

CHEMAGAZÍN

3

XXXVI (2026)

TÉMA VYDÁNÍ: FARMACIE A BIOTECHNOLOGIE

Polymorfie API:

od screeningu po výrobu

Procesní refraktometrie:

Nástroj pro sledování reálných výrobních koncentrací

Rychlá a jednoduchá analýza mRNA pomocí mikročipové elektroforézy

Vysokotlaká homogenizace

Moderní SEC chromatografie

pro charakterizaci biofarmak

Studie deformovatelnosti

mononukleárních buněk

Vysokokapacitní 3D

fluorescenční zobrazování

Vyhodnocení biomedicínského povlaku pomocí měření kontaktního úhlu

OMNIS Sample Robot Oven:
100 vzorků. Jeden systém. Nulová rutina.

 **Metrohm**



www.metrohm.cz





Méně času na rutinu, kvalitnější vzorky

MultiNA II je mikročipová platforma Shimadzu pro automatizovanou kontrolu kvality DNA a RNA, která nahrazuje chybovou ruční práci jedním standardizovaným digitálním krokem QC. Opakovaně použitelné čipy a spolehlivé metriky integrity zkracují čas obsluhy i náklady a nechávají vám prostor pro vlastní vědu a udržitelnější provoz laboratoře

Spolehlivá kvalita vzorků

Automatizovaná mikročipová elektroforéza, RNA Integrity Index a vysoce citlivý kit pro DNA/RNA

Jednoduché a intuitivní ovládání

Intuitivní software, řízený pracovní postup, vyjímatelné stojánky a automatické ředění vzorků snižují počet manuálních kroků a chyb

Chytrá a udržitelná kontrola kvality

Opakovaně použitelné čipy, nižší spotřeba energie a vody – úspora nákladů i zdrojů



Spolehlivý výkon s cenou pro každý rozpočet.

Časově omezená nabídka: platí do 18. 12. 2026.

Třepačka Minitron SE pro mikrobiologické laboratoře, které potřebují spolehlivý výkon bez zbytečných funkcí navíc.



Speciální edice inkubační třepačky navržena ve Švýcarsku pro základní výzkum s předem definovanou konfigurací pro mikrobiologické aplikace. Je vhodná pro laboratoře s omezeným rozpočtem, které nepotřebují možnosti individuální konfigurace.

- **Osvědčený Minitron**
Minitron SE vychází ze stejného švýcarského konstrukčního základu jako řada Minitron. Stejný pohon, podpořený 60 lety zkušeností společnosti INFORS HT.
- **Chlazená nebo nechlazená konfigurace**
Zjednodušili jsme možnosti konfigurace, nikoli technické řešení. Vybrat si můžete z chlazené a nechlazené verze.

Specifikace Minitron SE

Rozsah otáček	20–400 ot/min
Průměr třepání	25 mm
Teplotní rozsah	Nechlazená verze: od 5 °C nad okolní teplotou do 65 °C Chlazená verze: 4–65 °C
Maximální kapacita	2 × 5 l Erlenmeyerovy baňky
Maximální zatížení	12 kg
Hmotnost	75 kg
Možnost stohování	až 2 jednotky
Součástí dodávky	gumové nožičky, univerzální plošina N-tray

Cena od 199 900 Kč bez DPH
včetně dopravy a instalace v ČR.

www.biotrade.cz

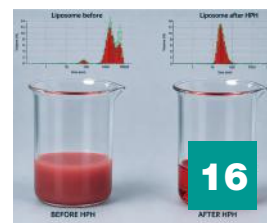
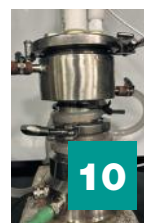
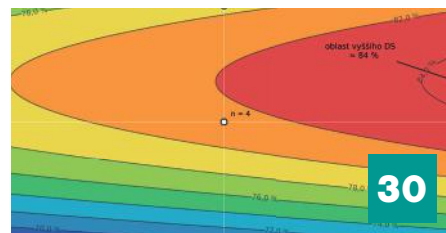
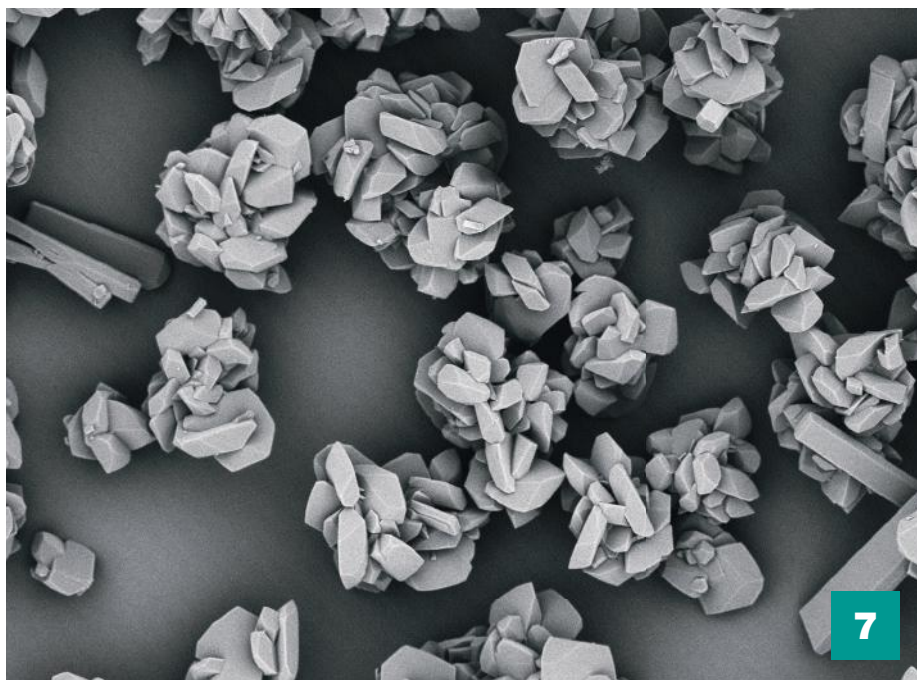
Tradiční dodavatel techniky pro laboratoře
a výzkumná pracoviště

Bi  **TRADE** **30** LET



- vysokotlaká homogenizace
- stanovení velikosti a tvaru částic
- stolní elektronové mikroskopy
- čisté prostory a mikrobiální čistota
- mikrokolorimetry DSC a ITC
- stanovení specifického povrchu BET
- povrchová energie a kontaktní úhel
- odstředivá rozdělovací chromatografie (CPC)





Obsah

Polymorfie API: od screeningu po výrobu

Důkladné porozumění polymorfnímu chování API se stává nezbytnou součástí vývoje moderních léčiv. **str. 7–9**

Procesní refraktometrie: Nástroj pro sledování reálných výrobních koncentrací

Článek přibližuje, proč je procesní refraktometrie prakticky použitelný nástroj i mimo svá tradiční odvětví a popisuje zkušenosti z několikaměsíčního testování na reálných laboratorních a poloprovozních úlohách. **str. 10–13**

Rychlá a jednoduchá analýza mRNA zapouzdřené v lipidových nanočásticích pomocí mikročipové elektroforézy

Aplikační studie ukazující, že mikročipová elektroforéza dokáže mRNA-LNP formulace vyhodnotit doslova za necelé dvě minuty. **str. 14–15**

Vysokotlaká homogenizace ve farmaceutickém výzkumu a vývoji

Vysvětlení techniky vysokotlaké homogenizace, která se stává významným nástrojem pro vývoj složení produktu a jeho škálování. **str. 16–17**

Moderní SEC chromatografie pro charakterizaci biofarmak

Návod pro správný výběr kolony Sepax podle velikosti částic, porů a chemie povrchu. **str. 20–22**

Studie deformovatelnosti mononukleárních buněk periferní krve u osob s výraznou depresivní poruchou

Studie, která ukázala, že mononukleární buňky periferní krve u pacientů s depresí vykazovaly vyšší buněčnou tuhost. **str. 24–25**

CYTOQUBE: Vysokokapacitní 3D fluorescenční zobrazování a analýza nádorových sféroidů

Výsledky experimentu, které potvrdily, že systém CYTOQUBE představuje vysoce efektivní nástroj pro kvantitativní hodnocení účinků farmakologických látek na komplexní 3D modely. **str. 26–27**

Vyhodnocení biomedicínského povlaku pomocí měření kontaktního úhlu

Případová studie, jejímž cílem bylo vyhodnotit hydrofilitu nově vyvinutého hydrogelového povlaku močového katétru. **str. 32**

Souhrn výsledků chemického průmyslu ČR v roce 2025

Chemický průmysl jako jeden z nejvýznamnějších průmyslových oborů v ČR v minulém roce 2025 zaznamenal spíše stagnaci – růst produkce v jednotkách procent, řádově ve výši inflace, a stagnace rozvojových investic. **str. 48–49**

Strukturální analýza zahraničního obchodu České republiky v chemickém sektoru (2024–2025)

Analýza obchodní bilance českého chemického průmyslu za poslední dva roky. **str. 50–52**

Seznam inzerce

METROHM – Automatizace pro systémy OMNIS	1
SHIMADZU – Mikročipová platforma pro automatizovanou kontrolu kvality DNA a RNA	2
BIOTRADE – Třepačka pro mikrobiologické laboratoře	3
ANAMET – Laboratorní vybavení pro farmacii	4
PRAGOLAB – Hybridní hmotnostní spektrometr	19
ALTUM – Superkritická fluidní extrakce	22
NÜRNBERG MESSE – Veletrhy POWTECH/TECHNOPHARM ..	23
ALTUM – Ruční Ramanův spektrometr	23
UNI-EXPORT INSTRUMENTS – Mikrofluidní třídění částic	25

PRAGOLAB – Mikrodestičkový cytometr	29
MERCI – Reakční stanice	31
DENIOS – Bezpečnostní sprchy	31
CHROMSPEC – Spektrofotometry	33
ANALYTIKA – Farmaceutické standardy vysoké čistoty	34
TRIGON PLUS – Laboratorní vybavení pro farmacii	39
CHEMAGAZÍN – Podcast CHEMAGAZÍNtalks	40
ČSCH – Sjezd chemiků	59
CHEMAGAZÍN – Farmaceutická konference VVKL	60



Stanislav Rádl: Léčiva – mýty a skutečnost

„Léky pod lupou aneb co opravdu polykáme“ je podtitul knihy, která mi ležela půl prázdnin na stole a jejíž několik exemplářů dostali studenti – účastníci jedné z našich letních škol, jež jsme v Heyrovského ústavu v srpnu pořádali. Jejím autorem je Stanislav Rádl, odborník na syntézu a výrobu léčiv. Jako vysokoškolský pedagog tento obor na VŠCHT vyučuje a jako vědec v tomto oboru bádá desítky let. Proč vám chci představit právě tuto knihu?

Žijeme v době konzumace různých doplňků stravy a „brání“ všelijakých preparátů, čili chemických látek, jež nám slibují to či ono: jak nás pilulka uklidní nebo naopak povzbudí, namotivuje k různým výkonům. Menší či větší krabičky přilétají z druhého konce světa a složení oněch doplňků je, mírně řečeno, zahaleno velkým tajemstvím. Svým žákům a studentům, když o této problematice diskutujeme, vždy zdůrazňuji, že biochemie a obory, jako je syntéza léčiv nebo farmakochemie a farmacie, jsou velice složité. Studují se na vysoké škole a odborníci, kteří v nich pracují, si své vzdělání

museli sakra odsedět v univerzitní posluchárně a odmakat v laborce.

Knihy Stanislava Rádla mám ráda a ještě raději je nakupuji a rozdávám právě našim studentům. Je také autorem dvou dílů „Příběhů spojených s objevy nových léčiv“, což jsou rovněž skvělé zdroje informací pro širokou veřejnost, která tyto obory nevystudovala, své zdraví chce udržovat celoživotně v kondici a současně se nepoškozovat.

Listuji knihou Léčiva – mýty a skutečnost. Jednotlivé kapitoly jsou uspořádány do otázek, které si za veřejnost klade autor (má je totiž odposlechnuté) a pak na ně odpovídá. Vše je proloženo rámečky věnovanými mýtům, které autor vyvrací a uvádí na pravou míru. Některé otázky jsou opravdu št'avnaté, ale v době, kdy spousta lidí čerpá informace z neověřených zdrojů na internetu, často sesummarizovaných AI, se tomu ani nedivím. Praktici, myslím praktické lékaře, se musí nad těmito názory docela křížovat, tedy pokud pacient na sebe prozradí, jak účinně se pomocí internetu léčí z obezity, hypertenze, zvýšeného cukru či cholesterolu, nedostatku železa, vápníku, vitamínů a pod. Sáhnete po této knize,

pokud se ve zdraví chcete dožít aktivního stáří.

Ostatně velmi podobnému tématu se věnuje i zpráva toxikologa Dr. Georga Aichingera z ETH Zürich: Jak rizikové jsou doplňky stravy?, kterou najdete uvnitř vydání. Varuje v ní před užíváním potravinových doplňků, které neprošly řádným schvalovacím procesem a kontrolou, která je u léčiv naopak garantem jejich účinnosti a bezpečnosti.

Končí prázdniny, s jejich koncem přichází podzim a s ním přešlapuje za dveřmi již čtvrtý ročník naší konference VVKL, na které se opět sejdeme s odborníky z oboru farmacie, výroby a kontroly léčiv či biotechnologií. Pokud jste se ještě nepřihlásili (konference je ve dnech 10. a 11. listopadu), neotálejte, listopad se nezadržitelně blíží.

Těšíme se na viděnou na konferenci a přejeme inspirativní čtení Chemagazínu.

Květa Stejskalová

Vaše šéfredaktorka Chemagazínu
kvetoslava.stejskalova@chemagazin.cz

CHEMAGAZÍN

Pořadatel veletrhů LABOREXPO a PROCESXPO, Konference pro vývoj, výrobu a kontrolu léčiv a Konference pigmenty a pojiva. Mediální partner Svazu chemického průmyslu ČR.

Ročník XXXVI (2026)

Vydání č. 3

ISSN 1210 – 7409,

Registrováno MK ČR E 11499,

© CHEMAGAZÍN s.r.o., 2026

4x ročně vydávaný časopis pro chemicko-technologickou a laboratorní praxi. Jednotlivá vydání jsou tematicky zaměřena na různé oblasti chemie.

Zasílaný **ZDARMA** v ČR a SR.

Objednávky a změny zasílání časopisu na: www.chemagazin.cz

YDAVATEL

CHEMAGAZÍN s.r.o.

IČO: 28785886

+420 603 211 803

info@chemagazin.cz

ŠÉFREDAKTORKA

Ing. Květoslava Stejskalová, CSc.,

+420 604 896 480

kvetoslava.stejskalova@chemagazin.cz

ODBORNÁ REDAKČNÍ RADA

Kalendová A., Babič M., Čejka J.,

Koza V., Kubička D., Navrátil T.,

Neuman J., Příbyl M., Svoboda K.

REDAKCE, VÝROBA, INZERCE

Tomáš Rotrekl

+420 603 211 803,

tom@chemagazin.cz

GRAFICKÁ ÚPRAVA

Martin Kovalčík

TISK: Triangl, a.s., Praha

NÁKLAD: 3100 výtisků

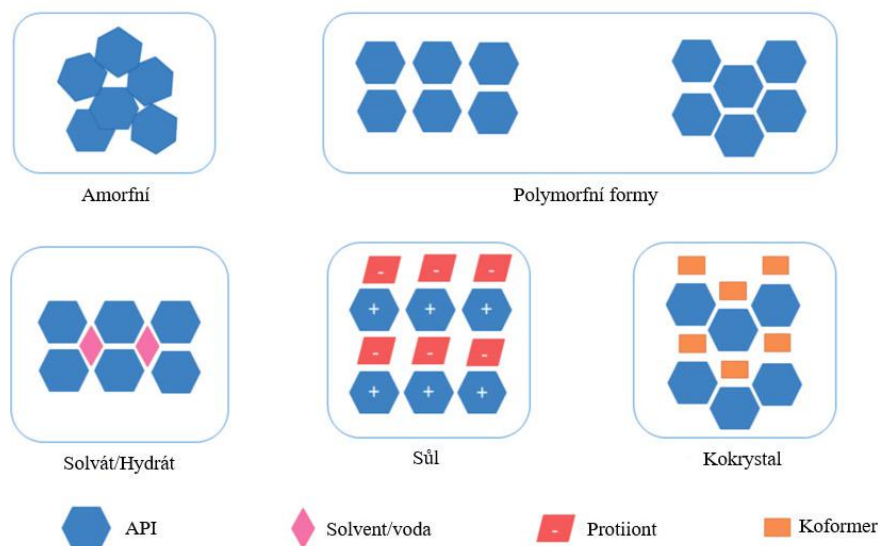
DISTRIBUTOR ČASOPISU PRO SR

L.K. Permanent, spol. s r.o.

Hattalova 12, 831 03 Bratislava

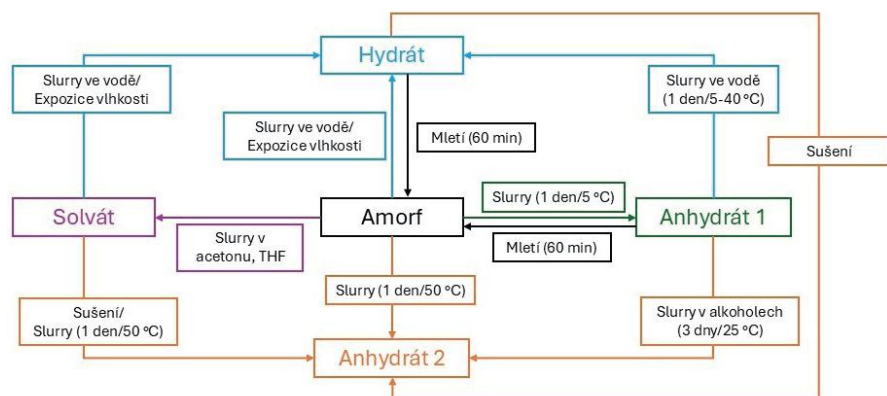
Polymorfie API: od screeningu po výrobu

Během posledních dvou desetiletí došlo v oblasti vývoje a výroby aktivních farmaceutických ingrediencí (API) k významnému metodologickému i technologickému pokroku, zejména v charakterizaci jejich pevného stavu. API mohou existovat v amorfní nebo krystalické formě (obr. 1), přičemž krystalické modifikace jsou zpravidla preferovány díky vyšší fyzikálně-chemické stabilitě a lepší predikovatelnosti chování během formulace, výroby i skladování léčivých přípravků. Krystalické formy lze dále rozdělit na anhydáty, hydráty (resp. solváty), kokryštaly a soli (případně jejich vzájemné kombinace). Naopak amorfní látky mohou vykazovat vyšší rozpustnost a vyšší rozpouštěcí rychlost, avšak za cenu nižší stability a zvýšené tendence ke spontánní rekrystalizaci [1].



Obr. 1: Schematické znázornění klasifikace pevných forem (převzato a upraveno z Guan et al. [4])

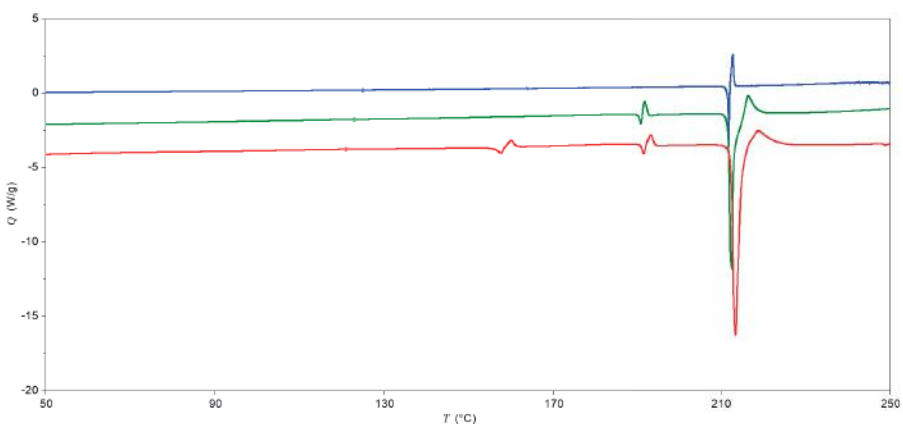
Řada farmaceuticky aktivních látek vykazuje polymorfismus, tedy schopnost vytvářet několik krystalických modifikací se shodným chemickým složením, avšak odlišným uspořádáním molekul v krystalové mřížce. Jednotlivé polymorfní formy se mohou výrazně lišit svými fyzikálně-chemickými vlastnostmi [2], mezi které patří zejména rozpustnost, disoluční profil, teplota tání nebo mechanické vlastnosti. Tyto rozdíly mohou významně ovlivnit stabilitu výsledné léčivé formy [3]. Polymorfismus API proto představuje důležitý faktor ovlivňující kvalitu, bezpečnost a účinnost léčiv, stejně jako regulatorní a patentovou strategii. Studium a kontrola polymorfních forem tak patří mezi klíčové aspekty moderního farmaceutického vývoje.



Obr. 2: Polymorfni mapa

SCREENING POLYMORFNÍCH FOREM

Hledání nových polymorfních forem hraje zásadní roli zejména v prostředí generických farmaceutických firem, kde je detailní znalost pevných forem API nezbytná pro úspěšný a efektivní vývoj. Prvním krokem při vývoji API bývá rozsáhlý screening. Cílem není pouze nalezení vhodné polymorfní formy pro komerční výrobu, ale také identifikace všech relevantních krystalických forem, které mohou během životního cyklu API vznikat. Typický screening zahrnuje krystalizaci z roztoku, experimenty v suspenzi nebo rychlé vysrážení, tzv. precipitaci, přičemž tyto procesy jsou prováděny za širokého spektra podmínek lišících se teplotou, koncentrací, dobou trvání i použitým rozpouštědlovým systémem. Počet experimentů se může vyšplhat až k vyšším stovkám, záleží ale na mnoha faktorech (co je cílem screeningu, jak ochotně látka krystalizuje, kolik máme času, zdrojů atd.). Každý získaný pevný materiál je analyzován minimálně pomocí XRD. Důležitá jsou také analytická data materiálu, který je použit



Obr. 3: Překryv DSC záznamů API měřených různými rychlostmi (1 °C/min – modře, 10 °C/min – zeleně, 20 °C/min – červeně)

pro screening, především HPLC čistota. Přítomnost i jediné nečistoty může ovlivnit (ne)objevení nové polymorfní formy. Nestabilní formy a amorfní látky mohou posloužit jako vstupní materiál pro další experimenty, protože mívají často vyšší rozpustnost než stabilní formy. Neméně důležité je sledovat chování jednotlivých polymorfních forem při

změnách podmínek, jako jsou teplota, vlhkost nebo mechanické namáhání, jelikož tyto faktory mohou indukovat přeměnu na jinou polymorfní formu. Výsledkem je vytvoření tzv. polymorfní mapy (obr. 2).

Přestože jsou polymorfní screenings velmi rozsáhlé a zahrnují stovky experimentů za různých podmínek, nelze nikdy

zaručit, že byly identifikovány všechny krystalické modifikace dané látky. Nové polymorfní formy se mohou objevit i v pozdějších fázích vývoje, během výroby nebo dokonce až po uvedení léčivého přípravku na trh. Pro vývojové pracovníky představuje taková situace značnou komplikaci, protože nově identifikovaná forma může vykazovat odlišné fyzikálně-chemické vlastnosti, a tím ovlivnit výrobní proces, stabilitu i biofarmaceutické chování léčiva. Navíc se často jedná o termodynamicky stabilnější, energeticky výhodnější formu, která může postupně nahradit původně používanou modifikaci. Tento jev je znám jako fenomén „mizících a objevujících se polymorfů“ (disappearing polymorphs [5]) a patří mezi nejobtížnější problémy při vývoji a přípravě pevných forem API.

Jakmile se totiž objeví nová stabilnější polymorfní forma, může působit jako zárodek krystalizace a postupně se začít přednostně vytvářet na úkor původní formy. Ta se následně stává obtížně reprodukovatelnou nebo ji již nelze připravit vůbec. Takové situace mohou vyžadovat přepracování výrobního procesu, opětovné hodnocení stability produktu a v některých případech i úpravu registrační dokumentace.

Za jeden z nejznámějších příkladů tohoto fenoménu je považován případ antivirovika ritonavir [6], který se stal klasickou ukázkou významu polymorfie ve farmaceutickém průmyslu. Objev nové, stabilnější polymorfní formy vedl k zásadním problémům s rozpustností a výrobou léčivého přípravku a dodnes je často citován jako důkaz, že ani velmi důkladný polymorfní screening nemusí odhalit všechny krystalické formy dané látky.

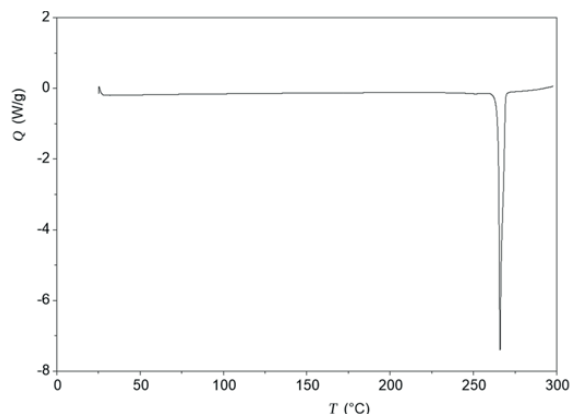
CHARAKTERIZACE POLYMORFNÍCH FOREM

Po identifikaci jednotlivých forem následuje jejich detailní charakterizace pomocí kombinace mnoha analytických metod. Žádná z nich totiž sama o sobě neposkytuje kompletní informace o struktuře a vlastnostech daného materiálu.

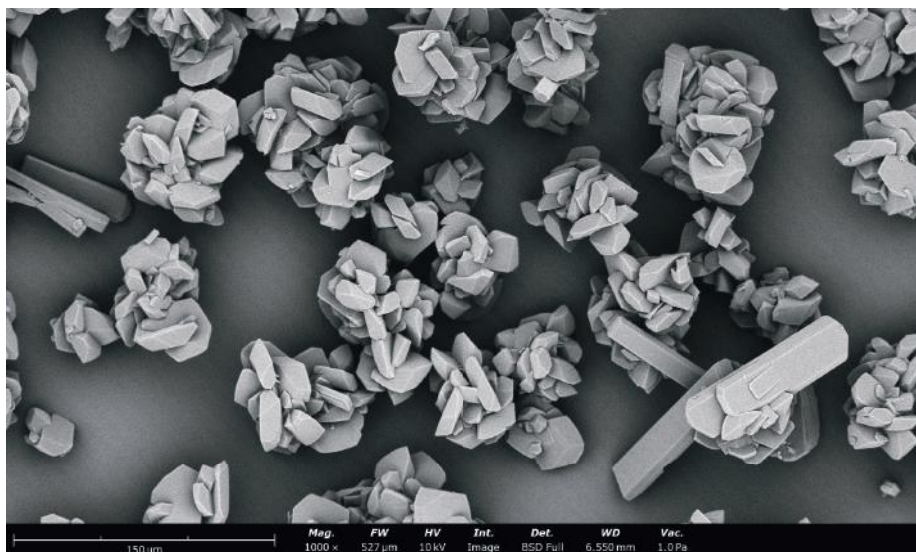
Základním nástrojem je rentgenová prášková difrakce (XRPD), která je považována za zlatý standard v identifikaci polymorfních forem. Každá krystalická forma vytváří charakteristický difrakční obrazec umožňující její jednoznačné rozpoznání.

