionaktivní komplexy pro formulování vezikulárních nosičových systémů

Školitel: doc. Ing. Filip Mravec, Ph.D.

Anotace: Komplexy opačně nabitých amfifilních látek, které jsou schopné formulovat ve vodných roztocích vezikuly, se jeví jako zajímavá a progresivní náhrada standardních fosfolipidů a z nich formulovaných liposomů. Volba počtu a délky řetězců, typu hydrofilních skupin a různé poměrné zastoupení amfifilních látek znamená vysokou variabilitu při formulování nových typů nosičových systémů a modelování jejich fyzikálně chemických vlastností.

Cílem tohoto tématu je příprava a fyzikálně chemická charakterizace membránových nosičových systémů, kdy základní katanionaktivní komplex obsahuje tři hydrofobní řetězce. Systém je možno formulovat z dvouřetězcového kationtového nebo aniontového tenzidu s ponecháním nebo odstraněním protiiontů a doplněním membrány o stabilizační činidla jako jsou mastné kyseliny nebo cholesterol. Rozhodující bude popis velikosti, stability a membránových vlastností vezikulárních systémů formulovaných z takto připravených komplexů při změně teploty, pH anebo iontové síly prostředí.

Hlavními metodami charakterizace budou vedle dynamického a elektroforetického rozptylu světla také fluorescenční techniky ať už ve formě stacionární, časově rozlišené nebo mikroskopické. Tyto techniky umožňují plnou fyzikálně chemickou charakterizaci vezikulárních systémů a budou rozhodující pro další výzkum zahrnující například nebulizaci vezikulárních roztoků pro případnou inhalační administraci biologicky aktivních látek. V první fázi práce, zahrnující přípravu a charakterizace se předpokládá úzká spolupráce s prof. Chien-Hsiang Changem z National Cheng Kung University (Tainan, Taiwan), se kterým probíhá dlouhodobá spolupráce na tématu katanionaktivních systémů. V případné aplikační fázi se předpokládá spolupráce se skupinou doc. Františka Lízala (FSI, VUT), která má k dispozici nebulizační techniky se kterou je navázána více než desetiletá spolupráce.

Název: Biouhel jakožto nosič půdních bakterií: vliv strukturálních parametrů biouhlu na kolonizaci, životaschopnost a řízené uvolňování rhizobakterií

Školitel: prof. Ing. Miloslav Pekař, CSc.

Školitel specialista: Ing. Michal Kalina, Ph.D.

Anotace: Disertační práce se zaměří na pochopení mechanismů kolonizace porézní struktury biocharu půdními bakteriemi (PGPR) a na vývoj pokročilých biouhel-PGPR nosičů s vysokou stabilitou a řízeným uvolňováním mikroorganismů. V první části bude pozornost věnována vztahu mezi materiálovými charakteristikami biouhlu (ultrastruktura, povrchová chemie, porozita, smáčení) a schopností bakterií vytvářet biofilm, kolonizovat pórový systém a přežít v něm. Tyto poznatky budou využity k návrhu a optimalizaci ochranných strategií, zahrnujících použití aditiv, hydrogelových matic a sušících postupů, které zvýší odolnost PGPR během formulace a skladování. Druhá část se zaměří na charakterizaci

mechanických a transportních vlastností vytvořených nosičů a na studium dynamiky uvolňování bakteriálních buněk a bioaktivních metabolitů v podmínkách simulujících půdu. Výstupem bude komplexní model propojující materiálové parametry biouhlu, kolonizační mechanismy PGPR a funkční stabilitu nosiče, což umožní návrh účinného bioinokulantu pro udržitelná agronomická řešení.

Název: Fyzikálně-chemický příspěvek k otázkám půdní organické hmoty

Školitel: prof. Ing. Miloslav Pekař, CSc.

Anotace: Půdní organická hmota, úzeji huminové látky, je již několik staletí předmětem výzkumu. Přesto nejsou stále rozřešeny otázky jejího vzniku či charakteru. Původní polymerní teorie se v posledních cca dvou dekádách zdá být nahrazována supramolekulárními pohledy, v poslední době bují názory o neexistenci huminových látek, tvrdící, že půdní organická hmota je tvořena jen produkty různého stupně rozkladu odumírající původní rostlinné či živočišné hmoty. Dále může obsahovat produkty metabolismu půdních mikroorganismů. Po doplňující, ale hloubkové rešerši se disertace zaměří na jedno nebo obě následující dílčí témata. 1) Termodynamika a kinetika půdních metabolických reakcí se zvláštním zřetelem na syntézu polyketidů a jejich možné začlenění do základní strukturní jednotky půdní organické hmoty. 2) Tepelné efekty vytváření půdního organo-minerálního komplexu a půdního mikrobiálního života. Výsledky budou hodnoceny právě také ve světle současné diskuse o původu, charakteru a stabilitě půdní organické hmoty.