Důležitou roli hrají také termické metody. Diferenční skenovací kalorimetrie (DSC) umožňuje sledovat procesy, jako jsou desolvatace, polymorfní transformace či tání. U amorfních materiálů poskytuje informace o skelném přechodu a je nepostradatelným nástrojem při hodnocení termické stability. Termogravimetrická analýza (TGA) se využívá především k detekci hydrátů, solvátů a dalších těkavých složek.

Další cenné informace poskytují spektroskopické techniky, zejména infračervená spektroskopie (FTIR), Ramanova spektro-



Obr. 4: DSC termogram API



Obr. 5: SEM snímek API

skopie, nukleární magnetické rezonance v pevném stavu (ssNMR), či mikroskopické techniky. Součástí komplexní charakterizace bývá rovněž stanovení HPLC čistoty, obsahu zbytkových rozpouštědel a v případě solí či kokystalů také kvantifikace protiontu nebo koformeru.

V raných fázích vývoje bývá často k dispozici pouze omezené množství literárních informací. Proto je nezbytné kombinovat data z více analytických technik a vytvářet co nejucelenější obraz o chování dané látky v pevném stavu.

Jak již bylo zmíněno, XRPD představuje klíčovou techniku pro identifikaci a rozlišení polymorfních forem. Z tohoto důvodu by měl být každý získaný pevný materiál analyzován právě touto metodou. Pro jednoznačné určení polymorfních forem je však nezbytné disponovat referenční knihovnou standardů. V raných fázích vývoje taková databáze často není k dispozici, bývá neúplná nebo může obsahovat záznamy materiálů, které ve skutečnosti představují směsi několika polymorfních forem.

Ponechme proto nyní stranou výsledky XRPD a zaměřme se na další analytické techniky a jejich vzájemnou komplemen-

taritu. DSC poskytuje cenné informace o tepelném chování a stabilitě polymorfních forem API a představuje jednu z nejčastěji používaných metod k jejich charakterizaci. Při interpretaci výsledků je však nezbytné věnovat pozornost nastavení experimentálních parametrů, např. rychlosti ohřevu. Ta může zásadně ovlivnit, které polymorfní přeměny budou během měření zachyceny.

Na obr. 3 jsou porovnány DSC záznamy získané při různých rychlostech ohřevu. Při rychlosti 1 °C/min (modře) je pozorován pouze jediný děj odpovídající tání vzorku. Po zvýšení rychlosti ohřevu na 10 °C/min (zeleně) se objeví druhý tepelný děj, který lze interpretovat jako tání méně stabilní polymorfní formy následované rekystalizací na stabilnější modifikaci. Při dalším zvýšení rychlosti ohřevu na 20 °C/min (červeně) je patrný ještě třetí tepelný děj, odpovídající další, ještě méně stabilní polymorfní formě.

V tomto konkrétním případě vykazují shodu s výsledky XRPD pouze DSC záznam naměřené při rychlosti ohřevu 20 °C/min. Naopak termogramy získané při nižších rychlostech ohřevu mohou vést k odlišným závěrům, neboť zachycují především polymorfní transformace probíhající během

			8 dní		20 dní	
			←	→	←	→
Společnost	Inovátor	Inovátor	Generik 1	Generik 2	Generik 3	
Typ patentu	Molekulový	Polymorfni	Polymorfni	Polymorfni	Polymorfni	
Datum	22.6.2017	6.2.2020	29.8.2024	6.9.2024	26.9.2024	
Polymorfni formy		Forma 1				
			Forma 2	Forma 2	Forma 2	
				Forma 3	Forma 3	

Tab. 1: Časová osa patentů

samotného měření. Původně přítomné metastabilní formy se tak vlivem teploty přeměňují na stabilnější modifikace ještě před dosažením teploty tání. Tento příklad názorně ukazuje, že správná interpretace DSC dat vyžaduje nejen znalost termických vlastností látky, ale také pochopení kinetiky polymorfních přeměn a vhodnou kombinaci s dalšími analytickými metodami.

Další příklad ilustruje význam kombinace DSC a mikroskopických technik při charakterizaci polymorfních forem. Ty se mohou lišit nejen teplotou tání, ale v některých případech také morfologií krystalů. DSC termogram zobrazený na obr. 4 vykazuje jediný endotermický efekt odpovídající tání při přibližně 266 °C. Na základě tohoto výsledku by bylo možné usuzovat na přítomnost jediné polymorfni formy charakterizované právě touto teplotou tání. Jak však bylo naznačeno v předchozím příkladu, DSC záznam nemusí vždy věrně odrážet původní stav vzorku, zejména pokud během měření dochází k pevnofázovým přeměnám.

Cenné doplňující informace proto poskytují např. mikroskopické metody. Mikroskopie představuje rychlý a jednoduchý nástroj pro hodnocení velikosti částic a jejich morfologie. Jak ukazuje SEM snímek na obr. 5, ve vzorku jsou přítomny dva morfologicky odlišné typy krystalů. Tento náleznaznačuje, že analyzovaný materiál pravděpodobně obsahuje směs dvou polymorfních forem, přestože DSC měření indikuje pouze jediný proces tání. Definitivní potvrzení přináší až XRPD, které jednoznačně ukazuje přítomnost minoritní polymorfni formy ve vzorku. Zatímco XRPD umožňuje její spolehlivou identifikaci na základě difrakčního záznamu, mikroskopické snímky odhalují její odlišnou morfologii.

Tyto příklady dobře demonstrují, proč je při studiu polymorfie nezbytné kombinovat informace z několika analytických technik. Teprve propojením dat lze získat spolehlivý a komplexní obraz o charakteru studovaného materiálu.

POLYMORFIE JAKO SOUČÁST PATENTOVÉ STRATEGIE

Význam polymorfie však zdaleka nekončí u vědeckých a technologických aspektů. Neméně důležitou roli hraje v oblasti ochrany duševního vlastnictví. Objev nové polymorfni formy může být předmětem samostatné patentové ochrany, která významně rozšiřuje patentové portfolio inovátora a může prodloužit jeho konkurenční

výhodu na trhu.

Na rozdíl od patentu chránícího samotnou molekulu však lze polymorfni patent v některých případech obejít nalezením alternativní polymorfni formy, která není patentově chráněna. Schopnost identifikovat a efektivně ochránit vhodnou alternativní formu API tak může generickým společností umožnit včasný vstup na trh.

Polymorfni formy proto představují nejen důležitý vědecký fenomén, ale také významný strategický nástroj ovlivňující konkurenční prostředí farmaceutického průmyslu. Detailní porozumění polymorfii je dnes nezbytnou součástí úspěšného vývoje léčiv a stále častěji rozhoduje nejen o kvalitě produktu, ale také o jeho obchodním úspěchu.

Význam polymorfních patentů a rychlost reakcí jednotlivých společností dobře ilustruje tab. 1. Celý proces začíná podáním základního patentu inovátora (2017), který chrání samotnou účinnou látku. Přibližně o 2,5 roku později následuje patent na polymorfni formu 1 (2020), zpravidla představující termodynamicky nejstabilnější a komerčně nejvýhodnější krystalickou modifikaci, která se může stát další překážkou pro vstup generických firem na trh.

Úspěšná identifikace nových polymorfních forem a jejich následná patentová ochrana však může významně přispět k dřívějšímu uvedení generického léčivého přípravku na trh. V uvedeném příkladu dosáhl tohoto cíle jako první Generik 1, který identifikoval a patentově ochránil novou polymorfni formu 2. Zajímavé přitom je, že společnost Generik 2 přišla se stejným řešením pouhých osm dní poté. Protože však prvenství náleželo společnosti Generik 1, musel Generik 2 hledat jinou cestu a zaměřit se na alternativní polymorfni formu 3.

Přestože byl Generik 2 druhý v pořadí, jeho situace zůstávala relativně příznivá, protože stále existuje další, jím chráněná polymorfni forma. Zcela odlišná situace však nastala u společnosti Generik 3. Ta byla předstížena oběma konkurenty, a to o pouhých 28, respektive 20 dní. V důsledku toho již neměla k dispozici žádnou alternativní polymorfni formu, která by jí umožnila obejít existující patentovou situaci.

Tento příklad názorně ukazuje, jak významnou roli hraje v oblasti duševního vlastnictví nejen samotný vynález, ale také rychlost jeho dosažení a patentového zajištění. Rozdíl několika dnů může rozhodnout o tom, zda společnost získá možnost brz-

kého vstupu na trh, či nikoliv. Současně vyvolává otázku ekonomické smysluplnosti projektu pro společnosti, které se do patentového závodu zapojí příliš pozdě a jejichž obchodní příležitost se s postupem času významně zmenšuje.

ZÁVĚR

Polymorfismus představuje jednu z nejvýznamnějších oblastí studií pevného stavu farmaceutických látek. Přestože se jedná o jev, který je znám již desítky let, jeho význam v moderním farmaceutickém vývoji stále roste. Úspěšný vývoj API proto vyžaduje kombinaci důkladného polymorfniho screeningu, komplexní charakterizaci pomocí vhodně zvolených analytických metod a průběžné sledování stability jednotlivých forem během celého životního cyklu API. Polymorfie však není pouze vědeckou a technologickou výzvou. V současném farmaceutickém průmyslu představuje také významný strategický a obchodní faktor, který může rozhodovat o délce patentové ochrany, načasování vstupu generických léčiv na trh i ekonomické úspěšnosti celého projektu. Důkladné porozumění polymorfni chování API se tak stává nezbytnou součástí vývoje moderních léčiv a stále častěji představuje jeden z klíčových faktorů ovlivňujících jejich cestu od laboratorního objevu až k pacientovi.

LITERATURA

- [1] Cerreia Vioglio, P.; Chierotti, M. R.; Gobetto, R. Pharmaceutical aspects of salt and cocrystal forms of APIs and characterization challenges. *Adv. Drug Deliv. Rev.* 2017, 117, s. 86–110.
- [2] Price, S. L.; Reutzel-Edens, S. M. The potential of computed crystal energy landscapes to aid solid-form development. *Drug Discov. Today* 2016, 21, s. 912–923.
- [3] Censi, R.; Di Martino P. Polymorph impact on the bioavailability and stability of poorly soluble drugs. *Molecules* 2015, 20, s. 18759–18776.
- [4] Guan, D.; Xuan, B.; Wang, C.; Long, R.; Jiang, Y.; Mao, L.; Kang, J.; Wang, Z.; Chow, S.F.; Zhou, Q. Improving the physicochemical and biopharmaceutical properties of active pharmaceutical ingredients derived from traditional Chinese medicine through cocrystal engineering. *Pharmaceutics* 2021, 13, s. 2160.
- [5] Dunitz, J. D.; Bernstein, J. Disappearing polymorphs. *Acc. Chem. Res.* 1995, 28, s. 193–200.
- [6] Bauer, J.; Spanton, S.; Henry, R.; Quick, J.; Dziki, W.; Porter, W.; Morris, J. Ritonavir: An extraordinary example of conformational polymorphism. *Pharm Res.* 2001, 18, s. 859–866.

Adéla Benýšek Bártová
TAPI Czech Industries s.r.o.
Výzkum a vývoj
Opava-Komárov
adela.bartova@tapi.com



Chcete se o tématu dozvědět více?
Načtete si příložený QR kód.

Procesní refraktometrie: Nástroj pro sledování reálných výrobních koncentrací

Refraktometrie patří mezi analytické techniky, které se v průmyslové praxi používají už celá desetiletí – od cukrovarnictví a potravinářství přes papírenský průmysl až po chemickou a farmaceutickou výrobu. Princip je jednoduchý a fyzikálně přímočarý: index lomu (dále RI) kapaliny závisí na jejím složení, koncentraci a teplotě, a proto ho lze použít jako rychlý a nedestruktivní ukazatel koncentrace přímo v procesu. Na rozdíl od řady jiných in-line technik přitom procesní refraktometry nevyžadují žádnou zvláštní úpravu vzorku – měří přímo v reálném, často tmavém, zakaleném nebo suspenzi obsahujícím proudě. V opavském chemicko-farmaceutickém závodě TAPI refraktometrie jako technologie zatím není ve výrobě používána, ale z výše uvedených důvodů se na implementaci intenzivně pracuje.

Cílem tohoto článku je ukázat, proč je procesní refraktometrie prakticky použitelný nástroj i mimo svá tradiční odvětví, a podělit se o zkušenosti z několika měsíců testování na reálných laboratorních a poloprovozních úlohách – od krystalizace API (aktivní farmaceutická ingredience), přes zahušťování roztoků destilací až po sledování průběhu chemických reakcí.

PRINCIP METODY A ROZDÍL OPROTI UV/VIS SPEKTROMETRII

Procesní refraktometry využívají metodu měření kritického úhlu na safírovém hranolu. Vzorek je v přímém kontaktu s hranolem, který je osvětlen definovaným zdrojem světla (typicky žlutá LED s vlnovou délkou 589 nm). Z polohy rozhraní mezi osvětlenou a neosvětlenou částí detektoru se vypočítá index lomu (nD), který je dále přepočítán na koncentraci, procenta, °Brix nebo jinou požadovanou veličinu.

Zásadní praktickou výhodou je, že měření indexu lomu není ovlivněno bublinami, suspendovanými pevnými látkami ani barvou vzorku – refraktometr “vidí” jen tenkou vrstvu kapaliny bezprostředně u hranolu. To umožňuje instalaci přímo do reaktoru nebo potrubí a měření na reálné, nezředěné procesní koncentraci. Přítomnost bublin, částic nebo zákalu přitom nezůstává zcela bez stopy: refraktometr ji dokáže rozpoznat pomocí doprovodného signálu faktoru kvality (QF), který popisuje ostrost rozhraní mezi osvětlenou a neosvětlenou částí detektoru – čím ostřejší toto rozhraní je, tím vyšší je QF. Bubliny, suspendované částice nebo zákal toto rozhraní rozmělňují, a QF proto klesá; lze ho tak využít ke studiu lokálních změn uvnitř



Obr. 1: Laboratorní nerezový reaktor (400 ml) s duplikací osazený ve dně sondou procesního refraktometru Vaisala Polaris PR53AC. Ve víku jsou průchody pro externí PT100 termostat, míchadlo a dávkování.

reaktoru nezávisle na samotné hodnotě RI.

Podobné in-line uplatnění mají v procesní analytice i další techniky – především UV/VIS spektrometrie, Ramanova spektroskopie a NIR/FTIR. Každá z nich má jiné silné stránky i omezení, a volba vhodné techniky proto vždy záleží na konkrétní aplikaci.

Nejlevnější UV/VIS spektrometrie je principiálně navázána na Lambert-Beerův zákon a vyžaduje opticky propustný, dostatečně zředěný vzorek – u koncentrovaných, barevných nebo heterogenních procesních proudů proto prakticky vždy vyžaduje odběr vzorku, ředění a mimo-procesní analýzu. Refraktometrie naopak umí měřit koncentrace v celém rozsahu,

od zředěných po téměř čisté látky (typický rozsah nD 1,32 až 1,53, tj. 0–100 °Bx nebo %).

Ramanova spektroskopie a NIR/FTIR poskytují bohatší chemickou informaci a dokážou rozlišit i strukturně podobné látky, jsou ale podstatně dražší, vyžadují vybudovat a validovat chemometrické kalibrační modely a jsou citlivé na rušivé vlivy – Ramanova spektroskopie na fluorescenci vzorku, NIR/FTIR sondy na znečištění optického okénka nebo nedostatečný kontakt se vzorkem. Refraktometrie naproti tomu nabízí jednoduchou, rychlou a levnější alternativu všude tam, kde stačí sledovat jedinou dominantní veličinu – koncentraci, obsah rozpouštědla nebo průběh konverze.

Moderní procesní refraktometrické sondy jsou přitom robustní i po konstrukční stránce: nerezová (316L) hlava senzoru, safírový hranol, těsnění z modifikovaného PTFE, krytí IP66/67, provedení vhodné pro CIP/SIP a hygienické certifikace. Udaná přesnost bývá kolem $\pm 0,00014$ nD ($\sim 0,1$ °Bx), opakovatelnost $\pm 0,00002$ nD, s odezvou v řádu jednotek až desítek sekund. Výstupem je analogový signál 4–20 mA nebo digitální komunikace (Modbus RTU), takže sondu lze snadno napojit na stávající řídicí systém.

Cenově se procesní refraktometry pohybují níže než řada jiných in-line analytických technik, což spolu s jednoduchostí instalace a údržby dělá z refraktometrie zajímavou volbu i pro menší provozy a vývojové laboratoře.

ZKUŠENOSTI Z PROVOZNÍCH EXPERIMENTŮ

K seznámení s refraktometrií byl použit laboratorní přístroj Vaisala Polaris PR53AC s vyhodnocovací jednotkou Indigo520.

Pro testování bylo nutné k refraktometru nechat vyrobit malý nerezový reaktor s duplikací o objemu 400 ml (obr. 1), který umožňuje nezávisle regulovat teplotu reakční směsi a testovat širokou škálu modelových i reálných procesních úloh.

EXP	Δ RI	Násada API2	Teoretická přesnost určení konverze
4	0,001205	1 g	$\sim \pm 1,7$ %
5	0,009690	10 g	$\sim \pm 0,2$ %
6	0,018570	20 g	$\sim \pm 0,1$ %

Tab. 1: Změna indexu lomu (Δ RI) před a po reakci esterifikace API2 etanolem, v závislosti na násadě. Vypočtená teoretická přesnost.

Teplotní kompenzace – klíčová výhoda pro reálný provoz

Index lomu kapaliny závisí nejen na koncentraci, ale i na teplotě, a to poměrně výrazně – obecně platí, že s rostoucí teplotou index lomu klesá. Tato nevýhoda je u kvalitních procesních refraktometrů velmi elegantně vyřešena instalací integrovaného teplotního čidla (PT1000) přímo ke hranolu a kalibrační model pracuje s teplotně-koncentrační kalibrační maticí, nikoliv jen s jednou křivkou pro jedinou referenční teplotu. Výsledná koncentrace se tak počítá současně z indexu lomu i z aktuální teploty procesu, bez nutnosti vzorek předem temperovat na definovanou hodnotu.

Praktický dopad teplotní kompenzace nejlépe ukazuje měření indexu lomu směsi aceton/toluen, které bylo provedeno při pěti různých teplotách (5, 15, 25, 35 a 45 °C) a čtyřech koncentracích acetonu (0, 10, 20 a 30 %). Tato kalibrační křivka (obr. 2) nalezne uplatnění ve výrobě při převádění acetonu do toluenu. Refraktometr lze nainstalovat do potrubí kondenzátu za chladěčem a jeho výstupem bude procentuální zastoupení acetonu v kondenzátu, které určí okamžik ukončení převádění. Teplota kondenzátu může kolísat v závislosti na rychlosti destilace, a proto je teplotní kompenzace jednou z největších výhod procesní refraktometrie oproti řadě jiných in-line technik.

Monitoring koncentrace v průběhu zahušťování roztoku

Další možnou aplikací refraktometru je sledování koncentrace produktu (API1) v průběhu zahušťování, kde znalost aktuální koncentrace je klíčová pro řízení procesu krystalizace. Na obr. 3 je typický průběh destilace, v průběhu které index lomu plynule roste s postupujícím odparem rozpouštědla (vliv koncentračního členu indexu lomu). V případě aplikování online měření indexu lomu do výroby je možné hodnotu indexu lomu převádět na koncentraci vyjádřenou v procentech.

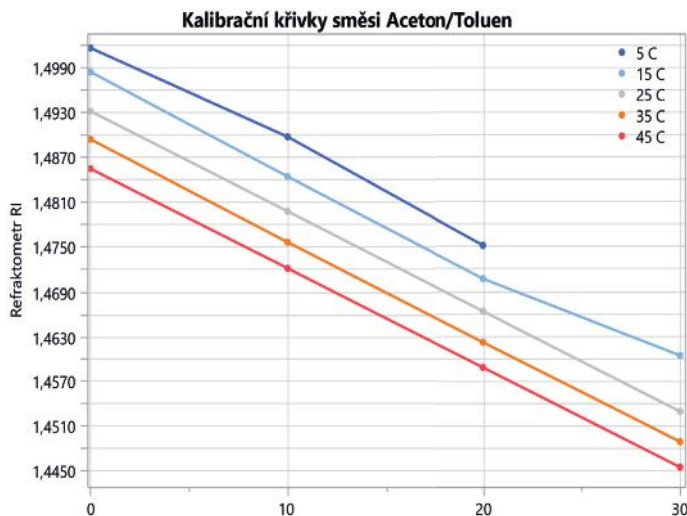
Detekce krystalizace

Po úspěšném měření koncentrace v průběhu destilace byl refraktometr testován u krystalizace k ověření detekce počátku přesycení roztoku v reálném čase.

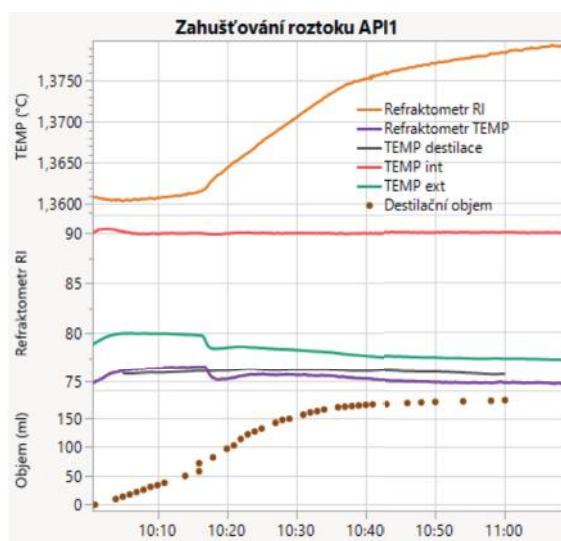
Na obr. 4 jsou tři experimenty s chladicí teplotní rampou 80→10 °C:

- EXP 1 (25 ml butanolu na gram API2, chladicí rampa 0,5 °C/min, izolovaný výtěžek 74,7%)
- EXP 2 (22 ml butanolu na gram API2, rychlost chlazení cca 0,85 °C/min)
- EXP 3 (22 ml butanolu na gram API2, chladicí rampa 0,5 °C/min, izolovaný výtěžek 76,4%).

U experimentu EXP 1 index lomu s postupujícím ochlazováním plynule rostl



Obr. 2: Kalibrační křivky RI vs. % acetonu v toluenu při pěti teplotách (5–45 °C); paralelní křivky umožňují výpočet koncentrace nezávisle na aktuální teplotě procesu



Obr. 3: Monitoring zahušťování roztoku API1 destilací etylacetátu; TEMP set = nastavení teploty na termostatu, TEMP int = teplota v termostatu, TEMP ext = teplota v reaktoru (externí pT100 termostatu). Refraktometr TEMP = teplota měřená v sondě refraktometru, TEMP destilace = teplota destilace.

a kolem 150. minuty (odpovídající přibližně k 10 °C) se ustálil na hodnotě blízké 1,403. Po dosažení 10 °C prudce klesl faktor kvality (QF) z hodnot kolem 160 na cca 90. Tento výrazný pokles indikuje rychlý vznik pevné fáze (krystalů) v roztoku. Po ustálení hodnoty QF byl krystal izolovaný filtrací v očekávaném výtěžku (75 %), co dokazuje spolehlivou detekci jak okamžiku počátku krystalizace (zlom v průběhu RI společně s propadem QF), tak konec krystalizace (ustálení QF).

Experimenty EXP 2 a EXP 3, provedené s koncentrovanějším roztokem, vykazovaly mírně odlišný průběh. Index lomu u EXP 2 dosáhl vyšší RI hodnoty (cca 1,405) už během prvních cca 70 minut. Tento nárůst odpovídá rychlejší chladicí rampě. V případě EXP 2 a EXP 3 byl pokles QF pozvolnější ve srovnání s EXP 1, což by mohlo indikovat krystalizaci při vyšší teplotě.

Tyto výsledky ukazují, že refraktometr

dokáže dobře rozlišit mezi čistě teplotním efektem (pokles teploty → nárůst RI) a efektem vznikající pevné fáze (souběžný propad QF), a je tak potenciálně použitelný i jako indikátor počátku krystalizace v reálném provozu.

Monitoring průběhu esterifikace

Po úspěšných experimentech na dvousložkových směsích byl refraktometr otestován na monitoring kysele (H_2SO_4) katalyzované esterifikaci karboxylové kyseliny (API3) etanolem při teplotě 60 °C. Na obr. 5 jsou porovnány tři z provedených experimentů (EXP 4–6).

Výkyvy faktoru kvality (QF) odpovídají lokálním změnám uvnitř reaktoru, způsobeným rozpouštěním pevné látky nebo tvorbou suspenze. Potvrzuje to pozorování, že ve všech experimentech se hodnota QF po skončení reakce a rozpuštění vrátila zpět na úroveň odpovídající čirému roztoku.

Ve všech třech případech refraktometr dobře zachytil jak rychlost, tak rozsah konverze (v souladu s TLC), a v kombinaci s doprovodným signálem faktoru kvality (QF) umožnil rozlišit fázi rozpouštění, resp. tvorby suspenze, od vlastní homogenní chemické reakce. Pokles QF spolehlivě indikoval přítomnost nerozpuštěných částic nebo zákalu, zatímco návrat na vysoké hodnoty potvrzoval vznik čirého, jednofázového roztoku. Změna RI po reakci lineárně reflektuje násadu (tab.1). U EXP4 s malou změnou RI je teoretickou přesností třeba brát jako optimistický odhad.

Monitoring hydrolyzy metylbenzoátu

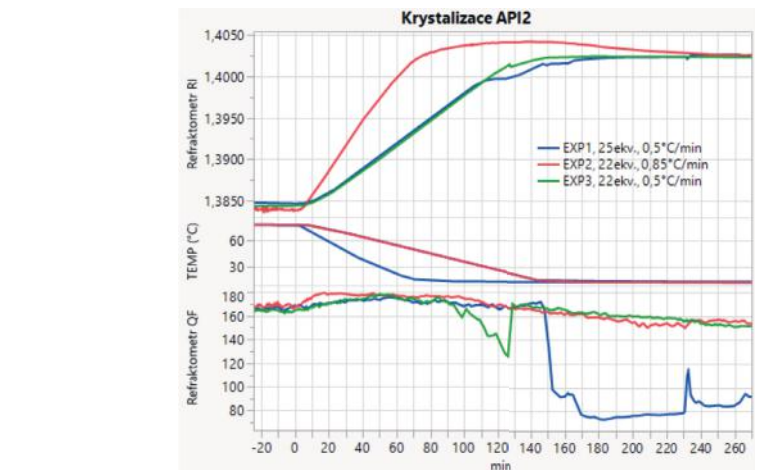
Analogicky k monitoringu esterifikace byla pomocí refraktometru monitorovaná hydrolyza metylbenzoátu v metanolu přidávkou vodného roztoku hydroxidu sodného. Odezva refraktometru (obr. 6) je pěkným příkladem toho, že změna RI signálu u více-složkových směsí není lineární. Bezprostředně po přidávku vodného roztoku hydroxidu sodného je patrný prudký, krátký nárůst indexu lomu – jde o lokální kontakt koncentrovaného, opticky hustšího NaOH roztoku se sondou refraktometru. Po promíchání následuje naopak rychlý pokles RI, způsobený ředěním metanolové fáze přidanou vodou. Následuje pozvolný nárůst RI odpovídající vlastní chemické konverzi. V silně zředěné reakční směsi převládá vliv vznikajících iontů ($\text{PhCOO}^- \text{Na}^+$), které samy o sobě index lomu zvyšují. Tento příklad ilustruje skutečnost, že bez znalosti mechanismu (kontaktní jev, ředění, iontový příspěvek) může být změna RI signálu nesprávně interpretována.

Hydrolyza etylacetátu

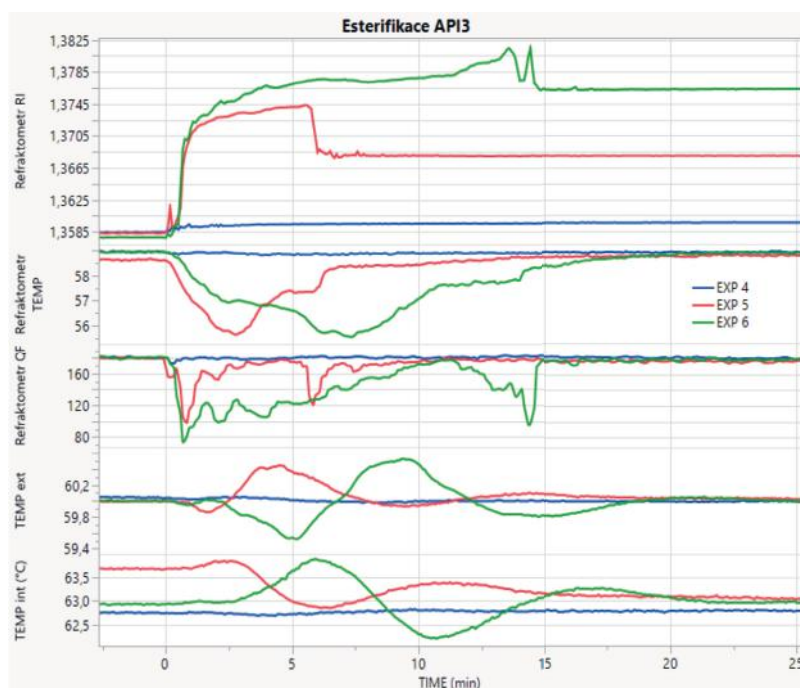
Další komplikací pro online monitoring průběhu reakce je přítomnost dvou nemísitelných složek. Pro tento účel byla vybrána hydrolyza etylacetátu vodným roztokem hydroxidu sodného. Průběh této reakce nelze sledovat pomocí TLC ani HPLC, takže refraktometrie zde představuje vhodný způsob in-line monitoringu. Etylacetát je ve vodě rozpustný jen omezeně (cca 8 %) a jeho fáze je lehčí než voda, takže má na refraktometr umístěný u dna reaktoru jen minimální vliv. Reakce je mírně exotermní, což lze vidět na poklesu interní teploty termostatu. Na obr. 7 je průběh pomalé hydrolyzy při dávkování etylacetátu průtokem 3 ml/min a teplotě cca 20 °C – index lomu roste plynule po celou dobu reakce, která i při tomto pomalejším dávkování trvala zhruba 7 hodin. Teoretická přesnost určení konverze u této reakce dle změny RI (0,0038) je $\pm 0,5\text{--}1\%$.

Monitoring procesu

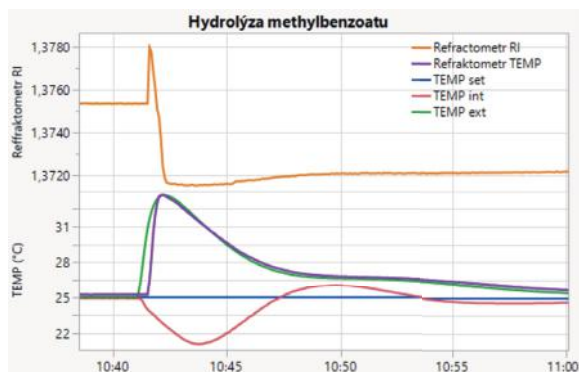
Na předchozích příkladech bylo demonstrováno, že refraktometr je dostatečně citlivý na detekci přidávky další složky do reakční směsi. Toho lze využít ke kontrole



Obr. 4: Závislost RI a QF na čase v průběhu krystalizace API2 z butanolu



Obr. 5: Porovnání monitoringu esterifikace API3 etanolem za katalýzy H_2SO_4



Obr. 6: Monitoring hydrolyzy metylbenzoátu přidávkou vodného roztoku hydroxidu sodného

procesu. Za tímto účelem byla monitorována alkoholýza anhydridu s velkým přebytkem metanolu, který zároveň sloužil jako rozpouštědlo. Do reaktoru byl při 25 °C postupně přidán metanol, trietylamín, benzanhydrid a nakonec DMAP. Změna hod-

noty RI dokazuje schopnost detekovat každý přidavek (obr. 8). Ustálení hodnoty RI signalizuje ukončení reakce, což bylo potvrzeno TLC analýzou. Teoretická přesnost určení konverze u této reakce dle změny RI (0,0386) je $\pm 0,05\%$.

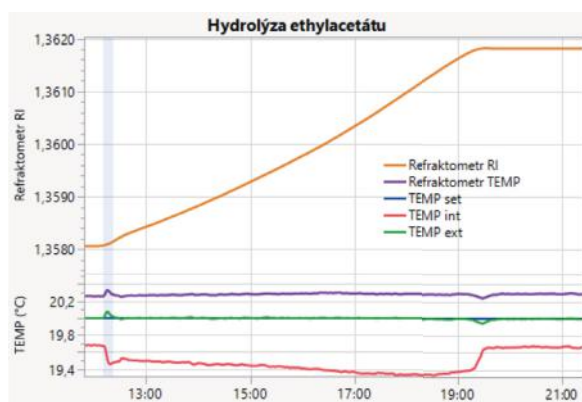
ZÁVĚR

Procesní refraktometrie je zavedená, technicky nenáročná a cenově dostupná metoda, jejíž hlavní devízou je schopnost

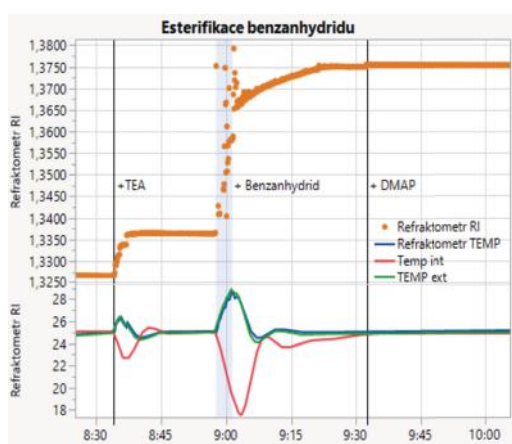
měřit přímo na reálných, nezředěných procesních koncentracích – tam, kde by klasická UV/VIS spektrometrie vyžadovala odběr vzorku a jeho ředění na analytickou

koncentraci. Necitlivost vůči bublinám, suspendovaným částicím a barvě spolu s vestavěnou teplotní kompenzací pomocí kalibračních křivek dělá z refraktometrie robustní nástroj pro sledování koncentrace v reálném provozním prostředí, kde teplota jen málokdy zůstává konstantní.

Na popsanych experimentech byla ilustrovaná použitelnost refraktometru u celé řady procesních operací – od měření koncentrace v průběhu zahušťování roztoků, přes detekci krystalizace až po sledování průběhu esterifikačních a hydrolytických reakcí. Zkušenost ukazuje, že refraktometrie funguje nejlépe tam, kde je změna indexu lomu mezi výchozím a koncovým stavem velká (destilace, krystalizace, koncentrované reakční směsi), zatímco u zředěných systémů s malou změnou RI je vhodné ji doplnit další nezávislou metodou. I s tímto omezením jde o nástroj, který si díky své jednoduchosti, robustnosti a nižší pořizovací i provozní ceně zaslouží mnohem širší využití, než je jeho tradiční doména v potravinářství a papírenství.



Obr. 7: Monitoring hydrolyzy etylacetátu vodným roztokem hydroxidu sodného



Obr. 8: Monitoring průběhu esterifikace benzanhydridu velkým přebytkem metanolu

HOLAS T., ŠULAVIK S.

TAPI Czech Industries s.r.o.

Výzkum a vývoj TAPI, Opava, Komárov

Tomas.Holas@tapi.com



Chcete se o tématu dozvědět více?
Načtete si příložený QR kód.

Nový projekt propojí farmakogenetiku a AI pro přesnější volbu léčby

Farmaceutická fakulta Masarykovy univerzity zahájila nový výzkumný projekt, jehož cílem je vyvinout novou generaci prediktivních diagnostických testů pro personalizovanou medicínu. Projekt propojí farmakogenetiku, sekvenování nové generace (NGS) a metody umělé inteligence s cílem zpřesnit rozhodování o farmakoterapii a zvýšit její bezpečnost i účinnost.

Projekt NGS-PharmaAI: Integrace farmakogenetiky a umělé inteligence pro predikci úspěšnosti léčby je realizován v programu OP TAK ve spolupráci se společností BioVendor – Laboratorní medicína, a.s. Výsledkem má být inovativní diagnostický nástroj, který lékařům pomůže lépe předvídat odpověď pacienta na léčbu a zvolit terapii odpovídající jeho genetické výbavě.

Výzkumný tým bude pracovat s genomickými daty získanými pomocí technologie sekvenování nové generace, která

umožňuje analyzovat více genů současně. Zaměří se především na geny ovlivňující metabolismus a transport léčiv – tedy faktory, které významně ovlivňují účinnost léčby i riziko nežádoucích účinků.

Nově budou tato data propojena s pokročilými modely AI a automatizovanou analýzou dat. Cílem je vytvořit prediktivní modely, které budou schopné z dostupných genetických a klinických informací odhadnout pravděpodobnost úspěchu konkrétní léčby a poskytnout lékařům kvalitnější podklady pro klinické rozhodování.

„Farmakogenetika už dnes pomáhá lépe porozumět tomu, proč pacienti reagují na stejnou léčbu rozdílně. Propojením sekvenování nové generace s metodami umělé inteligence chceme posunout možnosti diagnostiky směrem k přesnější predikci léčebné odpovědi. Věříme, že výsledky projektu přispějí k dalšímu rozvoji personalizované medicíny a usnadní lékařům výběr nejvhodnější terapie pro konkrétního pa-

cienta,“ říká Jakub Tremel, proděkan pro vnější vztahy, strategii a rozvoj a přednosta Ústavu molekulární farmacie Farmaceutické fakulty Masarykovy univerzity.

Projekt reaguje na rostoucí potřebu přesnějšího využívání genetických informací v klinické praxi. Zatímco současné farmakogenetické testy pomáhají především identifikovat genetické varianty ovlivňující metabolismus léčiv, nový přístup kombinuje tato data s metodami umělé inteligence. Díky tomu bude možné lépe odhadnout pravděpodobnou odpověď pacienta na léčbu a podpořit individualizaci farmakoterapie.

www.pharm.muni.cz



Chcete se o tématu dozvědět více?
Načtete si příložený QR kód.

Rychlá a jednoduchá analýza mRNA zapouzdřené v lipidových nanočásticích pomocí mikročipové elektroforézy

Terapeutika na bázi mediátorové RNA (mRNA) patří k nejrychleji rostoucím oblastem farmaceutického výzkumu – od vakcín proti infekčním onemocněním až po nastupující protinádorové vakcíny a genovou terapii. Aby se křehká molekula mRNA dostala neporušená až do cíle, chrání ji na cestě do buňky lipidová nanočástice (LNP). Právě kvalita tohoto zapouzdření – velikost, koncentrace a čistota mRNA uvnitř částice – rozhoduje o bezpečnosti a účinnosti celého přípravku, a proto stojí v centru pozornosti výrobců i regulátorů. Nová aplikační studie společnosti Shimadzu ukazuje, že spolehlivou odpověď lze získat i bez zdlouhavé přípravy vzorku – mikročipová elektroforéza dokáže mRNA-LNP formulace vyhodnotit doslova za necelé dvě minuty.

Níže je sděleno, jak systém MultiNA II zvládne kontrolu kvality mRNA-LNP formulací bez purifikace vzorku a během necelých dvou minut na vzorek.

MRNA A LIPIDOVÉ NANOČÁSTICE: VELKÝ POTENCIÁL, NÁROČNÁ KONTROLA KVALITY

Molekula mRNA je velká, záporně nabitá a jen velmi obtížně prochází buněčnou membránou. Aby se dostala do cytoplazmy v neporušené a funkční podobě, potřebuje nosič – v současnosti se k tomu nejčastěji používají právě lipidové nanočástice (LNP), fungující jako systém cíleného doručování léčiva (drug delivery system, DDS). LNP obal chrání mRNA před degradací mimo buňku a zároveň usnadňuje její transport dovnitř buňky.

S rostoucím počtem mRNA-LNP formulací ve vývoji i ve výrobě roste i tlak na jejich důslednou analytickou kontrolu. Kvalita takového přípravku – tedy velikost enkapsulované mRNA, její koncentrace a čistota – se přímo promítá do bezpečnosti, účinnosti a stability léčiva. Zavedení vhodných analytických metod pro hodnocení kvality je tak nezbytným předpokladem jak pro spolehlivost produktu, tak pro splnění regulatorních požadavků.

Čistotu mRNA lze tradičně ověřovat agarózovou gelovou elektroforézou nebo kapilární elektroforézou. Obě metody však mají svá slabá místa – časově náročnou přípravu a samotnou analýzu, případně nedostatečné rozlišení. Alternativu nabízí mikročipový elektroforetický systém MultiNA II (obr. 1) od Shimadzu, který automatizuje celý proces od přípravy gelu

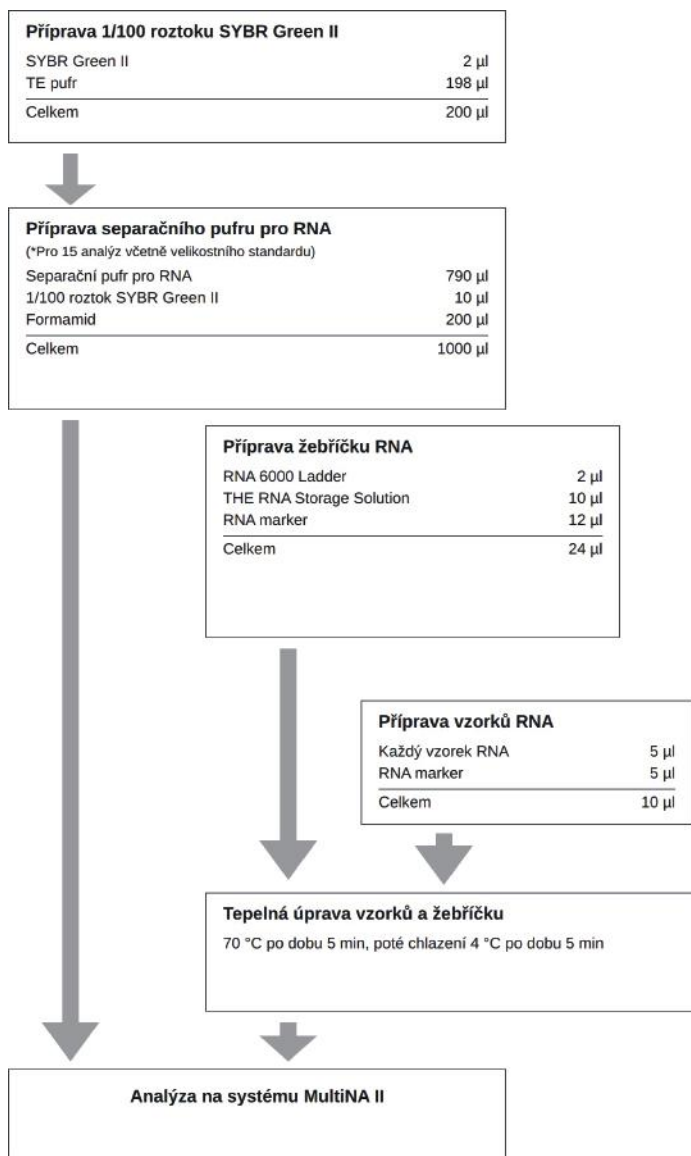


Obr. 1: Mikročipový elektroforetický systém MultiNA II MCE-301 (Shimadzu)

přes nanesení vzorku až po vyhodnocení dat. Doba migrace jednoho vzorku přitom činí přibližně 100 sekund. Popisovaná aplikační studie ukazuje, jak lze pomocí MultiNA II jednoduše a rychle analyzovat mRNA-LNP formulace, a to bez jakékoli předchozí úpravy (purifikace) vzorku.

PŘÍPRAVA VZORKU A ANALYTICKÉ PODMÍNKY

Pro elektroforézu byla použita souprava RNA Kit (kat. č. 292-27913-91). Vzorky se připravily smícháním stejného objemu vzorku RNA a markerového roztoku obsaženého v soupravě. Směs se poté zahřála na 70 °C po dobu 5 minut a ochladila na



Obr. 2: Pracovní postup přípravy vzorků, žebříčku a barviva pro analýzu mRNA-LNP na systému MultiNA II

4 °C po dobu 5 minut – postup odpovídá návrhu pokynů „Analytical Procedures for Quality of mRNA Vaccines and Therapeutics, Draft Guidelines: 3rd Edition“ [1]. Jako fluorescenční barvivo posloužilo SYBR Green II (kat. č. S-7564) a jako velikostní standard žebříček RNA 6000 Ladder (kat. č. AM7152), ředěný 6× roztokem THE RNA Storage Solution (kat. č. AM7001). Po přidání stejného objemu markerového roztoku RNA byla směs opět zahřata na 70 °C po dobu 5 minut a zchlazena na 4 °C po dobu 5 minut.

Pracovní postup shrnuje obr. 2: nejprve se připraví 1/100 roztok SYBR Green II (2 µl barviva + 198 µl TE pufru), následně separační pufr pro RNA (790 µl separačního pufru + 10 µl naředěného SYBR Green II + 200 µl formamidu, dostačující na 15 analýz včetně velikostního standardu) a žebříček RNA (2 µl RNA 6000 Ladder + 10 µl THE RNA Storage Solution + 12 µl RNA markeru). Samotný vzorek RNA se smíchá v poměru 1:1 s RNA markerem (5 µl : 5 µl), a stejně jako žebříček projde tepelnou denaturací (70 °C/5 min) a zchlazením (4 °C/5 min), než je vzorek analyzován na systému MultiNA II.

VÝSLEDKY: BEZ DETERGENTU SE MRNA Z LNP NEUVOLNÍ

Mikročipová elektroforéza byla provedena jak na volné (nekapsulované) mRNA, tak na mRNA-LNP formulacích. Výsledné elektroferogramy jsou na obr. 3, kde modré trojúhelníky označují piky odpovídající mRNA. Porovnány byly čtyři vzorky: (a) roztok mRNA-LNP po tepelném ošetření

Parametr	Hodnota / specifikace
Systém	MultiNA II
Souprava reagensů	RNA kit (kat. č. 292-27913-91)
Fluorescenční barvivo	SYBR Green II (kat. č. S-7564)
Velikostní standard	RNA 6000 Ladder (kat. č. AM7152)
Ředicí činidlo	THE RNA Storage Solution (kat. č. AM7001)

Tab.: Analytické podmínky pro stanovení mRNA

(70 °C, 5 minut), (b) roztok mRNA-LNP s přidavkem Tritonu X-100 (výsledná koncentrace 0,1 %) následovaným tepelným ošetřením, (c) roztok volné modelové mRNA a (d) samotný 0,1% roztok Tritonu X-100. Koncentrace mRNA ve vzorcích (a) až (c) byla sjednocena na 10 ng/µl.

U mRNA-LNP roztoku bez přidavku povrchově aktivní látky (a) se objevil jen minimální pik, podle kterého nebylo možné spolehlivě určit koncentraci mRNA. Samotné tepelné ošetření tedy zjevně nestačí k tomu, aby se mRNA z lipidové nanočástice významněji uvolnila. Proto byl v souladu s návrhem pokynů USP pro hodnocení kvality mRNA do vzorku přidán Triton X-100 a teprve poté následovala tepelná denaturace a elektroforéza (b). V tomto případě se pik RNA zřetelně objevil a jeho odhadovaná velikost odpovídala velikosti modelového vzorku mRNA (c). Krátké fragmenty RNA, které by naznačovaly degradaci, přitom detekovány nebyly – kontrolní vzorek samotného Tritonu X-100 (d) žádný srovnatelný pik neposkytl,

takže signál lze jednoznačně přiřadit uvolněné mRNA.

ZÁVĚR: CESTA K RYCHLEJŠÍMU VÝVOJI MRNA LÉČIV

Studie ukazuje, že mikročipový elektroforetický systém MultiNA II umožňuje jednoduché a rychlé stanovení velikosti, koncentrace a čistoty mRNA v mRNA-LNP formulacích. Přístroj automatizuje celý proces od přípravy gelu přes nanesení vzorku až po vyhodnocení dat, což výrazně zkracuje čas potřebný pro analýzu ve srovnání s klasickou agarózovou nebo kapilární elektroforézou. V souladu s návrhem pokynů USP se potvrdilo, že přidáním Tritonu X-100 jako povrchově aktivní látky a následnou tepelnou denaturací lze mRNA z LNP uvolnit natolik, že je spolehlivě detekovatelná – a to bez nutnosti předchozího odstranění lipidů.

Tato jednoduchá a rychlá metoda hodnocení mRNA-LNP formulací tak může přispět k efektivnějšímu vývoji mRNA léčiv – od časných fází formulace přes optimalizaci výrobního procesu až po rutinní kontrolu kvality finálního produktu.

Pozn: Zpracováno podle [2].

Poděkování

Autoři děkují společnosti AGC Inc. za rozsáhlou spolupráci při sběru dat, včetně poskytnutí vzorků.

LITERATURA

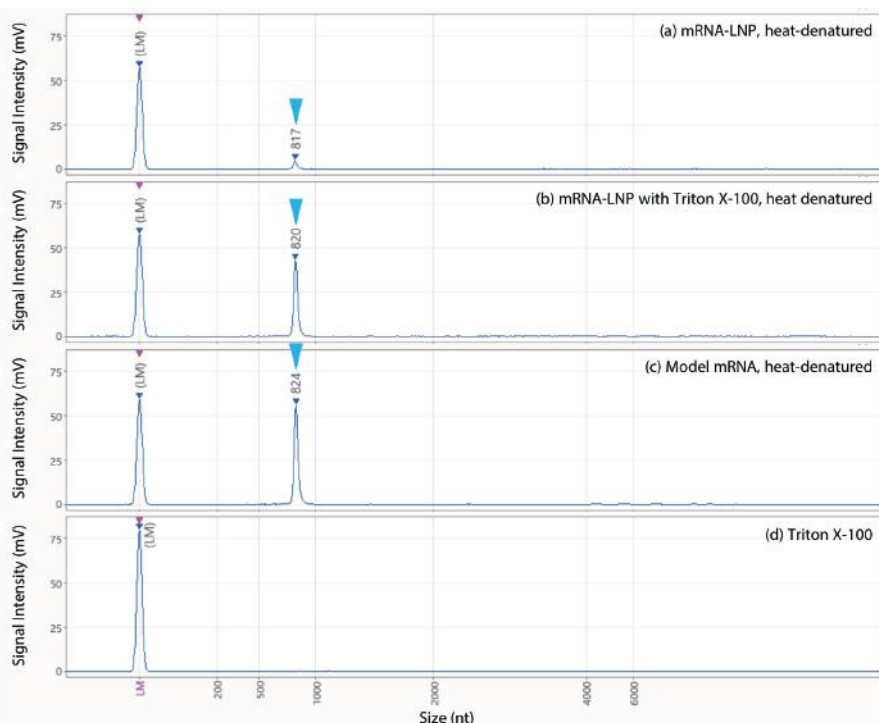
- [1] Analytical Procedures for Quality of mRNA Vaccines and Therapeutics, Draft Guidelines: 3rd Edition.
- [2] Shimadzu Corporation, Application News č. 01-00840-EN, „Rapid and Simple Analysis of LNP-Encapsulated mRNA Using a Microchip Electrophoresis System“, Nozomi Maeshima, 1. vydání, březen 2026.

Pozn.: Produkt MultiNA je ochrannou známkou společnosti Shimadzu Corporation. Pouze pro výzkumné účely, nikoli pro diagnostické použití.

www.shimadzu.cz



Chcete se o tématu dozvědět více?
Načtete si přiložený QR kód.



Obr. 2: Výsledky mikročipové elektroforézy mRNA-LNP: (a) mRNA-LNP po tepelné denaturaci, (b) mRNA-LNP s Tritonem X-100 po tepelné denaturaci, (c) modelová mRNA po tepelné denaturaci, (d) samotný Triton X-100



Vysokotlaká homogenizace ve farmaceutickém výzkumu a vývoji

Vývoj moderních farmaceutických produktů stále více závisí na schopnosti ovládat materiály v mikro a nanoměřítku. Liposomy, nanoemulze, nanosuspenze, nosiče na bázi lipidů a biologické produkty představují výzvy při vývoji formulací, kde velikost částic, distribuce velikosti částic a reprodukovatelnost mohou přímo ovlivnit vlastnosti produktu.

OD RANÉHO SCREENINGU FORMULACÍ AŽ PO ŠKÁLOVATELNÉ ZPRACOVÁNÍ NANOČÁSTIC

Vysokotlaká homogenizace (HPH) se stala důležitým nástrojem ve farmaceutickém

výzkumu a vývoji. Na rozdíl od konvenčních laboratorních míchadel aplikuje HPH intenzivní, přesně řízenou mechanickou energii na nepřetržitě proudící produkt. To umožňuje nejen vytvářet velmi malé částice nebo kapičky, ale také zkoumat, jak podmínky zpracování ovlivňují formulaci, stanovit parametry, které lze následně přenést do pilotního a výrobního měřítka.

Řada laboratorních vysokotlakých homogenizátorů firmy STANSTED byla vyvinuta speciálně s ohledem na tento přechod od laboratorního výzkumu až po zpracování ve větším měřítku. Laboratorní systémy nabízejí možnost regulovat tlaky až do 4 200

barů (60 000 psi), přičemž jejich zpracovatelské možnosti sahají od velmi malých výzkumných vzorků až po nepřetržitý provoz v laboratorním měřítku.