Název: Využití optických mikromanipulací v biofyzice a chemii

Školitel: prof. Ing. Miloslav Pekař, CSc.

Školitel specialista: Ing. Jiří Smilek, Ph.D.

Anotace: V rámci práce bude využito měření charakteristik materiálů za použití tzv. optické pinzety. Zaměříme se na studium jak biologických, tak i materiálových vzorků. Metoda je vhodná k měření rheologických vlastností gelů, měření silových interakcí mezi mikroobjekty a k cílené modifikaci materiálů. Vhodnou kombinací optické pinzety se spektroskopickými technikami je také možno měřit lokalizované molekulové složení materiálů.

V práci budou využity především techniky, jako jsou Ramanova a Infračervená spektroskopie. Součástí bude také návrh a výroba mikrofluidních čipů nezbytných pro experimenty a následná analýza naměřených dat kombinovaná se strojovým učením.

Název: Půdní kondicionéry s obsahem rhizobakterií: vliv na dynamiku půdního mikrobiomu, fyzikálně-chemické vlastnosti půdy a agronomickou produktivitu

Školitel: doc. Ing. Petr Sedláček, Ph.D.

Školitel specialista: Ing. Michal Kalina, Ph.D.

Anotace: Disertační práce je zaměřena na komplexní hodnocení půdních kondicionérů obohacených o půdní rhizobakterie (PGPR) a jejich vlivu na dynamiku půdního mikrobiomu, fyzikálně-chemické vlastnosti půdy a agronomickou produktivitu. V rámci víceocyklických pěstebních experimentů bude sledováno, jak různé typy biologicky aktivních kondicionérů ovlivňují půdní enzymatické aktivity, strukturu mikrobiálních komunit, funkční mikrobiální vlastnosti (včetně PGP efektů) a procesy humifikace

organické hmoty. Dále bude hodnocen jejich vliv na fyzikální a chemické parametry půdy (pH, vodní režim, dostupnost živin, obsah organického uhlíku) a na růst modelových rostlin. Práce si klade za cíl propojit půdní, mikrobiální a agronomické odezvy a vytvořit konceptuální model působení PGPR-kondicionérů v půdních systémech s důrazem na jejich využitelnost v udržitelném zemědělství.

Název: Za hranice konvenčních hydrogelů: Responzivní hybridní polymerní sítě s řízeným složením a strukturou pro pokročilé biomedicínské aplikace

Školitel: doc. Ing. Petr Sedláček, Ph.D.

Školitel specialista: Ing. Jiří Smilek, Ph.D.

Anotace: Hydrogely jsou široce využívány v biomedicínských aplikacích díky vysokému obsahu vody a dobré biokompatibilitě, jejich funkčnost je však často omezena nevyhovujícími mechanickými vlastnostmi a omezenou schopností adaptace na dynamické biologické prostředí. Tento doktorský projekt si klade za cíl tyto limity překonat prostřednictvím vývoje hybridních polymerních sítí s řízeným složením a architekturou, které kombinují chemicky zesíťované a fyzikálně (semi)interpenetrované polymerní sítě. Výzkum bude zaměřen na hybridní systémy založené na fotopolymerovaných chemických sítích z biokompatibilních akrylátových monomerů, jako jsou poly(ethylenglykol) diakrylát (PEG-DA) a 2-hydroxyethyl-methakrylát (HEMA), kombinovanými s fyzikálně sítěmi aplikačně relevantních biopolymerů. Zvláštní pozornost bude věnována začlenění biomedicínsky relevantních hydrofobních polymerů, například polyhydroxyalkanoátů (PHA), do struktury hydrogelu (např. prostřednictvím metody výměny rozpouštědla). Tento přístup by měl vést ke zlepšení mechanických vlastností a zavedení dalších funkcionalit při zachování výhod hydrofilní sítě. Klíčovým cílem projektu je vytvoření responzivního chování prostřednictvím systematické úpravy chemického složení a vnitřní architektury polymerních sítí. Použitím funkčních komonomerů a vhodně navržených fyzikálních sítí budou dosaženy řízené změny botnání, mechanických a transportních vlastností v reakci na klíčové environmentální faktory, jako jsou pH, teplota a elektrické napětí. Integrace těchto responzivních hybridních materiálů s pokročilými aditivními technologiemi, zejména 4D tiskem, umožní programovatelné tvarové změny a časově závislé chování gelových materiálů. Projekt tak usiluje o rozšíření současného aplikačního potenciálu konvenčních hydrogelů a vytvoření univerzální materiálové platformy pro pokročilé biomedicínské aplikace.