JAK FUNGUJE VYSOKOTLAKÁ HOMOGENIZACE

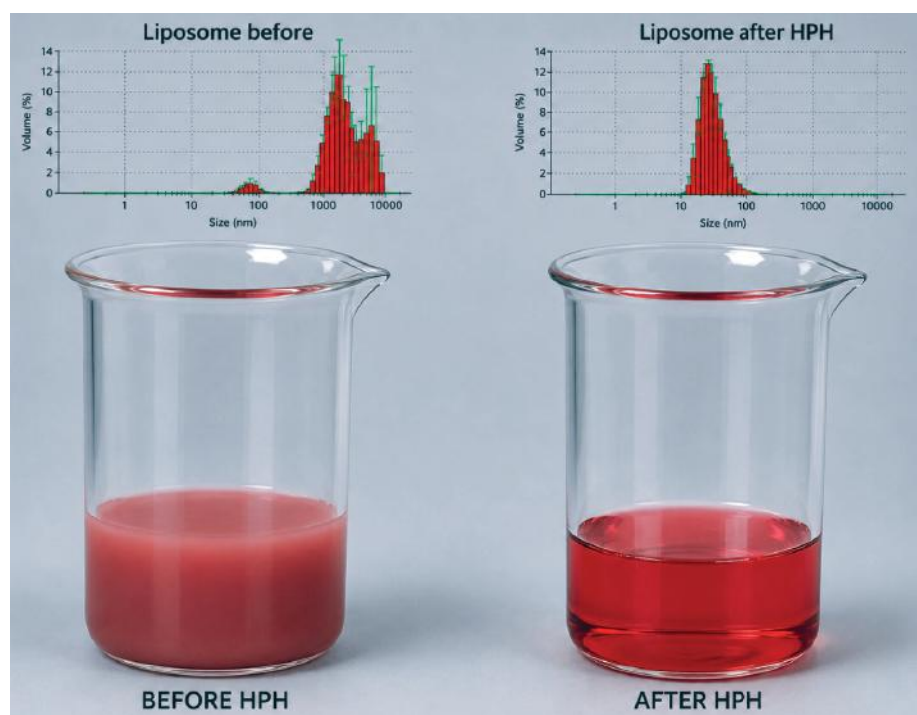
V systému HPH je kapalná směs nejprve natlačována a poté protlačována přes precizně zkonstruované zpracovatelské zařízení. Jak tekutina prochází velmi úzkou zpracovatelskou zónou, její tlaková energie se přeměňuje na extrémně vysoké rychlosti tekutiny a intenzivní hydrodynamické síly.

V závislosti na geometrii zpracování může být produkt vystaven kombinací intenzivního smyku (s rychlostí smyku až 12 Ms^{-1}), turbulence, rychlého zrychlení a zpomalení, nárazů a srážek, tlakových gradientů a kavitace. Výsledkem může být účinné rozrušení kapiček, částic, aglomerátů, vezikul nebo biologických buněk.

V případě farmaceutického vývoje však zřídka bývá cílem pouze dosažení co nejmenší možné velikosti částic. Obvykle je zapotřebí zavést opakovatelný a kontrolovatelný proces, který zajistí požadovanou distribuci velikosti částic, aniž by to mělo nepříznivý vliv na složení přípravku. Tlak je proto pouze jedním z kritických parametrů procesu. Konečný výsledek mohou ovlivnit počet průchodů, složení přípravku, koncentrace, teplota, viskozita, počáteční velikost částic i geometrie zpracování.

NANOEMULZE A ŠPATNÉ ROZPUSTNÉ ÚČINNÉ LÁTKY

Jednou z nejvýznamnějších farmaceutických aplikací HPH je příprava nanoemulzí. Mnoho nových účinných farmaceutických látek (API) vykazuje nízkou rozpustnost ve vodě. Formulace účinné látky do jemné emulze typu olej ve vodě může představovat cestu ke zlepšení



Porovnání velikosti částic liposomů před a po vysokotlaké homogenizaci

disperze a potenciálně i ke zvýšení účinnosti, avšak stabilita a účinnost formulace závisí do značné míry na velikosti a distribuci.

Předemulzi lze nejprve vyrobit pomocí konvenčního míchání nebo rotor-statorového zařízení a následně ji zpracovat pomocí vysokotlakého homogenizátoru. Postupnými průchody lze velikost částic postupně zmenšovat, dokud se nedosáhne požadovaného rozložení velikosti částic. V rámci vývoje je důležitou výhodou možnost systematického zkoumání procesu. Tlak lze zvyšovat v kontrolovaných krocích a po jednotlivých průchodech odebírat vzorky. Velikost částic a polydisperzitu lze poté měřit po každé podmínce, což umožňuje vytvořit mapu zpracování namísto spoléhání se na jediný empirický provozní bod.

LIPOSOMY A SYSTÉMY PRO PODÁVÁNÍ LÉČIV NA BÁZI LIPIDŮ

Struktura liposomů je tvořena fosfolipidovou dvojvrstvou, která jim umožňuje zapouzdřit se nebo se vázat jak na hydrofilní, tak na lipofilní sloučeniny, což z nich činí univerzální nosiče léčiv. Moderní farmaceutický vývoj stále častěji považuje velikost a distribuci liposomů za klíčové.

Po počáteční tvorbě liposomů lze pomocí HPH zmenšit větší vezikuly a vytvořit lépe kontrolovanou populaci. Publikované práce prokázaly reprodukovatelné liposomální disperze v rozmezí přibližně 50–250 nm při použití vysokotlakého zpracování, ačkoli dosažitelné výsledky silně závisí na složení přípravku a provozních podmínkách.

NANOSUSPENZE, SLN A DALŠÍ SYSTÉMY NANOČÁSTIC

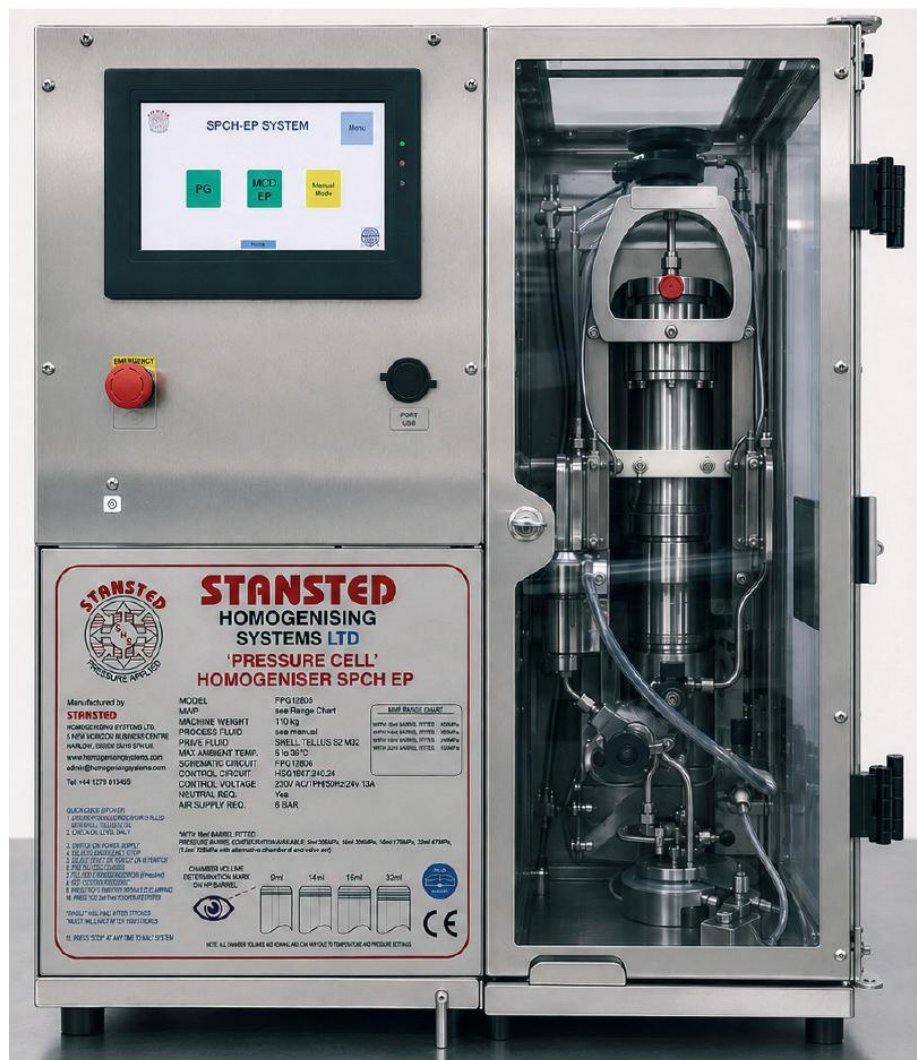
Stejně principy platí i mimo rámec konvenčních emulzí a liposomů. Systémy STANSTED lze využít ve výzkumu zahrnujícím nanosuspenze, pevné lipidové nanočástice (SLN), nanostrukturované lipidové nosiče (NLC), etosomy a další nanostrukturované systémy, které se využívají jako nosiče léčiv.

VÍCE NEŽ JEN ZMENŠENÍ VELIKOSTI ČÁSTIC

HPH hraje důležitou roli také ve farmaceutickém a biotechnologickém výzkumu zabývajícím se distribucí buněk. Mikrobiální buňky, jako jsou bakterie a kvasinky, lze rozrušit jejich vystavením extrémním hydrodynamickým namáháním vznikajícím během vysokotlakého zpracování. To poskytuje mechanický způsob uvolnění intracelulárních proteinů a dalších biologických látek.

REGULACE TEPLOTY A CITLIVÉ PRODUKTY

Zpracování za velmi vysokého tlaku vnáší do produktu energii a způsobuje odpovídající nárůst teploty. To je obzvláště důležité u teplotně citlivých účinných látek, proteinů, lipidů a biologických materiálů. Efektivní vývoj farmaceutických technologií HPH proto vyžaduje zohlednění jak tlaku, tak teploty.



Laboratorní vysokotlaký homogenizátor STANSTED SPCH-EP.

Laboratorní zařízení by mělo výzkumníkům umožňovat sledování procesu a začlenění vhodných systémů chlazení nebo výměny tepla. V některých aplikacích může být žádoucí předchlazení přípravku, chlazení mezi jednotlivými fázemi zpracování nebo použití kontinuální výměny tepla. Cílem je rozlišit mezi mechanickým účinkem potřebným k vytvoření požadované struktury částic a nežádoucími tepelnými účinky, které by mohly produkt poškodit.

PRAKTICKÝ NÁSTROJ PRO FARMACEUTICKÝ VÝVOJ

Rostoucí význam nanotechnologií, pokročilých systémů pro nosiče léčiv a biologických přípravků způsobuje, že řízení zpracování tekutin nabývá v rámci farmaceutického vývoje stále více na důležitosti. Vysokotlaká homogenizace nabízí neobvyklou kombinaci velmi vysoké intenzity zpracování a přesné experimentální kontroly. Jedinou laboratorní platformu lze využít pro vývoj nanoemulzí, zmenšování velikosti liposomů, nanosuspenze, lipidové nanočástice, nanoenkapsulaci nebo disrupci biologických buněk.

Řada laboratorních vysokotlakých homogenizátorů STANSTED přináší tyto možnosti do výzkumných a vývojových laboratoří

a zároveň zachovává cestu k pilotnímu a výrobnímu zpracování.

V konečném důsledku se hodnota vysokotlaké homogenizace (HPH) neměří pouze tím, jaký tlak je zařízení schopno vyvinout, ani tím, jak malé částice dokáže vytvořit. Její skutečná hodnota pro farmaceutické výzkumníky spočívá ve schopnosti stanovit opakovatelný vztah mezi složením přípravku, podmínkami zpracování a vlastnostmi konečného produktu. Když se křivky distribuce velikosti částic, mikroskopické snímky a další analytické výsledky zkombinují s pečlivě kontrolovanými údaji o tlaku, teplotě a počtu průchodů, stává se vysokotlaká homogenizace více než jen technikou zmenšování velikosti. Stává se výkonným nástrojem pro vývoj složení a jeho škálování – pomáhá překlenout propast mezi slibným laboratorním složením a robustním farmaceutickým výrobním procesem.

www.anamet.cz



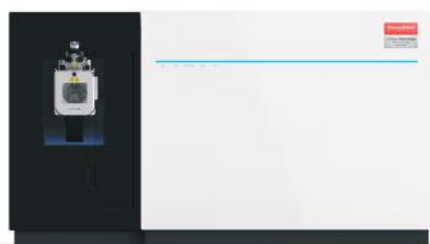
Chcete se o tématu dozvědět více?
Načtete si příložený QR kód.

Novinky Thermo Scientific z ASMS 2026: Nová generace hmotnostní spektrometrie, chromatografie a softwarových řešení

Každoroční konference ASMS (American Society for Mass Spectrometry) patří mezi nejvýznamnější světové události v oblasti hmotnostní spektrometrie. Společnost Thermo Fisher Scientific zde letos představila řadu nových přístrojů, chromatografických řešení i softwarových nástrojů, které reagují na rostoucí požadavky výzkumu, farmaceutického průmyslu i rutinních analytických laboratoří. Hlavním tématem letošních novinek bylo propojení špičkové instrumentace s pokročilou analýzou dat a umělou inteligencí pro rychlejší a spolehlivější získávání výsledků.

ORBITRAP TRIBRID APEX – NOVÁ ÚROVEŇ FLEXIBILITY A CITLIVOSTI

Největší pozornost poutal nový hmotnostní spektrometr Thermo Scientific Orbitrap Tribrid Apex, který navazuje na osvědčenou platformu Orbitrap Tribrid. Přístroj je určen pro nejnáročnější aplikace v multiomice, strukturální biologii, charakterizaci biologických léčiv i analýze malých molekul. Kombinuje mimořádnou citlivost, vysokou rychlost akvizice dat a špičkovou přesnost měření. Pokročilé technologie fragmentace a sběru dat umožňují získávat detailnější informace i z velmi komplexních vzorků a poskytují laboratorům maximální flexibilitu pro současné i budoucí analytické výzvy.



Thermo Scientific Orbitrap Tribrid Apex

ORBITRAP EXCEDION – VYŠŠÍ CITLIVOST PRO KOMPLEXNÍ ANALÝZY

Druhou významnou novinkou je hybridní hmotnostní spektrometr Thermo Scientific Orbitrap Excedion, který představuje zásadní pokrok v oblasti HRAM. Díky technologii Enhanced Dynamic Range (eDR) výrazně rozšiřuje možnosti detekce nízké zastoupených a stopových látek.

VANQUISH AMPLIFY UHPLC – CHROMATOGRAFIE NOVÉ GENERACE

Portfolio UHPLC systémů Vanquish bylo roz-



Thermo Scientific Orbitrap Excedion

šířeno o nový Thermo Scientific Vanquish Amplify UHPLC. Využívá pokročilou průtokovou cestu s nízkou adsorpcí, která je navržena tak, aby zajišťovala přesné a reprodukovatelné separace i u těch biomolekul, které jsou v současnosti největší výzvou. Systém, vyvinutý pro oligonukleotidy, mRNA, proteiny a ADCs (antibody-drug conjugates), minimalizuje sekundární interakce, čímž zachovává integritu vzorku a zvyšuje výtěžnost – takže každý chromatogram věrně odráží skutečné chování analyzované látky.



Thermo Scientific Vanquish Amplify UHPLC

NOVÉ CHROMATOGRAFICKÉ KOLONY SUREPAC

Společnost Thermo Fisher Scientific představila také dvě nové řady chromatografických kolon navržených speciálně pro moderní biofarmaceutické aplikace.

SurePac Oligo RP MDi

Kolony SurePac Oligo RP MDi jsou určeny pro analýzu nukleových kyselin v širokém rozmezí velikostí – od krátkých oligonukleotidů až po intaktní mRNA – a umožňují konzistentní charakterizaci různých typů oligonukleotidů. Jejich průtoková cesta s nízkou adsorpcí minimalizuje sekundární interakce, čímž snižuje ztráty a přenos analytů a zároveň poskytuje přesné profilování nečistot, spolehlivé kvantitativní stanovení a separace s vysokým rozlišením.



Thermo Scientific SurePac Oligo RP MDi

SurePac Protein RP MDi

Druhou novinkou jsou kolony SurePac Protein RP MDi, které zajišťují vysoce rozlišující a reprodukovatelné separace proteinových terapeutik a ADCs, což umožňuje přesnou charakterizaci variant, podjednotek a konjugčních profilů i přes strukturální složitost. Jsou navrženy tak, aby odolávaly náročným podmínkám, a zachovávají si konzistentní výkon napříč jednotlivými runy i přístroji, čímž podporují spolehlivý přenos metod.

ORBITRAP EXPLORIS GC S – MODERNÍ ŘEŠENÍ PRO ANALÝZU DIOXINŮ

Pro laboratoře zaměřené na bezpečnost potravin a ochranu životního prostředí, které provádějí analýzy dioxinů a perzistent-



Thermo Scientific Orbitrap Exploris GC S

ních organických polutantů (POP), je zde nový Orbitrap Exploris GC S. Modernizuje tradiční workflow analýzy dioxinů a zároveň rozšiřuje analytický rozsah.

TSQ CERTIS – ROBUSTNÍ TROJITÝ KVADRUPÓL PRO RUTINNÍ LABORATOŘE

Nový Thermo Scientific TSQ Certis je hmotnostní spektrometr na bázi trojitého kvadrupólu, který byl navržen pro rutinní laboratorní provoz. Nabízí vysoce citlivé a spolehlivé kvantitativní analýzy, přičemž vyniká rychlostí, robustností a dlouhodobou stabilitou, jež zajišťují efektivní a spolehlivý průběh každodenních laboratorních analýz.



Thermo Scientific TSQ Certis

ORBITRAP EXPLORIS EFOX – PŘESNÁ ANALÝZA PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ A BEZPEČNOST POTRAVIN

Hmotnostní detektor Thermo Scientific Orbitrap Exploris EFOX je HRAM systém,



Thermo Scientific Orbitrap Exploris EFOX

který je určen pro přesné testování v oblasti životního prostředí a bezpečnosti potravin. Umožňuje cílenou analýzu a je připraven pro kvantifikaci běžných kontaminantů v souladu s platnými předpisy.

NOVÉ SOFTWARE NÁSTROJE PRO EFEKTIVNĚJŠÍ ANALÝZU DAT

Vedle nové generace přístrojů představila společnost Thermo Fisher Scientific na ASMS také významné aktualizace svého softwarového portfolia, na které se mohou uživatelé těšit. Nové verze přináší vyšší rychlost zpracování dat, větší míru automatizace a podporu nejnovějších analytických workflow v proteomice, biofarmaceutické analýze, lipidomice i analýze malých molekul.

KOMPLETNÍ WORKFLOW PRO MODERNÍ LABORATOŘE

Novinky představené společností Thermo Fisher Scientific na ASMS 2026 jasně ukázaly posun od samostatných analytických přístrojů ke komplexním workflow propojujícím chromatografii, hmotnostní spektrometrii, automatizaci přípravy vzorků a pokročilou analýzu dat.

Nové přístroje, chromatografické kolony i UHPLC systémy byly navrženy tak, aby laboratorům nabízely vyšší citlivost, lepší reprodukovatelnost a efektivnější analýzu stále komplexnějších vzorků. Díky tomu mohou výzkumné i rutinní laboratoře získávat kvalitnější data, urychlit vývoj nových léčiv, zvýšit spolehlivost kontroly kvality a efektivněji řešit analytické výzvy v oblasti biofarmacie, bezpečnosti potravin i ochrany životního prostředí.

Ivana ELIÁŠOVÁ,
Pragolab s.r.o.

eliasova@pragolab.cz
www.pragolab.cz



Chcete se o tématu dozvědět více?
Načtěte si přiložený QR kód.

----- INZERCE -----



Orbitrap™ Excedion™ Pro

Více informací z každého vzorku



PEPTIDE MAPPING

TN 004106 ↗

Komplexní charakterizace terapeutických proteinů v jediném měření

Kombinace ETD a HCD fragmentace (ETHcD) umožňuje dosáhnout vysokého pokrytí proteinové sekvence, přesné identifikace a lokalizace níže zastoupených posttranslačních modifikací (PTM) a spolehlivého rozlišení izomerních aminokyselin

ADC CHARAKTERIZACE

TN 004168 ↗

Kompletní pohled na strukturu ADC (Antibody Drug Conjugates) léčiv

Orbitrap Excedion Pro BioPharma v kombinaci s HCD a ETHcD fragmentací umožňuje komplexní charakterizaci Antibody Drug Conjugates (ADC) léčiv v jediné LC-MS analýze

HCP ANALÝZA

TN 004169 ↗

Odhalte i stopová rezidua HCP (Host Cell Protein)

Vysoce citlivá identifikace host-cell proteinů HCP s výbornou reprodukovatelností podporuje kontrolu kvality biologických léčiv

STANOVENÍ PROTEINŮ V PLAZMĚ

TN 004189 ↗

Od biomarker discovery k rozsáhlým proteomickým studiím

Flexibilní workflow umožňuje volit mezi vysokou propustností a maximální hloubkou proteomu při zachování vysoké kvantitativní přesnosti a reprodukovatelnosti

www.pragolab.cz

Moderní SEC chromatografie pro charakterizaci biofarmak

– Správný výběr kolony Sepax podle velikosti částic, pórů a chemie povrchu

Velikostně vylučovací chromatografie (SEC) patří k nejpoužívanějším metodám charakterizace biofarmaceutik. Separuje vysokomolekulární formy (HMW), monomer a nízkomolekulární fragmenty (LMW) podle hydrodynamické velikosti. Větší molekuly pronikají do menší části pórů stacionární fáze a eluují se dříve, zatímco menší molekuly vstupují do většího objemu pórů a eluují se později.

Robustní metoda vyžaduje sladění velikosti analytu s distribucí pórů, vhodnou velikost částic a omezení nespecifických interakcí. To je zásadní u protilátek, konjugátů protilátka-léčivo (ADC), oligonukleotidů, mRNA i virových částic. Portfolio firmy Sepax zahrnuje kolony pro UHPLC, HPLC, FPLC i preparativní použití.

SELEKTIVITA ZAČÍNÁ U VELIKOSTI PÓRŮ

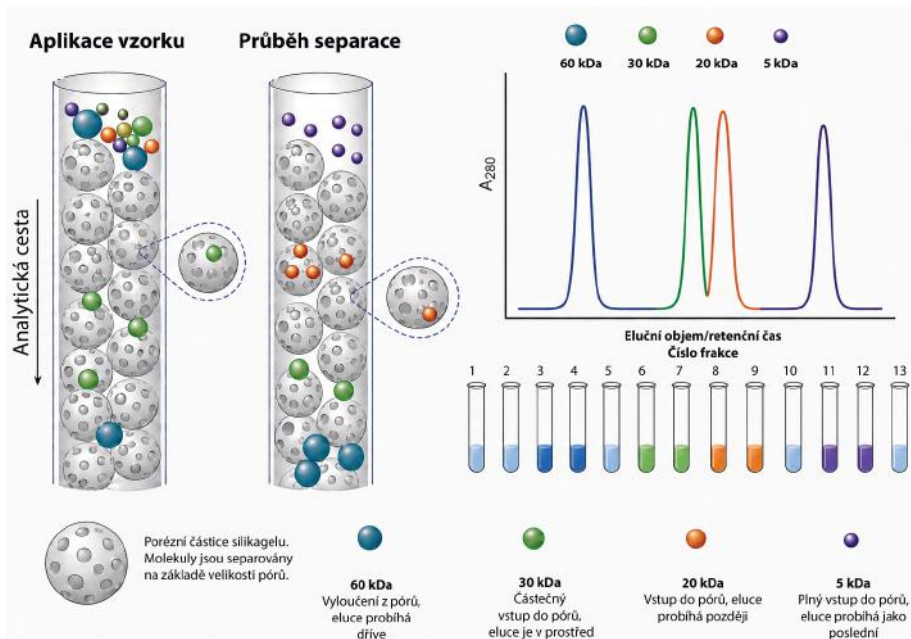
SEC nerozděluje molekuly přímo podle molární hmotnosti, ale podle hydrodynamické velikosti, kterou ovlivňuje tvar, konformace, solvatace, glykosylace i stav asociace. Rozsah molárních hmotností je proto pouze orientační; optimální fázi určí experimentální screening.

Příliš malé póry mohou vylučovat cílový analyt i jeho agregáty, takže se eluují blízko mrtvého objemu a jejich rozlišení klesá. Příliš velké póry poskytují složkám podobný přístup do porézního objemu a selektivitu rovněž snižují. Pro monoklonální protilátky a jejich rozpustné agregáty je obvyklým výchozím bodem fáze s velikostí pórů okolo 300 Å. Menší proteiny, peptidy a oligonukleotidy často vyžadují 80–150 Å, zatímco mRNA a virové částice podstatně širší póry.

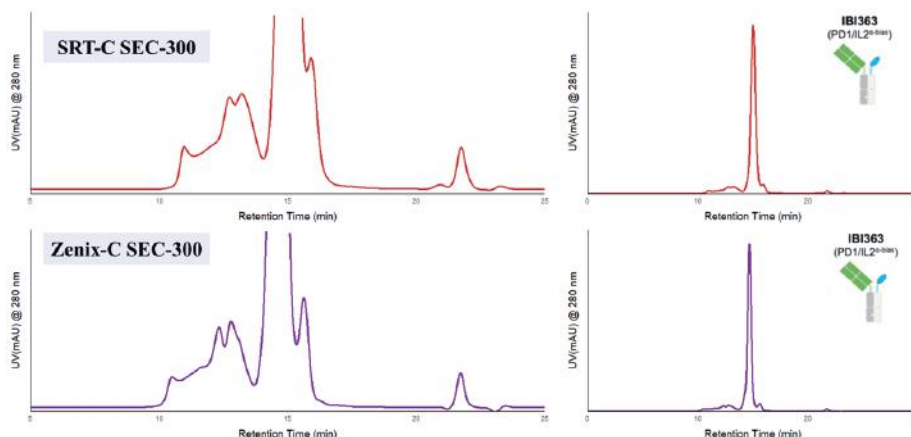
Zenix a Zenix-C nabízejí póry 80–300 Å. SRT a SRT-C pokrývají přibližně 100–2000 Å a rozšiřují screening na velké nukleové kyseliny a virové vektory. Preparativní SRT-10 a SRT-10C umožňují vyšší zatížení.

VELIKOST ČÁSTIC URČUJE ÚČINNOST A TLAK

Menší částice zvyšují účinnost a rozlišení, ale také protitlak a citlivost k mimokolonové disperzi. Unix a Unix-C s částicemi 1,8 µm jsou určeny pro UHPLC, Zenix a Zenix-C s částicemi 3 µm pro HPLC. SRT a SRT-C s částicemi 5 µm představují kompromis mezi účinností a robustností, zatímco SRT-10 a SRT-10C s částicemi 10 µm jsou vhodné i pro preparativní aplikace.



Princip SEC chromatografie



SEC analýza agregátů bispecifických protilátek na kolonách Sepax SRT-C 300 Å a Zenix-C 300 Å (7,8 × 300 mm) při průtoku 1,0 ml/min. Kolona Zenix-C s částicemi 3 µm poskytla vyšší účinnost separace. Mobilní fáze: 50 mM fosfátový pufr, 250 mM KCl, pH 7,0; detekce při 280 nm.

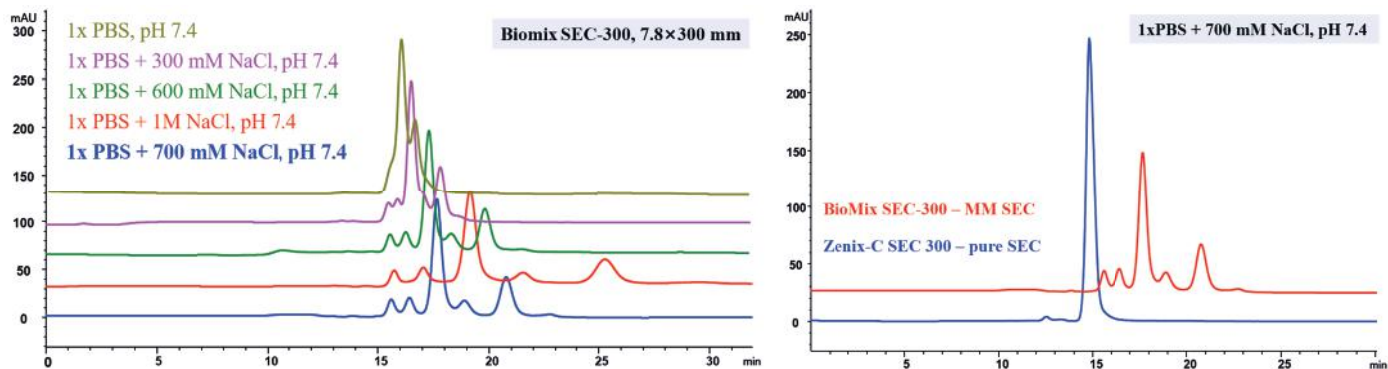
U kolon o průměru 4,6 mm s částicemi pod 3 µm je nutné minimalizovat mimokolonový objem krátkými kapilárami, malou detekční celou a nízkým nástřikem. Při převodu z kolony 7,8 mm nelze bez přepočtu zachovat průtok ani injekční objem.

CHEMIE POVRCHU OMEZUJE SEKUNDÁRNÍ INTERAKCE

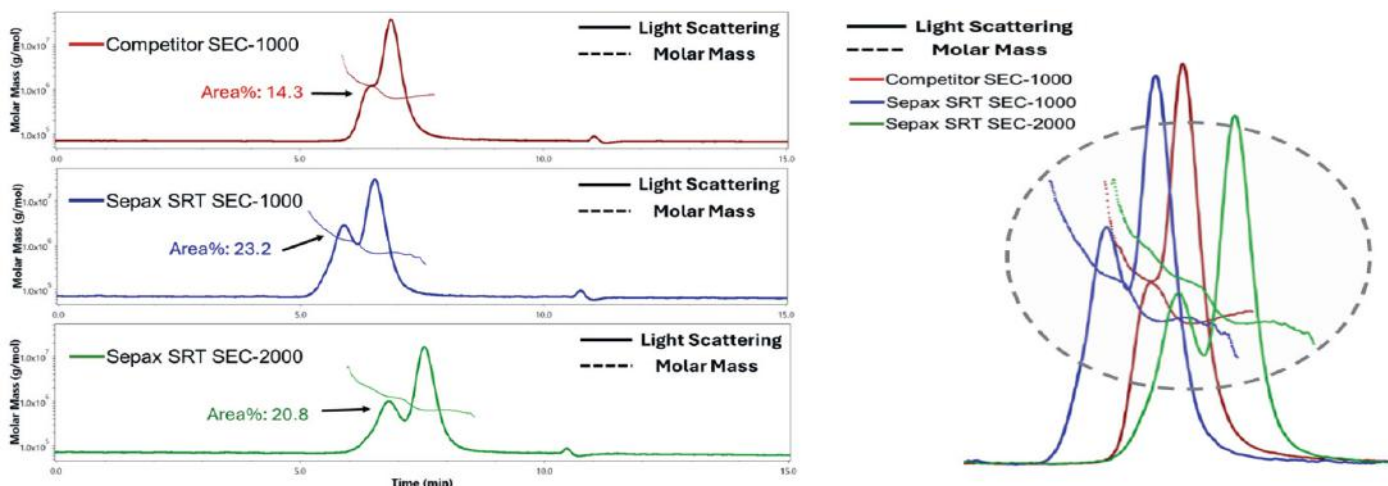
Ideální SEC je neadsorpční, biomolekuly však mohou interagovat s reziduálními síla-

nolovými skupinami, vázanou fází, kovovými povrchy systému nebo hydrofobními oblastmi náplně. Důsledkem bývá opožděná retence, chvostování píků, nižší výtěžnost nebo zkreslený obsah agregátů. Riziko je vyšší u bazických a hydrofobních proteinů, ADC a PEGylovaných produktů.

Fáze Sepax využívají hydrofilní vázané vrstvy omezující kontakt analytu se silikagelem. Standardní řady Unix, Zenix, SRT a SRT-10 jsou vhodné pro běžné pro-



Analýza správně a chybně spárovaných forem bispecifické protilátky na kolonách Sepax BioMix SEC 300 Å a Zenix-C SEC 300 Å (7,8 × 300 mm). BioMix poskytl vyšší selektivitu pro chybně spárované formy, zatímco Zenix-C minimalizovala nespecifické interakce.



Separace Cas9 mRNA a jejích vysokomolekulárních agregátů na kolonách Sepax SEC a srovnávacích kolonách. Kolony Sepax s částicemi 5 μm a póry 1000 nebo 2000 Å (4,6 × 300 mm) poskytly vysoké rozlišení HMW forem. Mobilní fáze: 50 mM Tris, 200 mM NH_4Cl , pH 7,5; detekce UV při 260 nm a MALS.

SRT SEC / SRT-C SEC	Zenic SEC / Zenix-C	Unix	BioMix SEC	SRT-LVL SEC
Široké portfolio velikostí pórů a formátů kolon od analytické po semi-preparativní SEC	Aplikačně specifické velikosti pórů pro vysoce účinnou analýzu biomolekul	Sub-2 μm SEC pro rychlou a vysokokapacitní analýzu	Mix-mode SEC s dvojitou selektivitou pro bispecifické chybné párování protilátek	Vysoké rozlišení a vysoká výtěžnost SEC pro virové a lipidové částice
Částice (μm): 5 a 10 Póry (Å): 100–2000 ID (mm): 4,6–50 Délka (mm): 50–300	Částice (μm): 3 Póry (Å): 80–300 ID (mm): 2,1–21,2 Délka (mm): 50–300	Částice (μm): 1,8 Póry (Å): 200 a 300 ID (mm): 4,6 Délka (mm): 20–300	Částice (μm): 3 Póry (Å): 300 ID (mm): 4,6–21,2 Délka (mm): 50–300	Částice (μm): 5 Póry (Å): 2000 ID (mm): 4,6 a 7,8 Délka (mm): 50, 300
Sedm velikostí pórů pokrývá široký rozsah hydrodynamických velikostí. Formáty kolon podporují analytickou charakterizaci, vývoj metod i semipreparativní frakcionaci	Částice 3 μm a póry 80, 150 a 300 Å umožňují účinnou separaci peptidů, proteinů, fragmentů i intaktních protilátek. Varianta 300 Å je optimalizována pro analýzu monomeru, agregátů a fragmentů mAb.	Částice pod 2 μm a krátké kolony umožňují rychlou, vysoce účinnou SEC s analýzou již od 5 minut. Jsou vhodné pro automatizovaný screening na systémech HPLC a UHPLC.	SEC se smíšeným mechanismem kombinuje hydrofobní a velikostní selektivitu. Umožňuje lépe rozlišit správně sestavené bispecifické protilátky od chybně spárovaných forem a příbuzných nečistot.	Kolony pro vysoce účinnou SEC s vysokou výtěžností jsou určeny pro lentivirové vektory, VLP, lipidové nanočástice a HMW konjugáty. Zlepšují rozlišení produktu od agregátů a LMW nečistot.

teiny. Varianty „-C“ jsou určeny pro analyty náchylné k hydrofobním a dalším nespecifickým interakcím, například ADC, derivatizované protilátky nebo PEGylované a fúzní proteiny.

BioMix kombinuje velikostní separaci s řízeným příspěvkem hydrofobních interakcí. Může tak rozlišit biomolekuly podobné velikosti, ale rozdílné povrchové hydrofobity, například správně a chybně spárované bispecifické protilátky.

PRAKTICKÝ VÝBĚR KOLON

Nejprve je třeba definovat cíl metody: kvantifikaci agregátů, rozlišení fragmentů, popis distribuce velikostí nebo preparativní sběr. Následuje screening dvou až tří velikostí pórů, volba částic a průměru kolony podle tlakového limitu, množství vzorku a požadované propustnosti a porovnání standardní chemie s variantou „-C“.

Výchozí mobilní fázi bývá neutrální fosfátový pufr s dostatečnou iontovou silou pro potlačení elektrostatických interakcí. Podle chování analytu lze upravit koncentraci soli, pH, typ pufru nebo přidat malé množství organického modifikátoru. Změny však mohou ovlivnit konformaci a stav asociace proteinu, a tím i zdánlivý obsah agregátů. Injekční objem i hmotnostní zatížení mají zůstat nízké; průtok a teplota se optimalizují až po výběru pórů a povrchové chemie.



Kolony Sepax BioMix

SEC lze kombinovat s UV, refraktometrickou detekcí nebo MALS. SEC-MALS s koncentračním detektorem poskytuje molární hmotnost napříč píkem a pomáhá odlišit skutečnou změnu velikosti od anomální retence.

ZÁVĚR

Spolehlivá SEC metoda vychází z koordinované volby pórů, částic, chemie povrchu, formátu kolony a mobilní fáze. Portfolio Sepax SEC poskytuje ucelený rámec od 1,8 μm UHPLC analýzy až po 10 μm semi-preparativní a preparativní separace, s velikostmi pórů pokrývajících malé proteiny a oligonukleotidy až po mRNA a virové částice. Umožňuje tak vyvíjet metody s lepší selektivitou, výtěžností a robustností jak u zavede-

ných biologických léčiv, tak u nastupujících terapeutických modalit.

**Yinan Zhang Ph.D, Linting Li,
Xuyang Zhang a Ke Yang Ph.D,**
Sepax Technologies, Inc.
Irena Palíková,
Altium International s.r.o.,
irena.palikova@altium.net
www.altium.net



Chcete se o tématu dozvědět více?
Načtete si příložený QR kód.

----- INZERCE -----

ČISTÉ PROCESY A ZELENÁ BUDOUCNOST

Síla superkritického CO₂ v průmyslu i výzkumu



TYPICKÉ APLIKACE



SFE
PROCESS
EXTRACTION

Superkritická fluidní extrakce

- ✓ **Čistota bez reziduí**
Extrakce bez petrochemických rozpouštědel
- ✓ **Garantovaný scale-up**
Přímý přenos metod z výzkumu do plně automatické GMP výroby
- ✓ **Pharma a přírodní látky**
Šetrná izolace bioaktivních složek, frakcionace a mikronizace
- ✓ **Materiálové inženýrství**
Sušení aerogelů, dekontaminace a impregnace textilií

SFC
PROCESS
CHROMATO

SFC Process – Preparativní superkritická chromatografie

- ✓ **Špičková purifikace**
Vysoce účinné semi-prep i prep dělení
- ✓ **Chytrá automatizace**
Sběr až 6 čistých frakcí s DAD detekcí
- ✓ **Flexibilita kolon**
Podpora pre-packed i plnitelných DAC kolon.
- ✓ **MP standard**
Vhodné pro farmaceutickou výrobu a GMP provozy



info.cz@altium.net
www.altium.net
cz.eshop.altium.net

Kontaktní osoba:
Lukáš Slavata
e.: lukas.slavata@altium.net

POWTECH TECHNOPHARM

International Exhibition for Process Operations

YOUR DESTINATION FOR PROCESSING TECHNOLOGY.

29.9. – 1.10.2026 | NUREMBERG, GERMANY

Experience firsthand the latest trends and technologies
for processing powders, solids and liquids!
Take advantage of cross-industry know-how and
network for your business success.

Where industry professionals shape the future together.

powtech-technopharm.com

Honorary sponsors



Agilent Vaya. Ruční Ramanův spektrometr se SORS technologií



Authorized
Distributor

Rychlejší identifikace surovin

Zjednodušte identifikaci
vstupních surovin
a omezte časově
náročné vzorkování.



www.altium.net/cz



Umožňuje ověřovat identitu
materiálů přímo přes transparentní
i neprůhledné obaly.

Technologie Spatially Offset Raman
Spectroscopy (SORS) rozšiřuje možnosti
ruční Ramanovy spektroskopie i na obaly,
přes které běžná Ramanova analýza
nemusí být dostačující.

 Martina Háková
 martina.hakova@altium.net
 +420 730 572 998

Studie deformovatelnosti mononukleárních buněk periferní krve u osob s výraznou depresivní poruchou

Deprese (Major depressive disorder, MDD) je komplexní psychická porucha s patopsychologií, která je pouze částečně objasněná a zahrnuje, mezi dalšími faktory, změny funkcí imunitního systému. Jedním z hlavních rizikových faktorů pro vznik psychických poruch, hlavně u traumatických poruch, jako je deprese a komplexní posttraumatická porucha (PTSD), je týrání v dětství (childhood maltreatment, CM). Avšak jejich vliv na biofyzikální vlastnosti imunitních buněk zůstává neprozkoumán. Tato studie zkoumá deformovatelnost mononukleárních buněk periferní krve (peripheral blood mononuclear cells, PBMC) u 26 osob s diagnostikovanou depresí a srovnávací skupinou 28 zdravých osob. CM bylo posuzováno na základě Dětského dotazníku traumatu (Childhood Trauma Questionnaire, CTQ). K posouzení deformovatelnosti imunitních buněk byla použita mikrofluidní esej deformovatelnosti s kontrolou životaschopnosti buněk ve vzorcích PBMC s pomocí trypanové modři.

PBMC osob s MDD vykazovaly ve srovnání s PBMC zdravých osob výrazně sníženou deformovatelnost, což indikuje zvýšenou tuhost buněk. CM nebylo významně spojeno s deformovatelností PBMC, což ukazuje na to, že deprese jako taková, se svou řadou etiologických příčin, hraje důležitější roli v tuhosti buněk než kterýkoliv samostatný rizikový faktor. Tato zjištění nasvědčují tomu, že tuhost imunitních buněk je při depresi zvýšená v izolovaných PBMC, což kontrastuje s výsledky předchozích studií, podle kterých byla zvýšena deformovatelnost v plné krvi.

Na základě naší pracovní hypotézy interpretujeme, že naše výsledky naznačují poškození vnitrobuněčných struktur, včetně cytoskeletonu a buněčné membrány, pravděpodobně kvůli vyšší expozici volným radikálům vzniklým díky chronickému a zvýšenému stresu. To může poškodit integritu membrány a změnit složení mastných kyselin.

ÚVOD

Deprese (Major depressive disorder, MDD) je významný globální zdravotní problém, ovlivňující přibližně 280 mil. osob po celém světě[1]. S celoživotní prevalencí zhruba 13 % je deprese hlavní příčinou invalidity. Týrání dětí (childhood maltreatment, CM), které zahrnuje i zkušenosti se znásilněním a zanedbáváním před 18. rokem, je známým rizikovým faktorem pro vznik



Optický mikroskop se senzorem ODIN

mentálních poruch, včetně deprese. U žen obecně má CM větší vliv na vznik poruch, více než dvojnásobně než u mužů. Kromě přetrvávajícího smutku a anhedonie, je deprese charakterizována zhoršenými kognitivními schopnostmi, poruchami spánku a chuti, sníženou energií a psychomotorickými změnami. Deprese bývá také spojena s úzkostnými poruchami a dalšími somatickými a psychiatrickými komorbiditami. Přes rozsáhlý výzkum a velké úsilí o poskytnutí vyčerpávajícího modelu deprese, její přesný biologický základ zůstává nerozluštěn.

Etiologie deprese zahrnuje komplexní interakci psychosociálních, genetických a fyziologických faktorů. Klíčovou složkou těchto fyziologických změn je dysregulace hypothalamo-hypofýzo-nadledvinové (HPA) osy, centrálního systému těla pro reakci na stres. Studie u osob s depresí zdokumen-

tovaly zvýšené úrovně signálních molekul vztahujících se k HPA ose, včetně kortikoliberinu (hormonu uvolňujícího kortikotropin; CRH), ardenokortikotropního hormonu (ACTH) a kortizolu, což signalizuje narušenou zpětnovazebnou regulaci. Tyto změny reflektují širší změny v syntéze, uvolňování a regulaci signálních molekul vázaných na stres, včetně hormonů a dalších molekul ovlivněných chronickým stresem. Tyto nálezy však zůstávají nekonzistentní, což ukazuje, že abnormality HPA osy nejsou univerzální pro všechny pacienty a mohou záviset na závažnosti symptomů, průběhu nemoci a chronicitě.

Monoaminová hypotéza předpokládá, že deficiencie neurotransmiterů, jako jsou serotonin, dopamin a norepinefrin přispívá k depresi. Přestože je široce přijímána, čelí neshodě s neurovizuálními a farmako-

logickými studiemi. Dále zmenšený objem hipokampu a narušená neurogeneze, pozorovaný u pacientů s depresí, může potenciálně přispívat ke kognitivnímu a emocionálnímu deficitu spojenému s depresí. Stále zůstává nejasné, zda snížená neurogeneze a úroveň neurotropického faktoru jsou následkem abnormalit spojených s depresí. Navíc předpokládané „klasické“ neurotransmitery, včetně serotoninu, jsou také spojené se zánětlivými procesy jako termoregulace a imunomodulační signalizace. Spolu s tím prozánětlivé cytokiny, jako interleukin, a faktor nádorové nekrózy TNF- α jsou při depresi často zvýšené. Toto vše společně, změny v neurotransmisí, neuroplasticitě a zánětlivé signalizaci naznačuje větší systémové narušení buněčné stresové odezvy při depresi. Tyto procesy jsou úzce spojeny s drahami oxidativního stresu a cytoskeletální regulací, což může ovlivnit mechanické vlastnosti imunitních buněk.

Nález zvýšených markerů zánětů, oxidativního stresu a mitochondriálních funkcí naznačují narušení energetického metabolismu a buněčného distresu ve stresové patologii. Záněty a oxidativní stres jsou známé faktory ovlivňující dynamiku cytoskeletonu a membránové fluidity. Například prozánětlivé cytokiny, včetně IL-6 a TNF- α , mohou ovlivnit cytoskeletální dynamiku podporou polymerizace aktinů a změnou mikrotubulární stability, což vede ke zvýšení tuhosti buněk. Navíc bylo prokázáno, že oxidativní stres mění cytoskeletální proteiny a membránové lipidy, což dále zhoršuje pružnost buněk. Kromě těchto biologických změn nejnovější důkazy zdůrazňují význam biofyzikálních vlastností biologických systémů jako potenciálního příspěvku k patopsychologii deprese.

Cytometrie deformovatelnosti, nový přístup ke studiu deprese, ukázala při studiu krve charakteristické změny. Mechanické vlastnosti buněk, jako je jejich tuhost a deformovatelnost, jsou ovlivněny jejich skrytými cytoskeletálními a membránovými změnami, které jsou způsobeny oxidativními změnami (tvorbou volných radikálů), složením lipidů a cytoskeletální dynamikou – faktory, které se při depresi mění. Obzvláště leukocyty vykazují během imunitní aktivace změny deformovatelnosti, což naznačuje, že jejich mechanické charakteristiky jsou ovlivněny systémovými změnami spojenými se stresem. Proto integrace biofyzikálních vlastností, včetně mechaniky imunitních buněk, do výzkumu deprese může překlenout mezery mezi disciplínami a zlepšit porozumění poruše.

Tato studie zkoumala fenotypizaci mononukleárních buněk periferní krve, získaných od osob s depresí nebo bez ní. Byla testována hypotéza, že u pacientů s depresí se vyskytuje vyšší tuhost buněk, která koreluje s intenzitou deprese a traumatické zátěže z nepříjemných zážitků z dětství.

Při studii byl použit mikroskop Zeiss s objektivem 10x pro přenos obrazu na senzor ODIN. Tento senzor může být použit jako vysokorychlostní kamera a je proto vhodný pro tyto typy experimentů. Podporuje funkci nazývanou „smart imaging“, která umožňuje ukládat pouze obrazy, při kterých se nějaký objekt pohybuje v zorném poli. Díky této funkci lze zaznamenat tisíce buněk protlačovaných kanálkem a deformovaných smyčkovými silami. Protože bylo potřeba měřit deformace jednotlivých buněk, byl vzorek vysoce zředěn, což vedlo k tomu, že bylo zaznamenáno z celkového množství pouze méně než 5 % snímků, ve kterých byly zachyceny buňky. Odstraněním prázdných snímků před uložením proudu obrazů bylo možné prodloužit mnohonásobně dobu měření a provést kvalitnější analýzu bez ztráty informace.

Kombinace vysoké citlivosti sensoru a pulzního světelného zdroje s vysokou intenzitou SOL, který je součástí platformy ODIN, umožňuje zaznamenávat obrazy s kvalitním kontrastem a minimálním rozmazáním pohybem, aby bylo možné analyzovat deformaci buněk s vysokou přesností.

ZÁVĚR

Tato studie ukázala, že mononukleární buňky periferní krve u pacientů s depresí vykazovaly vyšší buněčnou tuhost, což naznačuje, že změněné mechanické vlastnosti imunitních buněk by mohly být jedním z projevů poruchy. Zatímco týrání v mládí bylo spojeno s imunitní dysregulací, nebyl u deformovatelnosti mononukleárních buněk periferní krve zjištěna žádná souvislost, což ukazuje na to, že tyto mechanické změny jsou spojeny s depresí jako takovou.

Tato zjištění kontrastují s předchozími studiemi, které vykazovaly zvýšenou defor-

movatelnost u buněk plné krve, což ukazuje, že mechanické vlastnosti izolovaných imunitních buněk mohou odrážet různé biologické mechanismy.

Výsledky podporují hypotézu, že vnitrobuněčné poškození struktury, jako je cytoskeleton a buněčná membrána, může přispět ke zvýšení tuhosti imunitních buněk osob s depresí, potenciálně kvůli chronickému vystavení volným radikálům a oxidativnímu stresu. Funkčně může zvýšená tuhost imunitních buněk vysvětlit zhoršené hojení poranění a výraznější imunitní dysfunkce často zjištěné u osob s depresí. Kromě toho metodologické faktory, jako kryoprezervační efekty a přítomnost neživotaschopných buněk ve vzorku by měly být brány v úvahu při příštích studiích.

Porozumění vzájemnému působení mechaniky imunitních buněk, zánětů a deprese může otevřít cestu k novým terapeutickým strategiím cílícím na dysfunkce vázané na depresi.

Autoři: Lisa Kwapich, Tobias Neckernuss, Daniel Geiger, Jonas Pfeil, Kathrin Woike, Eun-Jin Sim, Markus Kiefer, Carlos Schönfeldt-Lecuona, Alexander Behnke, Marion Schneider, Othmar Marti, Iris-Tatjana Kolassa a Alexander Karabatsiakos.

Ing. Marek Černík
Uni-Export Instruments s.r.o.
www.uniexport.co.cz

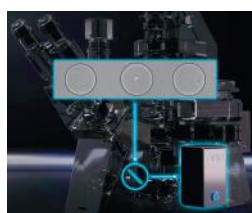


Chcete se o tématu dozvědět více?
Načtete si příložený QR kód.

----- INZERCE -----



Uni-Export Instruments, s.r.o.



ODIN

univerzální modulární systém pro mikrofluidní třídění částic

IACS eXplorer

kompaktní systém pro mikrofluidní třídění částic s analýzou obrazu a fluorescenčními kanály



DropletONE

základní kompaktní systém pro mikrofluidní třídění částic obrazovou analýzou

sensific.de

SENSIFIC

Šultysova 15, Praha 6, 169 00, tel.: 233 353 850, uniexport@uniexport.cz, www.uniexport.co.cz

CYTOQUBE: Vysokokapacitní 3D fluorescenční zobrazování a analýza nádorových sféroidů

NOVÁ ÉRA RYCHLOSTI A EFEKTIVITY V IN VITRO TESTOVÁNÍ LÉČIV

Tradiční metody vývoje léčiv se dlouhodobě opíraly o 2D buněčné kultury, které jsou však v porovnání s reálným biologickým prostředím omezené. 3D kultury, jako jsou sféroidy, sice nabízejí fyziologicky relevantnější modely, ale jejich masové nasazení brzdila nízká rychlost sběru dat. Skenování 96jamkové destičky se třemi fluorescenčními značkami pomocí konvenčních metod běžně přesahuje 60 minut. Systém CYTOQUBE® tento časový limit překonává kombinací unikátní optiky „light-sheet“ a inteligentního softwaru, čímž činí z 3D kultur reálný standard pro moderní výzkum léčiv.

TECHNOLOGIE LIGHT-SHEET: RYCHLOST A ŠETRNOST

Základem systému CYTOQUBE je mikroděstičkový cytometr využívající technologii světelného řezu (light-sheet). Na rozdíl od tradiční širokoúhlé fluorescence nebo bodového laserového skenování poskytuje tato technika rychlé a šetrné optické řezy vzorkem.

Díky tomu dochází k:

- **Minimalizaci fototoxicity a fotobleachingu:** Světelný řez prochází pouze sledovanou rovinou XZ, což chrání zbytek živého vzorku.
- **Dramatickému zrychlení akvizice:** Zatímco běžné konfokální systémy musí vzorek skenovat ve třech osách (X-Y-Z), CYTOQUBE provádí plynulý sken v jedné ose, během kterého kamera zachycuje XZ snímky všech buněk v jamce.

PLNĚ AUTOMATIZOVANÉ 3D ZOBRAZENÍ

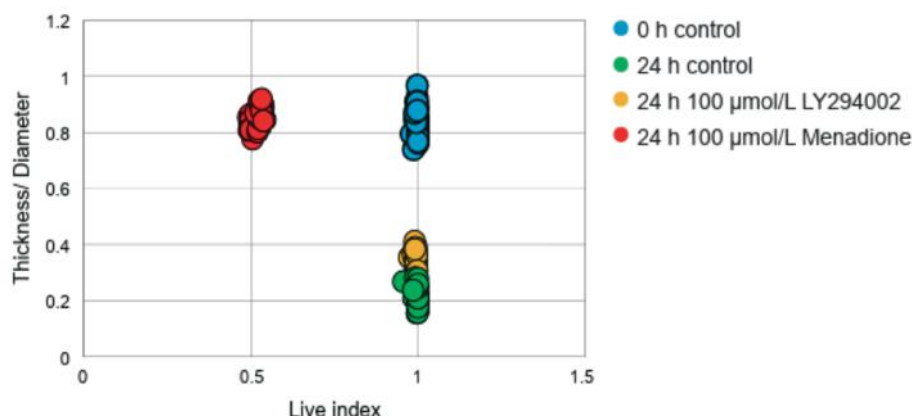
V systému CYTOQUBE vytváří optika světelný řez o šířce odpovídající jedné jamce 96jamkové destičky. Při pohybu destičky skenerem software automaticky integruje jednotlivé snímky do 3D tomografického obrazu celé jamky. Zařízení je navrženo pro práci s formáty mikroděstiček s 96, 384 i 1536 jamkami.

KVANTITATIVNÍ ANALÝZA MORFOLOGIE A VIABILITY

Klíčovým přínosem je schopnost systému provádět **paralelní zpracování skenu a analýzy**. To znamená, že kvantitativní výsledky morfologie a intenzity fluorescence jsou k dispozici současně s pořízením obrazu.

Mezi parametry, které systém automaticky vyhodnocuje u každého jednotlivého sféroidu, patří:

- **Rozpoznání buněk** v celém 3D objemu.



Viabilita buněk a morfologické změny ve sféroidech (souhrn ze 48 jamek)

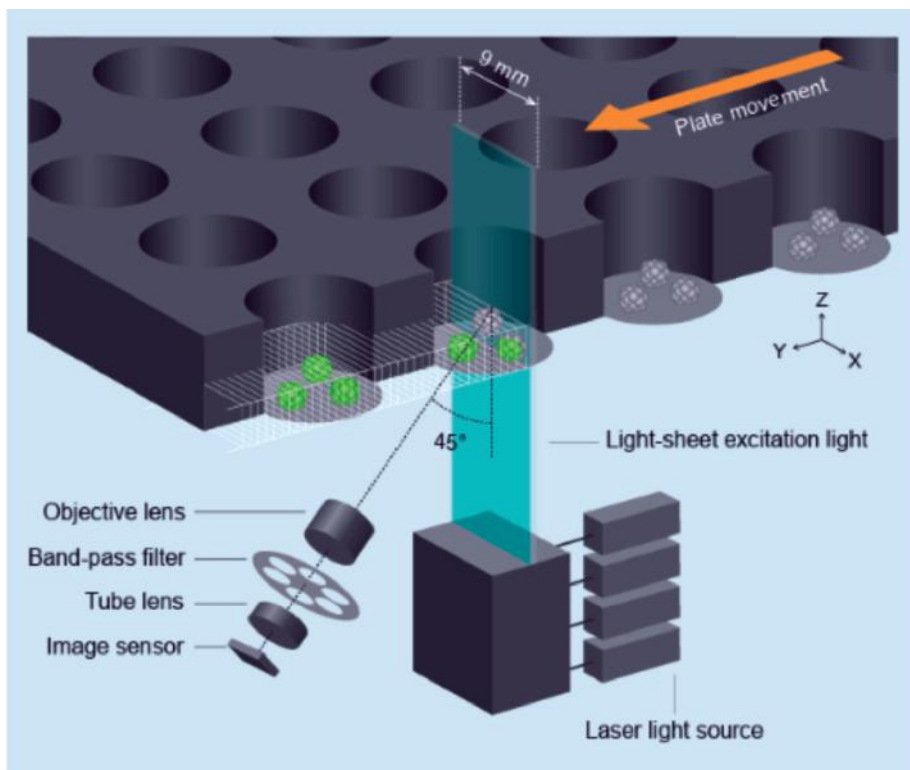
- **Jas fluorescence**, který slouží k určení viability a metabolického stavu.
- **Morfologické charakteristiky**, jako je tvar a velikost sféroidu.

EXPERIMENT: VLIV CYTOTOXICKÝCH LÁTEK

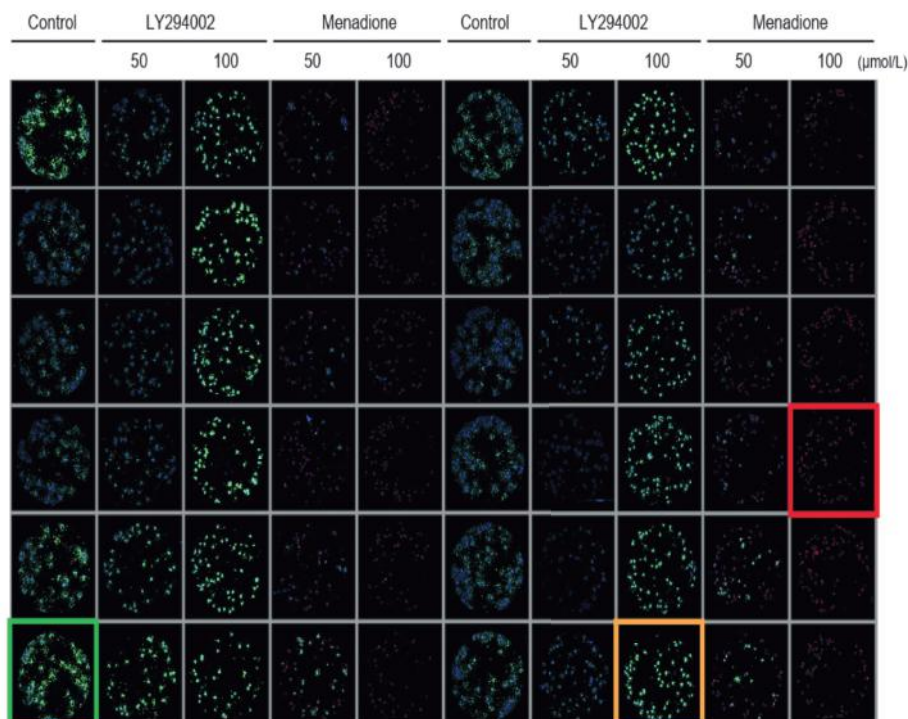
Schopnosti systému byly demonstrovány na experimentu s rakovinnými sféroidy kultivovanými v Matrigelu. Sféroidy byly vystaveny působení látek **LY294002** a **Menadione**.

Po 24hodinové inkubaci a následném obarvení fluorescenčními barvivami systém CYTOQUBE v reálném čase kvantifikoval dopady těchto látek na populaci buněk.

Měřicí workflow zahrnuje nastavení, samotný sken a následnou analýzu dat, která umožňuje rychlou extrakci tzv. „hit-well“ a generování grafických výstupů. Celý proces je optimalizován pro hloubku vzorku od 200 µm do 400 µm.



Ilustrace technologie light-sheet přístroje CYTOQUBE



Účinná látka je jen začátek

PROČ O VÝSLEDKU ROZHODUJE CELÁ FORMULACE?

Objevení biologicky nebo farmakologicky účinné látky je zásadním krokem, nikoli však koncem celého vývoje. Molekula, která vykazuje slibný účinek v laboratorním modelu, ještě sama o sobě nemusí být použitelným léčivým přípravkem.

Musí zůstat stabilní v čase, být zpracovatelná ve výrobě, kompatibilní s dalšími složkami i obalem a dostupná v místě účinku. U některých látek je nutné zabránit degradaci, u jiných zlepšit rozpustnost, řídit rychlost uvolňování nebo zajistit transport přes biologické bariéry.

Právě zde věda pokračuje dál. K poznání účinné látky se přidává fyzikální chemie formulace, studium materiálových vlastností, interakcí mezi jednotlivými složkami, stability, výrobní technologie i způsobu podání.

Výsledné léčivo proto není pouze účinná molekula uzavřená v obalu. Je to přesně navržený systém, ve kterém mají své místo pomocné látky, nosiče a další funkční složky formulace.

STEJNÁ LÁTKA, JINÝ PŘÍPRAVEK

Vitamin C může být součástí běžné tablety, přípravku s postupným uvolňováním nebo liposomální formulace. Účinnou látkou zůstává kyselina askorbová, jednotlivé přípravky jsou však navrženy odlišně.

U přípravku s postupným uvolňováním mohou deriváty celulózy vytvářet matici, která řídí rychlost uvolňování. V liposomální formulaci tvoří fosfolipidy nosičový systém, který může látku chránit a ovlivnit její transport a absorpci. Rozdíl tedy nevytváří jiná účinná látka, ale způsob, jakým je celý přípravek navržen [1].

Ještě názorněji lze význam celé formulace ukázat na kyselině hyaluronové. Dvě séra mohou deklarovat stejné procento této látky, a přesto se liší stabilitou, viskozitou, rozstíratelností i chováním na pokožce.

Nerozhoduje pouze koncentrace, ale také molekulová hmotnost a forma použitého polymeru. Výsledek současně ovlivňuje glycerol vázající vodu, karbomer vytvářející gelovou strukturu, pufr udržující vhodné pH i konzervační systém chránící vodný produkt před mikrobiální kontaminací. Samotné procento proto neříká, jaké budou výsledné vlastnosti formulace [2].

Vitamin C i kyselina hyaluronová ukazují stejný princip: hlavní složka může být na obalu nejviditelnější, ale stabilní a použitelný produkt vytváří až celá formulace.

POMOCNÁ LÁTKA, KTERÁ NENÍ JEN „DO POČTU“

Excipient je složka léčivého přípravku odlišná od účinné látky. Může držet tabletu pohromadě nebo jí pomoci rychle se rozpádnout, chránit účinnou látku před degra-

dací, upravovat pH, stabilizovat emulzi či řídit uvolňování. Některé excipienty mohou mít za určitých okolností známý účinek, a proto musí být odpovídajícím způsobem uvedeny v informacích o léčivém přípravku [3].

Víme tedy, co pomocné látky v přípravku dělají. Další otázka je však stejně důležitá: jak poznat, že konkrétní surovina bude svou funkci plnit spolehlivě a opakovaně?

KDYŽ STEJNÝ NÁZEV NESTAČÍ

Dvě suroviny mohou mít stejný chemický název a splňovat stejnou lékopisnou monografii, a přesto se ve výrobním procesu chovat odlišně. Rozhodovat může velikost částic, obsah vody, synost, viskozita, krystalická forma nebo způsob výroby.

Lékopisná shoda je nezbytný základ: potvrzuje definované požadavky na identitu, čistotu a další sledované parametry. Neříká však automaticky, že bude materiál technologicky zaměnitelný s jinou surovinou stejného názvu nebo že se bude v konkrétní formulaci chovat stejně.

Proto nestačí ptát se pouze, zda produkt obsahuje správnou látku v odpovídající čistotě. Stejně důležité je vědět, zda se bude dlouhodobě a reprodukovatelně chovat tak, jak daný proces vyžaduje.

POMOCNÁ LÁTKA MŮŽE BÝT ROZHODUJÍCÍ

Objevením účinné molekuly ale vývoj nekončí. Excipient obvykle není složkou, podle které léčivý přípravek dostává svůj název, může však spolurozhodovat o tom, zda jej bude možné vyrobit, skladovat, dávkovat a bezpečně použít.

Řada ROTI®Pharm Excipient značky Carl ROTH propojuje definovanou produktovou kvalitu, odpovídající dokumentaci a řízené procesy relevantní pro farmaceutické použití. P-LAB k tomu přidává lokální podporu a pomoc při hledání vhodného řešení pro konkrétní aplikaci.

KVALITA JE VLASTNOST CELÉHO SYSTÉMU

Farmaceutický zákazník však potřebuje znát také původ suroviny, podmínky výroby a přebalování, způsob řízení změn, dohledatelnost i skladování. Právě zde se chemická kvalita potkává s kvalitou celého dodavatelského systému.

EXCiPACT® je mezinárodní nezisková organizace spravující nezávislý certifikační systém třetí strany pro výrobce a distributory farmaceutických excipientů. Certifikace se zaměřuje na systém řízení kvality a na konkrétní činnosti uvedené v rozsahu certifikátů

Název produktu	Značka / Čistota	Balení
Kyselina octová	ROTI®Pharm Excipient 100 %, Ph. Eur.	1,5 a 25 l
Kyselina citronová	ROTI®Pharm Excipient ≥99,5 %, Ph. Eur., anhydrous	1,5 a 25 kg
Monohydrát kyseliny citronové	ROTI®Pharm Excipient ≥99,5 %, Ph. Eur.	1,5 a 25 kg
Etanol	ROTI®Pharm Excipient ≥99,5 %, Ph. Eur.	1,5 a 25 l
	ROTI®Pharm Excipient 96 %, Ph. Eur.	1,5 a 25 l
	ROTI®Pharm Excipient 70 %, DAB	1,5 a 25 l
Parafinový olej s vysokou viskozitou	ROTI®Pharm Excipient Ph. Eur.	1,5 a 25 l
Parafinový olej s nízkou viskozitou	ROTI®Pharm Excipient Ph. Eur.	1,5 a 25 l
Chlorid draselný	ROTI®Pharm Excipient ≥99 %, Ph. Eur., USP, BP	1,5 a 25 kg
Dihydrogenfosforečnan draselný	ROTI®Pharm Excipient ≥98 %, Ph. Eur., BP	1,5 a 25 kg
2-Propanol	ROTI®Pharm Excipient ≥99,5 %, Ph. Eur.	1,5 a 25 l
	ROTI®Pharm Excipient 70 %, USP	1,5 a 25 l
Trihydrát octanu sodného	ROTI®Pharm Excipient ≥99 %, Ph. Eur., USP	1,5 a 25 kg
TRIS	ROTI®Pharm Excipient ≥99 %, Ph. Eur., USP	1,5 a 25 kg
Voda	ROTI®Pharm Excipient Ph. Eur., USP	1,10 a 20 l

Pomocné látky pro farmacii – přehled

v návaznosti na požadavky správné výrobní a distribuční praxe pro excipienty [4].

Nejde tedy o razítko na každou jednotlivou chemickou látku. Pro zákazníka však certifikace představuje důležitý podklad při kvalifikaci dodavatele, hodnocení rizik a posuzování dodavatelského řetězce.

KDYŽ JE DOKUMENTACE SOUČÁSTÍ PRODUKTU

Hodnota farmaceutické suroviny nespočívá pouze v tom, co se nachází uvnitř balení, ale také v tom, co lze doložit o jejím původu, kvalitě a zpracování.

Společnost Carl ROTH nabízí řadu pomocných farmaceutických látek ROTI® Pharm Excipient, testovaných podle specifikace konkrétní položky v souladu s příslušným lékopisem. Carl ROTH je zároveň držitelem certifikace EXCiPACT® a pro tuto řadu poskytuje podklady potřebné pro kvalifikované posouzení suroviny [5].

Dokumentace může zahrnovat specifikaci, údaje o stabilitě a skladování, vzorové certifikáty analýzy, informace o výrobcích a výrobním procesu nebo prohlášení týkající se původu, TSE/BSE, elementárních nečistot, zbytkových rozpouštědel, alergenů a GMO. Podle podkladů Carl ROTH je k produktům této řady dostupná komplexní doku-

mentace v rozsahu přibližně 15 stran [6].

V běžné výzkumné laboratoři mohou být některé z těchto dokumentů nad rámec každodenní potřeby. V regulovaném prostředí však často rozhodují o tom, zda lze surovinu vůbec schválit a zavést do procesu.

OD PRODUKTU K ŘEŠENÍ

Produkty ROTI® Pharm Excipient jsou v České republice a na Slovensku dostupné prostřednictvím společnosti P-LAB. Lokální podpora přitom nemusí končit odesláním cenové nabídky: produktový tým může pomoci ověřit požadovanou lékopisnou kvalitu, dostupnou dokumentaci, velikost balení i další technické požadavky a v případě potřeby je komunikovat přímo s výrobcem.

Při poptávce proto pomáhá uvést nejen název látky a požadované množství, ale také plánovanou aplikaci, požadovaný lékopis, dokumentační požadavky a předpokládanou roční spotřebu. Čím přesněji je potřeba popsána, tím lépe lze posoudit, zda jde pouze o chemicky odpovídající látku, nebo skutečně vhodnou farmaceutickou surovinu.

LITERATURA

[1] Carr AC. Do Liposomal Vitamin C Formulations Have Improved Bioavailability? A Scoping Review

Identifying Future Research Directions. *Basic Clin Pharmacol Toxicol.* 2025;137(1):e70035. PMID: 40506693.

[2] Essendoubi M. et al. Human Skin Penetration of Hyaluronic Acid of Different Molecular Weights as Probed by Raman Spectroscopy. *Skin Research and Technology.* 2016;22(1):55–62. PMID: 25877232.

[3] European Medicines Agency. Excipients labelling. EMA.

[4] EXCiPACT. Certification Scheme for Pharmaceutical Excipient Suppliers. EXCiPACT.

[5] Carl ROTH. ROTI® Pharm Excipient – produktové informace a lékopisné specifikace. Carl ROTH.

[6] Carl ROTH. Přehledová dokumentace k pomocným farmaceutickým látkám podle EXCiPACT® (podklad dodaný společností P-LAB).

info@p-lab.cz
www.p-lab.cz



Chcete se o tématu dozvědět více?
Načtete si přiložený QR kód.

----- INZERCE -----

pragolab

HAMAMATSU
PHOTON IS OUR BUSINESS

CYTOQUBE™

Light-sheet mikrodestičkový cytometr

Revoluce ve 3D buněčném screeningu.

Vysoká rychlost a preciznost.

Technologie Zyncscan®

- Patentovaná synchronizace pohybu mikrodestičky a světelného řezu eliminuje artefakty skládání obrazu a zajišťuje dokonale plynulou 3D rekonstrukci.

High throughput

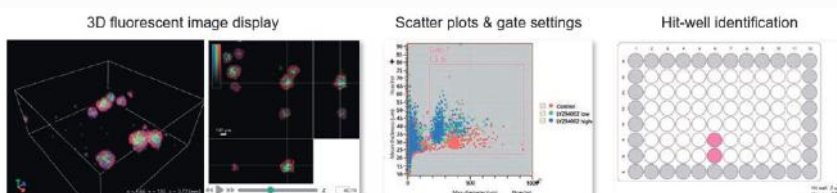
- Průlomová rychlost skenování standardní 96-jamkové mikrotitrační destičky ve 3 fluorescenčních kanálech za pouhých 10 minut.

Komplexní 3D analýza

- Systém je plně optimalizován pro sféroidy a organoidy, poskytuje detailní morfologická data z celého objemu jamky bez nutnosti náročného post-processingu.



www.pragolab.cz



Radleys Mya 4: Syntéza z více než týdne na tři hodiny

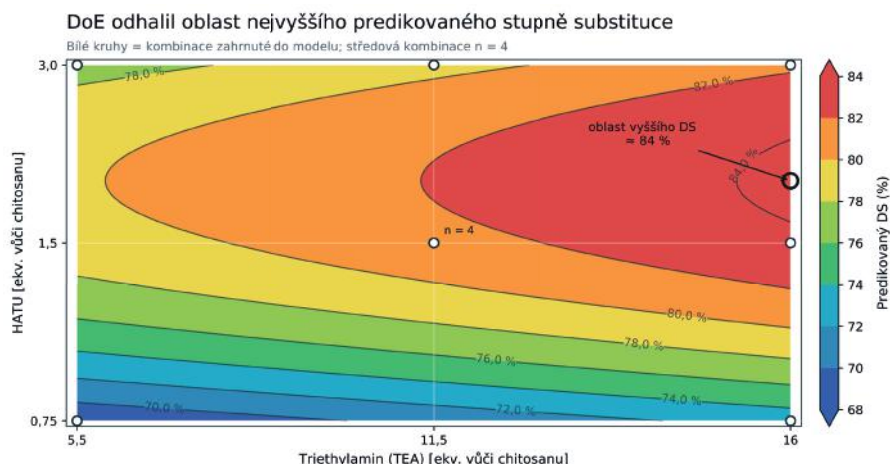
Výzkumný tým Farmaceutické fakulty Islandské univerzity používal reakční stanici Radleys Mya 4 během celého postupu – od rozpouštění chitosanu po hledání nejvhodnějších podmínek pomocí statistického plánování experimentů (Design of Experiments, DoE). Čtyři nezávisle řízené pozice umožňují vést několik reakcí souběžně a u každé přesně nastavit teplotu, míchání i dusíkovou atmosféru. Ve spojení s přímou N-acylací se tak chemická část přípravy zkrátila z více než týdne na tři hodiny.

OPTIMALIZACE PŘÍMÉ N-ACYLACE CHITOSANU POMOCÍ STATISTICKÉHO PLÁNOVÁNÍ EXPERIMENTŮ

Stupeň substituce (DS, z angl. degree of substitution) ovlivňuje rozpustnost, náboj i biologickou aktivitu funkcionalizovaných polymerů. Chitosan je biokompatibilní a biologicky odbouratelný polysacharid s přirozenou antimikrobiální aktivitou, ale při neutrálním a alkalickém pH se špatně rozpouští. Přesné nastavení DS je proto obtížné. V biomedicínských aplikacích přitom může DS ovlivnit zpracovatelnost materiálu i jeho interakce s mikroorganismy.

Výzkumný tým Farmaceutické fakulty Islandské univerzity se zaměřil na kationtový derivát N-(2-(N,N,N-trimetylammoniumyl)-acetyl)chitosan (TAC), známý také jako chitosan N-betainát. Dosavadní příprava vyžadovala ochranu hydroxylových skupin, tři meziproducty a více než týden práce. Nová studie proto ověřila přímé navázání betainu N-acylací pomocí kondenzačního činidla hexafluorofosfátu O-(7-azabenzotriazol-1-yl)-N,N,N'-tetrametyluronia (HATU).

Na stanici Mya 4 byl po dobu jedné hodiny rozpouštěn chitosan v dimethylsulfoxidu (DMSO) a kyselině metansulfonové při 60 °C. Následně byl přidán betain, HATU, 1-hydroxybenzotriazol (HOBt) a triethylamin (TEA) a směs byla po dobu dvou hodin ponechána reagovat v dusíkové atmosféře při teplotě 60 °C. Chemická část syntézy tak trvala tři hodiny; izolace produktu však dále vyžadovala iontovou výměnu, čtyřdenní dialýzu a lyofilizaci.



Na stanici Mya 4 se porovnávala rozpouštědla DMSO, N,N-dimetylformamid (DMF) a N-metyl-2-pyrrolidon (NMP); kondenzační činidla HATU a hexafluorofosfát O-(benzotriazol-1-yl)-N,N,N',N'-tetrametyluronia (HBTU); a báze TEA a N,N-diisopropyletylamin (DIPEA). Nejlépe se osvědčila kombinace DMSO, HATU a TEA. Dva úplné faktoriální plány po dvanácti experimentech ukázaly, že rozhodují dávky HATU a TEA; vliv HOBt statisticky významný nebyl.

Po přečištění stanovili výzkumníci DS produktů pomocí protonové nukleární magnetické rezonance (^1H NMR). DS byl hlavní sledovanou veličinou; výtěžek se kvůli malým rozdílům mezi pokusy do modelu nezahrnoval. Množství betainu umožnilo řídit výsledný DS: při 0,25 ekvivalentu dosahoval přibližně 30 %, při 0,50 ekvivalentu 60 % a při 0,75 ekvivalentu 90 %. Výtěžky se většinou pohybovaly mezi 60 a 90 %.

Regresní model sestavený z publikovaných údajů prvního DoE zachytil 88 % variability hodnot DS. Nejvyšší hodnoty DS model předpovídal při větším množství TEA a střední dávce HATU. Barevná mapa proto neukazuje obecně nejlepší reakční podmínky, ale pouze odhadovaný DS v rozsahu ověřeném experimenty.

Stejným postupem vznikly také smíšené deriváty s kyselinou 3-fenylpropano-

vou (PA), skořicovou (CA) nebo ferulovou (FA); zatím však nešlo o optimalizovanou metodu. Předběžné testy proti *Staphylococcus aureus* potvrdily antibakteriální aktivitu TAC; nejnižší zjištěná hodnota minimální inhibiční koncentrace (MIC) činila 64 $\mu\text{g/ml}$. Přínos studie nespočívá jen v rychlejší reakci. Výzkumníci provedli na Mya 4 sérii experimentů za přesně řízených podmínek, pomocí ^1H NMR stanovili DS a statisticky vyhodnotili vliv podmínek na výsledek. Pro farmaceutický a biotechnologický vývoj to znamená méně pokusů naslepo, rychlejší volbu podmínek a spolehlivější cestu k požadovanému derivátu.

Zastoupení laboratorní techniky Radleys pro český trh zajišťuje MERCI, s.r.o.

LITERATURA

Protti L. et al. HATU Coupling for Fast, Efficient, and Selective N-acylation of chitosan. *Carbohydrate Polymers* 380 (2026) 125012. doi: 10.1016/j.carbpol.2026.125012

www.mercishop.cz



Chcete se o tématu dozvědět více?
Načtěte si příložený QR kód.

chitosan-NH₂
volná aminoskupina

+

betain

$\square\text{N}(\text{CH}_3)_3\text{-CH}_2\text{-COO}\square$

HATU / HOBt, TEA

$\xrightarrow{60^\circ\text{C} \cdot \text{N}_2 \cdot 2\text{h}}$

TAC
chitosan-NH-CO-CH₂-
N(CH₃)₃
betain navázaný na chitosan

Ilustrační schéma; polymerní řetězec, aktivační meziproducty a vedlejší produkty nejsou zobrazeny.

Zrychlete svůj výzkum s flexibilní reakční stanicí RADLEYS MYA 4

Reaction Station
mya 4

- 4 nezávislé pracovní pozice
- Magnetické a hřídelové míchání
- Teplotní rozsah -30 až $+180$ °C
- Pracovní objem od 2 do 400 ml
- Programovatelné ovládání

Pro více informací navštivte

www.merci.cz



☎ +420 548 428 420
✉ merci@merci.cz



40 DENIOS
YEARS OF SAFETY

BEZPEČNOSTNÍ SPRCHY

**Spolehlivá řešení pro první pomoc při
zasažení nebezpečnou látkou**

- Rychlá a účinná dekontaminace pokožky i očí
- S vodní přípojkou nebo integrovanou nádrží
- Vysoká kvalita zpracování a soulad s bezpečnostními normami



[denios.cz/
konfigurovatelne-bezpecnostni-sprchy](https://denios.cz/konfigurovatelne-bezpecnostni-sprchy)

PRO BEZPEČNOU BUDOUCNOST.

Náš cíl již 40 let:
svět bez negativních dopadů na
lidské zdraví a životní prostředí.
www.denios.cz/40



Vyhodnocení biomedicínského povlaku pomocí měření kontaktního úhlu

Polymery nacházejí široké uplatnění v medicíně díky své nízké ceně, biologické a chemické stabilitě a dobré zpracovatelnosti. Volba polymerního materiálu je obvykle založena především na jeho mechanických vlastnostech, nikoli na chemickém složení povrchu. Právě chemické složení povrchu však významně ovlivňuje interakce materiálu s lidskou tkání.

Jednou z vlastností úzce souvisejících s interakcemi mezi materiálem a tkání je smáčivost povrchu. Hydrofobní charakter povrchu je spojován s nižší odolností povrchu vůči adsorpci proteinů, což může následně vést k aktivaci procesů vedoucích k trombóze a přispívat ke vzniku bakteriální infekce [1].

Omezení adsorpcí proteinů na povrchu (protein fouling) může zároveň vést ke snížení adheze bakteriálních i savčích buněk [2]. Hydrofilní charakter povrchu usnadňuje jeho smáčení vodou. To je důležité zejména u aplikací, jako jsou katétry, kde může vodní vrstva na povrchu působit jako lubrikant. Bohužel řada běžně používaných polymerů je hydrofobní, a je proto náchylná k nespecifické adsorpci proteinů.

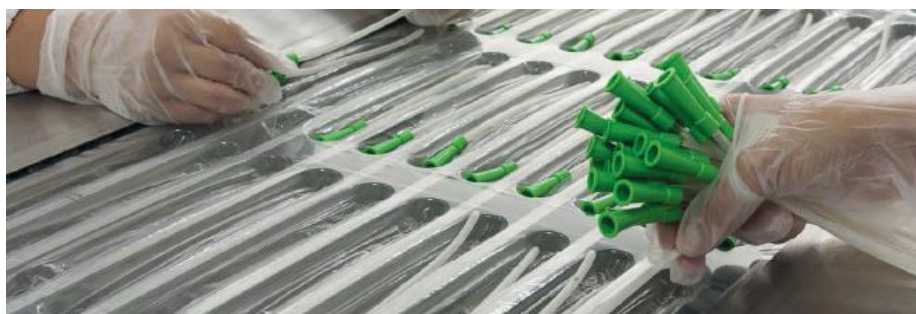
Jednou z běžných metod úpravy povrchu polymerů je aplikace hydrofilních povlaků. Mezi často používané materiály pro tyto povlaky patří poly(ethylen glykol) (PEG) a poly(ethylenoxid) (PEO) [1].

Hydrofilitu materiálu lze stanovit pomocí měření kontaktního úhlu vody (úhlu smáčení). Na povrch vzorku se obvykle nanese malá kapka vody o objemu několika mikrolitrů a kontaktní úhel se následně opticky stanoví. Jedná se o jednoduchou metodu, jejíž provedení od umístění vzorku až po získání výsledků trvá pouze několik minut.

PŘÍPADOVÁ STUDIE: HYDROGELOVÝ POVLAK PRO ZLEPŠENÍ HYDROFILITY A LUBRIKACE MOČOVÉHO KATÉTRU

Močové katétry lze za účelem odvodu moči z močového měchýře zavádět intermitentně, podle potřeby, případně je lze ponechat zavedené po dobu až tří měsíců. Zejména při intermitentním použití je důležité zajistit dostatečnou lubrikaci povrchu katétru, protože opakovaná katetrizace pomocí nedostatečně lubrikovaných katétrů může v důsledku vysokých třecích sil mezi povrchem biomateriálu a tkání vést ke krvácení z uretry, traumatu, bolesti a zánětu.

Jedním z důležitých požadavků kladejších na hydrofilní povlak je jeho schopnost zachovat si lubrikační vlastnosti po celou dobu katetrizačního zákroku, aby byl zajištěn hladký průnik močovými ces-



Močové katétry

tami. Kromě zlepšení lubrikačních vlastností může povlak vykazovat také antimikrobiální vlastnosti, a přispívat tak k prevenci infekcí močových cest, které jsou běžně spojovány s používáním katétrů.

Cílem studie bylo vyhodnotit hydrofilitu nově vyvinutého povlaku.

Hodnoceny byly vzorky polyvinylchloridu (PVC) opatřené hydrogelovým povlakem pomocí procesu máčení (dip coating) a následného vytvrzení UV zářením.

Měření byla provedena pomocí optického tenziometru Attension Theta.

Statické kontaktní úhly s vodou byly měřeny s použitím kapek o objemu 4 μ l. Měření byla provedena na nepotažených i potažených substrátech z PVC, předem hydratovaných po dobu 24 hodin v deionizované vodě (dH_2O).

Hodnoty jsou uvedeny jako průměr $\pm$ směrodatná odchylka z pěti měření provedených na deseti replikátech vzorků. Kontaktní úhly byly zaznamenány 1–1,5 s po umístění kapky na povrch.

VÝSLEDKY

Výrazně nižší kontaktní úhly naměřené u potažených povrchů potvrzují jejich vyšší hydrofilitu, přičemž deionizovaná voda povrch téměř úplně smáčí.

Rozdíl ve smáčivosti obou povrchů byl způsoben přítomností hydrofilních funkcí skupin ve složkách povlaku. Zvýšená

smáčivost a s ní související hydratace potaženého povrchu vedly rovněž k významně nižšímu třecímu odporu a menší bakteriální kolonizaci ve srovnání s nepotaženým PVC.

Tento efekt byl přisuzován hydratační vrstvě vytvořené na smáčivějším potaženém povrchu, která působí jako bariéra proti adhezi bakterií.

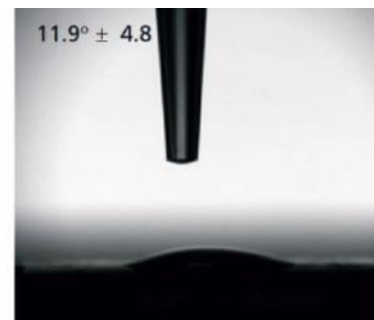
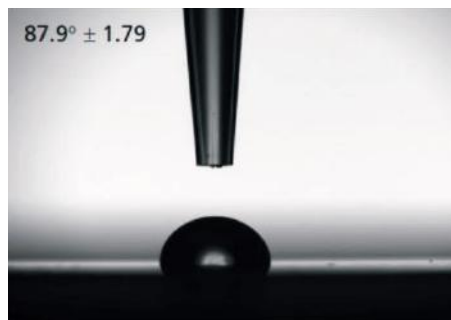
Další informace, včetně výsledků měření třecích sil, jsou uvedeny v plném znění studie [4].

LITERATURA

- [1] B.K.D. Ngo, and M.A. Grunlan, Protein resistant polymeric biomaterials, *ACS Macro Letters* 6 (2017) 992.
- [2] C. Magin, S. Cooper, and A. Brennan, Non-toxic antifouling strategies, *Materials Today* 13 (2010) 36.
- [3] D. Aygin and E. Usta, The effect of lubricants used in indwelling bladder catheterization through urethra on procedure-related pain: a literature review, *International Journal of Clinical and Experimental Medicine* 10 (2017) 1995.
- [4] N.J. Irwin, M.G. Bryant, C.P. McCoy, J.L. Trotter, and J. Turner, Multifunctional, low friction, antimicrobial approach for biomaterial surface enhancement, *ACS Applied Bio Materials* 3 (2020) 1385.

Podle materiálů firmy Biolin Scientific zpracoval Mgr. Bohuslav Zejda, CHROMSPEC s.r.o.

www.chromspec.cz



Snímky kapky vody na nepotaženém a potaženém PVC

Vědci z CEET a CATRIN vyvinuli chytrý materiál, který umožní účinnou recyklaci plastů i levnou výrobu léčiv

Dva v jednom. I tak lze nahlížet na nový materiál, který vyvinul mezinárodní tým vědců se zástupci Centra energetických a environmentálních technologií VŠB-Technické univerzity Ostrava (CEET) a CATRIN Univerzity Palackého. Univerzální pomocník založený na atomech železa a uhlíku dokáže nejen přeměnit odpadní plasty na užitečné produkty, ale také zlevnit výrobu důležitých chemikálií a léčiv. Odborníci objev nedávno publikovali v prestižním časopise *Nature Catalysis* a plánují přesun výroby do poloprovozního měřítka.

Vědci se rozhodli přispět k řešení jednoho z nepalčivějších problémů dneška, kterým je recyklace plastů. Zaměřili se na polystyren, jehož celosvětová výroba ročně přesahuje 20 milionů tun, ale recykluje se jen zanedbatelné množství produkce, přibližně jedno až tři procenta. Stávající metody recyklace jsou buď neúčinné, nebo složité a nešetrné k životnímu prostředí.

„Mechanická recyklace polystyrenu vede ke zhoršení kvality produktu a jeho omezenému využití. Pyrolýza je energeticky náročná, vyžaduje vysoké teploty a výsledná směs chemikálií se musí složitě čistit. Proto jsme vyvíjeli šetrnou nízkoteplotní technologii, která s pomocí kyslíku a amoniaku dovolí připravit benzonitril. Jde o velmi cennou chemikálii, jež slouží jako klíčový stavební blok pro výrobu léčiv, hnojiv a dalších průmyslových chemikálií,“ uvedl Radek Zbořil, jeden z hlavních autorů práce, který působí v CEET a CATRIN.

Přeměna polystyrenu, ale i dalších organických sloučenin na nitrily je ovšem velmi náročná, protože jejich chemické vazby jsou stabilní a těžko se štěpí. Klíčem k úspěchu tak bylo vyvinout účinný katalyzátor, který snižuje reakční teploty a zvyšuje výtěžek důležitého produktu. „Základem katalyzátoru jsou atomy železa rozptýlené v uhlíkovém nosiči a stabilizované atomy dusíku a boru. Takové chemické prostředí v okolí atomárního železa umožňuje a porézní struktura nosiče jsou zásadní pro dosažení nízkoteplotní a účinné přeměny polystyrenu. Materiál lze snadno vyrábět ve velkém a po dokončení chemického procesu ho lze recyklovat a opakovaně používat,“ vysvětlil Jagadeesh Rajenahally, další z korespondujících autorů, který působí v CEET a německém Leibnizově ústavu pro katalýzu v Rostocku.

Využití nového katalyzátoru nekončí u polystyrenu. Dokáže rovněž účinně přeměnit desítky organických sloučenin na



Obr: Vizualizace recyklace polystyrenu na nitrily

důležité nitrily, které se využívají v chemii a farmacii, například při výrobě antidepresiv nebo léků pro léčbu diabetu. Právě všestranné využití, jednoduchá výroba, nižší energetická náročnost a výrazné zlevnění řady chemických procesů slibují rychlé uplatnění materiálu v praxi. Vědci proto plánují přesun výroby do poloprovozního měřítka.

„Atomární katalyzátor je nesmírně univerzální. Úspěšně jsme ho použili při výrobě asi šedesáti chemikálií na bázi nitrilů, využívaných ve farmacii i průmyslové chemii. Pracujeme při výrazně nižších teplotách než stávající průmyslové výroby a díky usměr-

nění reakce produkujeme jen minimum odpadních produktů. V průtočném reaktoru jsme při přeměně polystyrenu prokázali stabilitu materiálu v řádu mnoha dní, což jsou velmi pozitivní výsledky pro přesun technologie do praxe,“ uzavřel Zbořil.

www.catrín.com



Chcete se o tématu dozvědět více?
Načtete si přiložený QR kód.

----- INZERCE -----

SPECORD PLUS

Osvědčená řada spektrofotometrů z Jeny



CHROMSPEC
SPOL. S R.O.

info@chromspec.cz
www.chromspec.cz

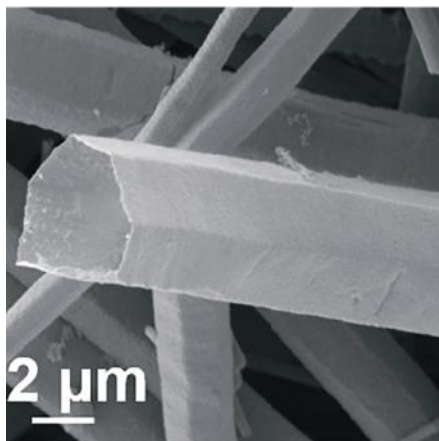
analytikjena
An Endress+Hauser Company

Mikroroboti z CEITEC VUT mohou urychlit výrobu piva i kontrolu kvality potravin

Vědci z CEITEC VUT vyvinuli mikroskopické roboty, kteří by v budoucnu mohli zrychlit výrobu piva i zjednodušit kontrolu kvality potravin. Magneticky ovládaní bioboti dokážou během kvašení aktivně promíchávat kapalinu, urychlovat fermentaci a po dokončení procesu se samy oddělit od výsledného produktu. Výsledky publikoval tým profesora Martina Pumery v časopise *ACS Nano*.

„Robota si dnes lidé často představí jako elektronické zařízení. Ve skutečnosti je to ale jakýkoliv systém, který dokáže autonomně vykonávat určitou činnost,“ vysvětluje Martin Pumera z CEITEC VUT.

Výzkumný tým vytvořil tzv. bioboty – biohybridní mikrorobotické kapsle obsahující pivovarské kvasinky a magnetické nanočástice. Když kvasinky při fermentaci produkují oxid uhličitý, bioboti se díky vznikajícím bublinkám samovolně pohybují nahoru a dolů v kapalině. Tím přirozeně promíchávají obsah nádoby a zefektivňují kvašení.



Mikroroboti $g-C_3N_4$ (ilustrační foto: Archiv Martina Pumery, CEITEC)

Oproti běžným statickým částicím tak dokážou urychlit chemické procesy důležité při výrobě potravin.

Významnou výhodou technologie je také snadné oddělení biobotů od hotového

nápoje. Díky obsaženým magnetickým částicím je lze po skončení fermentace řídit magnetickým polem a odstranit bez nutnosti další filtrace. Vědci navíc ukázali, že bioboty lze opakovaně použít v několika výrobních cyklech.

„Oproti běžným statickým částicím se mikroroboti aktivně pohybují v celém objemu kapaliny, takže dokážou pokrýt větší prostor a celý proces zefektivnit. Zároveň tak umožňují snadnější automatizaci výroby,“ doplňuje Martin Pumera. Tým nyní diskutuje možné využití technologie s velkým evropským pivovarem.

Martin Pumera, CEITEC VUT
Martin.Pumera@ceitec.vutbr.cz



Chcete se o tématu dozvědět více?
 Načtete si přiložený QR kód.

----- INZERCE -----

FARMACEUTICKÉ STANDARDY VYSOKÉ ČISTOTY

klivon
 SCIENTIFIC

Typy analyzovaných látek:



API

Aktivní složky léků



Nečistoty

Aktivní složky léků
 s nežádoucími účinky



Pomocné látky

Neúčinné složky léků

Kategorie:

Beyond

ICH Guidelines, GMP, pro výrobu AQ/QC
 Pro regulační procesy ve farmaceutickém průmyslu



Dynamic

Vývoj a validace analytických metod, CMC testy
 Stanovení obsahu, kvantitativní analýza



Elemental

Látky pro výzkum, referenční materiály, GLP
 Kvalitativní analýza



Zakázková výroba:



Syntéza látek na zakázku

Syntézy konkrétních molekul na přání - v požadovaném množství, čistotě a podle specifického zadání či metodiky



analytika

Výhradní distributor pro Česko a Slovensko

www.analytika.net

sales@analytika.net

www.klivon.com

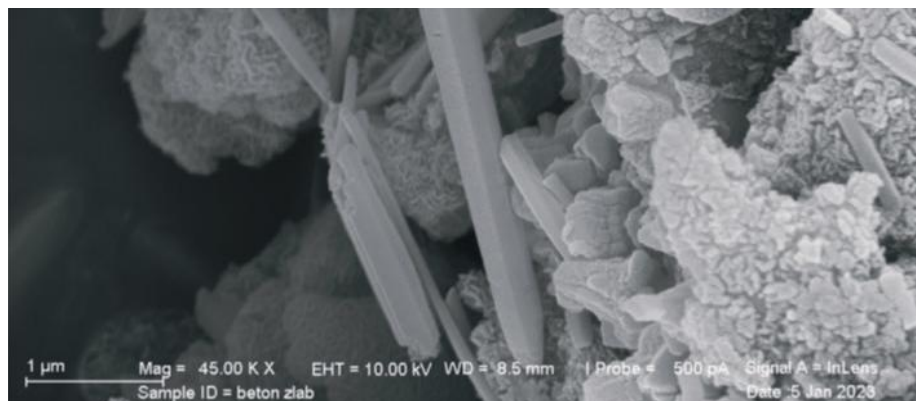
Biotechnologie otevírá nové možnosti recyklace betonu. Vědci z Fakulty stavební ČVUT a VŠCHT zpevňují betonový prach pomocí bakterií

Jak využít nejjemnější část betonového odpadu, pro kterou dnes recyklace jen obtížně hledá uplatnění a která často končí na skládkách? Vědci Fakulty stavební ČVUT v Praze a Fakulty potravinářské a biochemické technologie VŠCHT Praha v rámci výzkumného projektu prokázali, že tento betonový prach lze pomocí bakteriálně řízených procesů spojit do soudržného materiálu – a to bez použití cementu. Výzkum přitom přinesl nečekané zjištění: účinnější než původně testované ureolytické bakterie byly bakterie využívající jiný mechanismus biomineralizace, při kterém nevzniká jako vedlejší produkt amoniak. Projekt ohodnotila Grantová agentura ČR jako vynikající a na dosažené výsledky nyní navazuje další základní výzkum.

Nejjemnější betonový prach tvoří přibližně pětinu recyklovaného materiálu. Kvůli jeho vlastnostem ho nelze ve větším množství vracet do nových cementových směsí, většinou končí jako odpad nebo nekvalitní zásyp a představuje tak dlouhodobý problém. Cílem společného výzkumu odborníků z Fakulty stavební ČVUT a VŠCHT s názvem „Mikrobiologicky indukované srážení kalcitu při recyklaci betonu pro produkci materiálů se zápornou uhlíkovou stopou“ proto bylo ověřit, zda lze betonový prach biologickou cestou zpevnit a vytvořit z něj materiál s potenciálem pro další využití ve stavebnictví.

„Je známé, že bakterie dokážou vytvářet minerální krystaly, které fungují jako přírodní „lepidlo“. Ve světě se používají na zpevňování zemin a písků, na opravy kamene nebo na samohojivý beton. Avšak aplikace na nejjemnější odpadní frakci betonu v literatuře popsána nebyla, šlo o naprosto nezmapovaný terén,“ vysvětluje unikátnost svého výzkumu doc. Václav Nežerka, hlavní řešitel projektu z Katedry fyziky Fakulty stavební ČVUT. Jak dále popisuje, cílem výzkumného týmu nebylo vytvořit nový stavební materiál za každou cenu, ale zjistit, zda lze biologickými procesy využít nejproblematictější část recyklovaného betonu, která dnes prakticky využití nemá.

„Právě tento projekt ukazuje, jak důležitý je základní výzkum a interdisciplinární spolupráce. Spojení stavebního inženýrství, fyziky, mikrobiologie a biochemie



Pohled elektronovým mikroskopem (zvětšeno 45 000×) na jehlicovité a hroznovité krystalky uhličitanu vápenatého, které spojují jednotlivá zrnka. Celý výřez je široký jen asi šest tisícín milimetrů.

nám umožňuje hledat řešení tam, kde by jednotlivé obory samostatně narážely na své hranice. Ne každý výzkum musí přímo směřovat ke konkrétnímu produktu – jeho smyslem je také překračovat hranice zavedených postupů, ověřovat nové principy a hledat odpovědi na otázky, které zatím zůstávají otevřené. A právě z takových objevů mohou vyrůst technologie budoucnosti,“ říká prof. Petr Konvalinka, děkan Fakulty stavební ČVUT v Praze.

Odborníci z Fakulty potravinářské a biochemické technologie VŠCHT Praha pod vedením doc. Hany Stiborové v projektu zajišťovali především kultivaci bakterií a přípravu samotných kompozitních vzorků. Fakulta stavební ČVUT v Praze naopak zkoumala dodané kompozity a jejich vlastnosti, a to před působením bakterií i po něm. Oba týmy si průběžně předávaly vzorky i výsledky.

Při výzkumu vědci původně plánovali soustředit se na běžně využívané ureolytické bakterie, zejména na bakterii *Sporosarcina pasteurii*, která podporuje vznik uhličitanu vápenatého rozkladem močoviny. Nicméně poté otestovali také bakterie využívající enzym karbonátanhydrasu a k jejich překvapení se tento přístup ukázal nejen jako šetrnější k životnímu prostředí, protože nevzniká amoniak, ale také účinnější při zpevňování materiálu.

„Výzkum přinesl několik významných zjištění. Potvrdilo se, že z jemného betonového odpadu lze skutečně vytvořit soudržný materiál. Zjistili jsme, že při zpevňování materiálu nehrají roli pouze očekávané krystaly uhličitanu vápenatého, ale také Aft fáze, mezi něž patří ettringit

a thaumasit. Právě jejich vznik v materiálu obsahujícím sádrovec významně souvisel se zvýšením jeho soudržnosti. Tento objev tak patří k nejvýznamnějším výsledkům projektu,“ uvádí doc. Václav Nežerka.

Ačkoliv je technologie zatím ve fázi základního výzkumu a výsledný materiál zatím nedosahuje pevnosti běžných stavebních výrobků, mohl by v budoucnu najít uplatnění například jako výplňový materiál nebo při výrobě zahradních a krajinářských prvků. Jeho hlavní přínos spočívá v možnosti využít odpadní materiál, který dnes zůstává prakticky bez využití, a současně omezit spotřebu přírodních surovin i potřebu cementu, jehož výroba patří mezi významné zdroje emisí oxidu uhličitého.

Projekt 22-02702S „Mikrobiologicky indukované srážení kalcitu při recyklaci betonu pro produkci materiálů se zápornou uhlíkovou stopou“, podpořený Grantovou agenturou ČR, byl ukončen v roce 2024 a získal prestižní hodnocení vynikající. Výzkum bude pokračovat navazujícím projektem, který se zaměří na další zvyšování mechanických vlastností materiálu, optimalizaci biologického procesu i hodnocení jeho environmentálních přínosů.

Mgr. Lidmila Kábrtová
lidmila.kabrtova@fsv.cvut.cz
www.cvut.cz



Chcete se o tématu dozvědět více?
Načtěte si přiložený QR kód.



Vědci chtějí zužitkovat použité kapalné hnojivo z odpadů vznikajících při pěstování konopí setého

Zájemci z řad veřejnosti, zejména členové Územního sdružení Českého svazu zahrádkářů v Olomouci, se zapojí do experimentu, který pořádají výzkumníci z CATRIN Univerzity Palackého v rámci projektu INTERMAT. V pátek zavítali do vědeckého centra, aby se seznámili s projektem i jeho výzkumnými tématy a dohodli se na spolupráci.

Úkolem jednoho z výzkumných týmů projektu, na němž Univerzita Palackého spolupracuje AGRO Haná a.s. a Geschur Medical s.r.o., a dalšími firmami z regionu působícími v oblastech inovativní rostlinné produkce, biotechnologie a biomedicíny, je valorizace odpadů vznikajících při pěstování konopí setého. Aby neskončil bez užitku v kanalizaci, výzkumníci tento kapalný odpad v pěstírně několik měsíců sbírali, provedli jeho chemickou a mikrobiologickou analýzu a upravili jej tak, aby jej bylo možné použít pro výživu okrasných rostlin. Zda a jak účinkuje, si budou moci doma na svých zahrádkách vyzkoušet zájemci, kteří se do spolupráce zapojili.

„Cílem bude zjistit, zda je účinnost hnojiva srovnatelná s komerčními přípravky, které zahrádkáři běžně používají a jestli se projeví inhibiční účinky fenolických látek uvolněných do hnojiva rostlinami konopí.

Sběr dat prostřednictvím fotodokumentace bude probíhat po celou vegetační sezonu. Výsledky společně vyhodnotíme v závěru roku,“ uvedl Petr Tarkowski z CATRIN, který dnes zahrádkáře seznámil s výzkumem konopí v CATRIN i cíli projektu INTERMAT. Hosté si prohlédli i v tuzemsku ojedinělé fenotypizační linky pro výzkum rostlin a kromě projektu INTERVIR je odborník na fenotypizaci rostlin Lukáš Spichal seznámil například i s projektem PATAFEST, na němž olomoučtí vědci spolupracují se zahraničními kolegy s cílem ochránit evropskou produkci brambor před některými chorobami, zejména hmyzem přenášenou nemocí „zebra chip“, která již devastuje úrodu zejména v Jižní Americe.

„Bylo to moc zajímavé, co jsme zde slyšeli, a moc mě to zaujalo. Při pěstování jsou sice postupy, které fungují a využívají se dlouho, ale věda jde kupředu a člověk by měl zkoušet i nové věci. To, že si hnojivo budeme moci vyzkoušet sami u sebe na zahrádce, považuji za přínos,“ uvedl předseda Územního sdružení Českého svazu zahrádkářů v Olomouci Rudolf Dvořák.

Obdobný názor sdílí i jeho kolegyně Ludmila Směšná. „Na zahrádce ráda experimentuju. Bez toho by to byla nuda,“ doplnila.

Výzkumníci už nyní spřádají plány na

další příští rok. Soustředí se na možné použití hnojiva adsorbovaného na pevném nosiči a jeho užití i při pěstování zeleniny. Tomu však budou předcházet další analýzy. Cílem projektu INTERMAT je přispět k efektivnějšímu pěstování plodin ve sklenících a hydroponických systémech, zlepšení jejich odolnosti či zvýšení konkurenceschopnosti firem v regionu má přispět projekt INTERMAT. Díky podpoře 63,7 milionů korun z operačního programu Jan Amos Komenský ve výzvě Mezisektorová spolupráce pro ITI se výzkumníci zaměřují například na přípravu a testování nových nanomateriálů pro monitorování rostlin nebo na vývoj nových růstových regulátorů, které budou šetrnější k životnímu prostředí. Projekt je mimo jiné zařazen v databázi CitiZen Science.

CATRIN Univerzity Palackého
www.catrin.com



Chcete se o tématu dozvědět více?
Načtete si přiložený QR kód.

Nová technologie z ÚOCHB inovuje vývoj aptamerů, syntetických alternativ protilátek

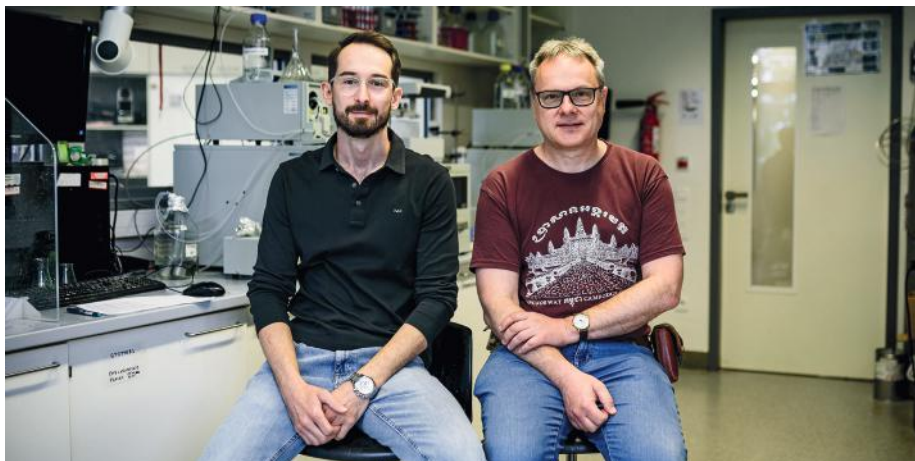
Vědci z Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR (ÚOCHB) vyvinuli průlomovou technologii pro efektivní vývoj aptamerů. Nová metoda propojuje několik biochemických a bioinformatických kroků a otevírá cestu k novým diagnostickým a terapeutickým aplikacím. Mezi ně patří například nositelné senzory schopné v reálném čase sledovat hladiny vybraných biomarkerů v těle a včas upozornit na blížící se zdravotní komplikace. Výsledky zveřejnil časopis *Nature Communications*.

Aptamery jsou krátké řetězce DNA nebo RNA, které dokážou velmi přesně rozpoznat a navázat konkrétní cílovou molekulu. Podobně jako protilátky je lze využít k detekci nebo ovlivnění funkce těchto molekul. Na rozdíl od protilátek jsou však mnohem stabilnější, lze je vyrábět synteticky a přesně chemicky upravovat podle požadovaných vlastností. Díky tomu mohou získat vlastnosti, kterých nelze u protilátek dosáhnout.

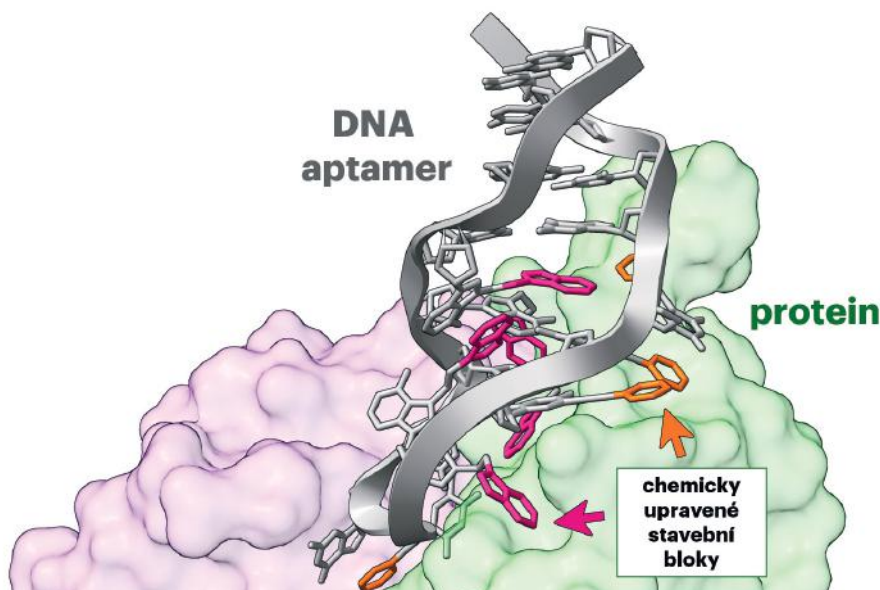
S rostoucí poptávkou po přesných a rychlých diagnostických nástrojích jsou aptamery v mnoha případech vhodnější než samotné protilátky. Jejich vývojový proces je však experimentálně a časově náročný a vyžaduje experty z několika vědních oborů. Tým vědců z ÚOCHB vedený dr. Markem Ondrušem a prof. Michalem Hockem nyní vyvinul technologii, která celý vývojový proces výrazně zkracuje.

„Vývoj aptameru často připomíná hledání jehly v kupce sena. Ve směsi bilionů různých DNA sekvencí se snažíme najít jedinou, která se silně a specificky váže na cílovou molekulu. Náš nový přístup umožňuje nejdříve nalézt „aptamerové rodiny“ – stovky sekvencí s jistou podobností a následně identifikovat člena rodiny, který vykazuje nejlepší experimentální vlastnosti. Tento prvek přispívá ke zkrácení vývoje z několika měsíců na dny,“ říká Marek Ondruš.

Výzkumníci zároveň rozšířili možnosti využití aptamerů. Jejich stavební bloky totiž chemicky upravují – připojují k nim nové funkční skupiny, které můžeme přirozeně najít například v aminokyselinách. Takto vzniklé molekuly kombinují výhody DNA i protilátek: pořadí jednotlivých stavebních bloků je dané pořadím písmen v DNA a díky rozmanitosti připojených chemických modifikací se výrazně rozšiřují možnosti aptameru rozpoznávat biologicky významné cíle a napodobovat interakce typické pro proteiny, které jsou základem mnoha biologických procesů.



Dr. Marek Ondruš, první autor studie a prof. Michal Hock, vedoucí vědecké skupiny Bioorganická a medicínská chemie nukleových kyselin, ÚOCHB AV ČR



Chemicky upravený DNA aptamer navázaný na cílový protein

Potenciál nové metody ukázali vědci na lidském inzulinovém receptoru, klíčovém proteinu zapojeném do regulace hladiny cukru v krvi. Vyvinuli aptamer, který se na receptor specificky váže, a pomocí kryoelektronové mikroskopie detailně popsali molekulární mechanismus vzájemné vazby. „Ukázali jsme, že chemicky zavedené funkční skupiny mají zásadní význam nejen pro rozpoznání a vytvoření komplexu aptameru s proteinem, ale také pro stabilizaci samotné struktury DNA aptameru. Naše výsledky poskytují nový pohled na to, jak lze pomocí chemicky upravených nukleových kyselin napodobovat vlastnosti proteinů,“ shrnuje Marek Ondruš.

Technologie by v budoucnu mohla doplnit nebo v některých aplikacích dokonce

nahradit diagnostické nástroje založené na protilátkách. Výzkumníci spolupracují na dalším rozvoji technologie se společností IOCB Tech, která pomáhá přetavit objevy z ÚOCHB do praxe.

Ústavu organické chemie a biochemie
Akademie věd ČR
www.uochb.cz



Chcete se o tématu dozvědět více?
Načtete si přiložený QR kód.

Jak lidské tělo zpracovává léky?

Nová metoda vědců z Akademie věd může nabídnout dostupnější odpověď

Malý přístroj, kapka vzorku a levná elektroda místo velkých laboratorních zařízení za miliony. Tým z Heyrovského ústavu AV ČR vyvíjí postup, který může rozšířit možnosti dostupných elektrochemických analyzátorů. V nové studii prokázal, že s jejich pomocí lze zjišťovat množství antidepresiva Trazodonu v moči. Takové měření by v budoucnu mohlo pomoci lépe sledovat, jak konkrétní pacienti a pacientky léčivo metabolizují. Výzkum byl zveřejněn v časopisu *Talanta*.

Když dva lidé užívají stejný lék, nemusí s ním jejich tělo nakládat stejně. U jednoho se látka vstřebává a vylučuje rychleji, u druhého pomaleji. Právě proto je důležité sledovat, kolik léčiva se v organismu nachází. Může to napovědět, zda pacient či pacientka lék správně vstřebává a zda by nebylo vhodné upravit dávkování.



Duté vlákno s kapalnou extrakční membránou připravené k separaci léčiv z moči, foto: Heyrovského ústav AV ČR

LEVNÉ PŘÍSTROJE, SLOŽITÉ VZORKY

Elektrochemické analyzátoři dnes mohou být malé, přenosné a relativně levné. Samotné měření může být rychlé: na čipovou elektrodu se nanese malé množství vzorku a přístroj vyhodnotí signál sledované látky.

Problém je v tom, že biologické vzorky, jako je moč nebo krev, obsahují mnoho dalších látek, které měření ruší. Přístroj tak sice umí měřit citlivě, ale ve složité směsi se může snadno „ztratit v šumu“.

„Naším cílem je rozšířit možnosti elektrochemických analyzátorů tak, aby se daly používat i u složitějších vzorků. Chceme zachovat jednoduchost a nízkou cenu měření, ale zároveň dodat krok, který vzorek před samotnou analýzou vyčistí a zkon-



Oleksandra Labzová a Vojtěch Hrdlička, foto: ÚFCH JH AV ČR

centruje,“ vysvětluje Vojtěch Hrdlička z Heyrovského ústavu AV ČR.

VLÁKNO, KTERÉ POMÁHÁ NAJÍT HLEDANOU LÁTKU

Klíčovou roli v metodě hraje takzvaná mikroextrakce do dutého vlákna. Zjednodušeně řečeno jde o tenkou trubičku, jejíž stěna funguje jako malá membrána. Pomůže oddělit hledané léčivo od látek, které by měření rušily, a zároveň ho nasbírat do menšího objemu. Výsledný signál je pak lépe měřitelný.

Vědci metodu otestovali na lidské moči, do které přidali známé množství Trazodonu. Výsledky ukázaly, že kombinace čipového elektrochemického senzoru a mikroextrakce dokáže léčivo spolehlivě stanovit i ve velmi nízkých koncentracích.

VYUŽITÍ NEMUSÍ SKONČIT U MEDICÍNY

Jedná se o důležitý krok k jednodušším analytickým nástrojům. Podobný přístup by v budoucnu mohl pomoci při sledování dalších léčiv v biologických vzorcích. Technologie může mít potenciál také v ochraně životního prostředí. Protože mikroextrakce dokáže sledovanou látku zkoncentrovat, mohla by pomoci zachytit velmi nízké

a zhuštěné množství znečišťujících látek ve vodě — například v řekách, rybnících nebo odpadních vodách.

„Klinické využití je atraktivní, ale cesta do praxe je dlouhá. Vedle toho vidíme velký potenciál i v analýzách životního prostředí, kde by podobný princip mohl umožnit rychlejší terénní měření,“ říká Vojtěch Hrdlička.

PROJEKT ZÍSKAL PODPORU Z OP JAK

Na výzkumu se z Heyrovského ústavu AV ČR podíleli Vojtěch Hrdlička, Oleksandra Labzová a Tomáš Navrátil. Uskutečnil se ve spolupráci s týmem Renáty Šeleškové z Univerzity Pardubice.

Mgr. Vojtěch Hrdlička, Ph.D.
Heyrovského ústav AV ČR
vojtech.hrdlicka@jh-inst.cas.cz
www.heu.cas.cz



Chcete se o tématu dozvědět více?
Načtete si příložený QR kód.



Schéma analýzy léčiva Trazodon v moči, foto: ÚFCH JH AV ČR

Ochranné boxy - biohazard a laminární boxy, izolátory, PCR boxy, digestoře

Biohazard boxy

HERASAFE 2025, HERASAFE 2030i

biohazard boxy tř. II dle ČSN EN12469,
ochrana produktu i obsluhy,
pro nejnáročnější aplikace i rutinní použití



Biohazard boxy

SAFEMATE Q

biohazard boxy tř. II dle ČSN EN12469,
ochrana produktu i obsluhy,
unikátní systém peroxidové dekontaminace



NOVINKA

Izolátory ISOMATE

izolátorové boxy
podtlakové i přetlakové,
dva nebo čtyři rukávy,
VHP integrace

TECNILABO
TECHNIPLAST GROUP



Měření a analýza

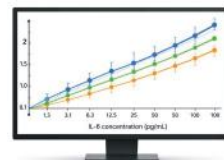
Spektrofotometr MULTISKAN EASE

univerzální mikrodestičkový UV-VIS
spektrofotometr (400-760nm)
s třepáním a inkubací
měření v 96 a 384 jamkových destičkách



ThermoFisher
SCIENTIFIC

NOVINKA



Myčky, dekontaminace, sterilizace

Dekontaminační peroxidové VHP systémy BIOQUELL

autonomní generátory
i zařízení pro vestavby, prostory, laminární
boxy, lyofilizátory a laboratorní zařízení



Dekontaminační aerosolové systémy PHILEAS

přenosné i velké mobilní verze
pro laboratorní přístroje,
laminární boxy, izolátory
i prostory do 1000 m³



Myčky GETINGE LANCER

laboratorní myčky až 350 l,
rutinní i GMP verze,
vestavné i samostatně stojící



poradenství, prodej, servis, metrologie

...dodáním přístroje naše péče nekončí

akreditovaná zkušební
laboratoř TRIGON PLUS

akreditovaná kalibrační
laboratoř TRIGON PLUS

autorizovaný servis
validace - prevence

www.trigonplus.cz



Toxikolog Dr. Georg Aichinger, ETH Zürich: Jak rizikové jsou doplňky stravy?

Přibližně každý třetí člověk ve Švýcarsku doplňuje svůj jídelníček vitaminy, minerálními látkami nebo bylinnými přípravky. Toxikolog Georg Aichinger ze švýcarského Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH) se však k tomuto trendu staví skepticky a varuje zejména před novými produkty, které slibují výrazné účinky.

Mnoho lidí si neuvědomuje, že doplňky stravy nejsou léčiva, ale potraviny. Před uvedením na trh nemusí být jejich bezpečnost ani účinnost vědecky prokázána a na rozdíl od léčiv nepodléhají schvalovacímu řízení. U mnoha výrobků dokonce ani nevíme, zda skutečně fungují a zda jejich případný přínos převažuje nad riziky a nežádoucími účinky.

Obzvláště znepokojivé jsou produkty, které slibují konkrétní účinek. Jedním z příkladů je látka 5-HTP, propagovaná jako prostředek pro zlepšení nálady. Ovlivňuje nervovou soustavu tím, že zvyšuje hladinu neurotransmiterů. Za běžných okolností by člověk neužíval psychiatrické léčivo bez lékařského dohledu – právě to však lidé s touto látkou dělají. Je u ní známo riziko psychických nežádoucích účinků a interakcí s jinými léčivy. V nejhorším případě může dokonce zhoršit již existující potíže.

Podobná rizika spatřují také u přípravků, které údajně zvyšují výkonnost nebo sexuální potenci. Některé rostlinné produkty obsahující například černý zázvor nebo tai ginseng inhibují jaterní enzymy odpovědné za metabolismus léčiv. Pokud je tento metabolismus zpomalen, hladina léčiva v krvi se zvýší, přestože člověk užívá pouze běžnou dávku. Tímto způsobem mohou mít náhle toxický účinek i zdánlivě neškodná léčiva, jako je paracetamol.

Dalším příkladem je tongkat ali, který má údajně stimulat tvorbu testosteronu. Evropský úřad pro bezpečnost potravin

(EFSA) v tomto případě vyjádřil obavy o bezpečnost, protože některé jeho složky mohou poškozovat DNA a při dlouhodobém užívání by mohly podporovat vznik nádorových onemocnění.

V souvislosti s rostlinnými extrakty se často setkávám s jedním rozšířeným omylem. Mnoho lidí se domnívá, že „přírodní“ automaticky znamená méně škodlivé než „syntetické“. To však jednoduše není pravda. Také rostlinné látky mají účinky, a tedy i určitá rizika.

Tyto účinky jsou ještě zesíleny u extraktů, při jejichž výrobě se z velkého množství rostlinného materiálu získává koncentrovaná účinná látka. Nekonzcentrují se však pouze žádoucí složky, ale také látky škodlivé. Významným problémem jsou v této souvislosti například těžké kovy. Do rostlin se mohou dostat z kontaminované půdy a následně se dále koncentrovat v extraktu.

Například u ashwagandhy, extraktů ze zeleného čaje nebo kurkumy existují indície, že kontaminace škodlivými látkami mohla u spotřebitelů způsobit zánět nebo poškození jater.

Lidé se mě často ptají také na přípravky s melatoninem, které slibují zlepšení spánku a lze je zakoupit na internetu. Je však důležité si uvědomit, že melatonin není doplněk stravy, ale léčivá látka. O jeho účinnosti a rizicích jsou k dispozici vědecké údaje a existují dobré důvody, proč je ve Švýcarsku melatonin dostupný pouze na lékařský předpis.

Ne všechny doplňky stravy jsou však problematické. Vitaminy jsou pro naše tělo nezbytné, ale lidé, kteří se stravují vyváženě, obvykle jejich nedostatkem netrpí, a proto je ani nepotřebují dodatečně užívat. Pokud je překročeno potřebné množství vitaminů rozpustných ve vodě, jejich přebytek se jednoduše vyloučí z těla. To je zpravidla neškodné, ale užívání těchto vitaminů je pak často také bezúčelné.

Současně existují situace, kdy je užívání doplňků s určitými živinami rozumné nebo nezbytné. Vegani by měli užívat vitamin B12, zatímco vitamin D může být vhodný pro osoby, které jsou málo vystaveny slunečnímu záření. U kojenců je jeho podávání často doporučováno také lékaři. Během těhotenství jsou mimořádně důležité zejména kyselina listová a jód.

Můj závěr je následující: doplněk stravy buď funguje, a potom má také nežádoucí účinky a potenciální rizika, která by měli posoudit odborníci, nebo nefunguje. V takovém případě se nabízí otázka, proč jej vůbec užívat.

Doporučuji přistupovat skepticky ke všemu, co nebylo vědecky testováno a současně slibuje výrazné účinky. Novým látkám bych se obecně vyhýbal. A pokud se přesto rozhodnete doplňky stravy užívat, je lepší volit výrobky pocházející ze Švýcarska nebo Evropské unie. V mnoha jiných zemích jsou pravidla podstatně mírnější, takže se na trh může bez důkladné kontroly dostat mnohem více výrobků.

Georg Aichinger působí jako seniorní vědecký pracovník v Laboratoriu toxikologie. Ve svém výzkumu se zabývá tím, jak látky z našeho životního prostředí a potraviny působí v lidském organismu a proč jsou pro některé lidi nebezpečnější než pro jiné.

Georg Aichinger
Eidgenössische Technische
Hochschule Zürich
ethz.ch



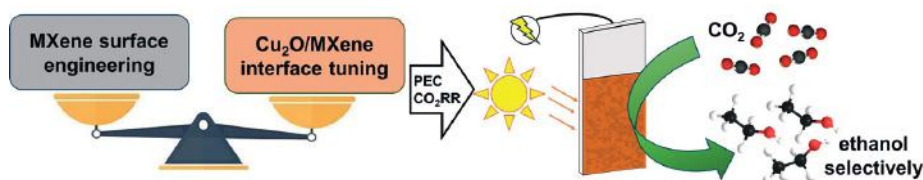
Chcete se o tématu dozvědět více?
Načtete si přiložený QR kód.

Chemici z Přírodovědecké fakulty UK vyvinuli novou fotokatodu pro efektivní přeměnu CO₂ na etanol

Vědkyně a vědci z Chemické sekce Přírodovědecké fakulty UK pod vedením Pavly Eliášové ve spolupráci s Tomášem Hrbkem z Matematicko-fyzikální fakulty UK vyvinuli pokročilou fotokatodu, která pomáhá měnit skleníkový plyn oxid uhličitý na čistý etanol za pomoci slunečního světla. Nová technologie řeší letitý problém rozpadu materiálu ve vodě, dosahuje rekordní účinnosti přeměny a otevírá cestu k udržitelné výrobě ekologických paliv.

Přeměna oxidu uhličitého CO₂ na užitečná paliva pomocí sluneční energie představuje svatý grál moderní zelené chemie. Zařízení, které tuto přeměnu umožňuje, se nazývá solární reaktor. Klíčovým prvkem je v něm fotokatoda: materiál, který pohlcuje světlo a umožňuje chemickou reakci. Jako ideální materiál se dlouho jevil oxid měďný, protože je levný, dostupný a skvěle zachytává sluneční paprsky. V praxi však narážel na zásadní překážku: ve vodním prostředí se pod vlivem světla extrémně rychle přeměňuje a rozpadá, podobně jako když železo podléhá rychlé korozi, a svou funkci ztratí už během desítek minut.

Tým z Chemické sekce PřF UK pod vedením Pavly Eliášové ve spolupráci s Tomášem Hrbkem z MFF UK tento problém vyřešil vytvořením unikátního „nano-sendviče“. Vědci zkombinovali oxid měďný s pokročilými dvourozměrnými materiály zvanými MXeny a přesně řízeným zahrátím vytvořili na jejich povrchu ultratenkou vrstvu oxidu titaničitýho. Takto upravený MXen dokáže z oxidu měďného bleskově odvést elektrický náboj a tím zpomalovat jeho rozklad.



Řízená modifikace povrchu MXenu oxidem titaničitým v kombinaci s optimalizovaným pokrytím Cu₂O stabilizovala rozhraní Cu₂O/MXene a výrazně zvýšila účinnost vysoce selektivní fotoelektrochemické produkce etanolu

Zároveň náboj dále využije k přeměně oxidu uhličitého na kapalné palivo.

„Povrchově upravený MXen ve spojení s oxidem měďným nám umožnil spojit to nejlepší z obou materiálů. Měďný základ umožňuje maximální využití energie světla, zatímco vodivá konstrukce MXenu zajišťuje, že je materiál aktivní i po mnoha-hodinovém provozu,“ vysvětluje vedoucí výzkumného týmu Pavla Eliášová z Chemické sekce Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze.

Při laboratorních testech dosáhla nová fotokatoda rekordní účinnosti přeměny sluneční energie na etanol ve výši 2,74 %. Zásadním zlepšením je vznik pouze jednoho produktu. Zatímco jiné systémy často vytvářejí směs vedlejších produktů, materiál navržený výzkumným týmem produkuje jako jediný kapalný produkt čistý etanol, což výrazně zjednodušuje jeho potenciální průmyslové využití.

„Je to pro nás velký krok dopředu. V našem laboratorním měřítku systém funguje velmi dobře a produkuje etanol po mnoho hodin. V dalším kroku chceme ještě více upevnit stabilitu celé fotokatody a začít s testy ve větším měřítku a za sku-

tečného denního světla,“ doplňuje fyzikální chemička Pavla Eliášová.

Výzkum vznikl v rámci mezinárodního evropského projektu DESIRED (Horizon Europe) za podpory Výzkumného centra Charles University (UNCE) a programu L'Oréal-UNESCO Pro ženy ve vědě.

Orig. publ.: Carrascosa, L.A.M., Linková, M., Remzová, M., Hrbek, T., Eliášová, P. Surface-Engineered MXene/Cu₂O Photocathodes for Selective Ethanol Production. *Advanced Energy Materials* 2026. <https://doi.org/10.1002/aenm.71469>

Mgr. Pavla Eliášová, Ph.D.
Vedoucí výzkumného týmu,
Chemická sekce, Přírodovědecká
fakulta Univerzity Karlovy v Praze
pavla.eliasova@natur.cuni.cz
www.natur.cuni.cz



Chcete se o tématu dozvědět více?
Načtete si příložený QR kód.

Nové autoklávy řady Systec DX a Systec VX

S novou generací autoklávů přináší společnost Systec nové standardy v oblasti snadného ovládání, spolehlivosti procesů, energetické účinnosti a konektivity. Autoklávy jsou vybaveny zcela novým dotykovým ovládacím systémem, přepracovaným vnitřním prostorem a moderním, funkčním designem. Díky tomu spojují vynikající technický výkon s intuitivním ovládáním a ergonomickým designem.

Tlakové nádoby jsou vyrobeny z nerezové oceli, jsou odolné proti korozi a splňují farmaceutické standardy. Standardně jsou

dimenzovány na 4 bary/140 °C, s možností rozšíření na 5 barů/150 °C.



Autoklávy řady Systec DX

Z hlediska předpisů splňují tyto systémy základní požadavky normy FDA 21 CFR Part 11 ale i další farmaceutické předpisy. Digitální podpisy, auditní stopy, dokumentace chráněná proti neoprávněné manipulaci a správa uživatelů zajišťují úplnou sledovatelnost všech sterilizačních procesů.

Všechny autoklávy Systec jsou založeny na modulárním, do budoucna perspektivním systémovém konceptu. Příslušenství a vybavení lze kdykoli dodatečně doplnit, aby zařízení plně vyhovovalo rychle se měnícím požadavkům. Tím je zajištěno, že systémy budou i dlouhodobě představovat optimální řešení, a přitom do budoucna zajistí velkou investiční jistotu spojenou se spolehlivostí.

www.systec-lab.com

Průlom v oblasti návrhu enzymů na míru

Enzymy jsou považovány za klíč k udržitelné chemii. Navzdory významným pokrokům v oblasti navrhování proteinů představuje vytváření umělých enzymů zcela od základu stále velkou výzvu. Výzkumný tým z Univerzity v Bayreuthu ve spolupráci s vědci z Univerzity v Ottawě nyní prokázal, jak lze přeměnit nefunkční proteinové kostry ve velmi aktivní enzymy. Výsledky svého výzkumu vědci publikovali v časopise *Nature Chemical Biology*.

Enzymy jsou biologické katalyzátory. Urychlují reakce a uskutečňují je s vysokou mírou selektivity. Obvykle jsou to proteiny. V průběhu evoluce vznikla široká škála proteinových struktur pro enzymy: při tvorbě proteinu se nejprve vytvoří dlouhý řetězec z aminokyselin, který se poté sbalí do definované trojrozměrné struktury. Právě tato struktura určuje, jak bude enzym fungovat. Významnou roli hraje takzvaný TIM-barrelový skládací vzor. Vyskytuje se u přibližně 10 procent všech známých enzymů a je schopen zprostředkovat téměř všechny typy reakcí.

Ačkoli již byly na počítači navrženy a experimentálně potvrzeny umělé TIM-barrelové struktury, tyto takzvané de novo proteiny na rozdíl od svých přírodních protějšků nevykazovaly vůbec žádnou enzymatickou aktivitu. Jediné, co bylo shodné, byla stejná struktura.

V důsledku toho byly tyto proteiny nepoužitelné pro biologické reakce. Výzkumný tým pod vedením prof. dr. Birte Höckerové, vedoucí Katedry biochemie III na Univerzitě v Bayreuthu, se tímto problémem zabýval ve spolupráci s výzkumnou skupinou prof. dr. Roberta Chicý z Univerzity v Ottawě. Cestou nového přístupu nazvaného CANVAS se výzkumníkům podařilo přeměnit nefunkční kostry na aktivní enzymy.

Ve své studii vědci kombinovali různé počítačové metody, což jim umožnilo specificky rozšířit umělé TIM-barrelové struktury tak, aby zahrnovaly aktivní místo na míru. Toto nově vložené aktivní místo propůjčuje dříve nefunkčním enzymům mimořádně vysokou měřitelnou aktivitu.

www.uni-bayreuth.de

Biochemický kvantový senzor namísto polovodiče

Významný pokrok v oblasti biologického kvantového snímání: Výzkumný tým pod vedením Technické univerzity v Mnichově (TUM) objevil a otestoval nový mechanismus, díky němuž lze proteiny řídit pomocí rádiových vln. Tímto způso-

bem ovlivňují citlivý kvantový stav známý jako spin a zviditelňují jej pomocí světla. V budoucnu by takové poznatky mohly pomoci biochemické procesy v buňkách nejen detekovat ale i řídit, a to jednoduše z vnějšku prostřednictvím rádiových vln.

Dosud bylo kvantové snímání známé především u pevných látek, jako jsou diamanty s úmyslně vytvořenými drobnými defekty. Vědci nyní tento studovaný princip přenášejí na proteiny – biologické molekuly, které lze geneticky připravit a specificky přizpůsobit. V příštích letech by to mohlo vést k přímé integraci kvantových senzorů do buněk či tkání.

Tyto senzory na bázi proteinů jsou potenciálně mimořádně vhodné pro biosenzoriku, tedy pro zobrazování živých buněk, tkání nebo orgánů. Teoreticky se nacházejí přímo v místě, kde je měření zapotřebí, což z nich činí vhodný nástroj pro studie v organismech, na rozdíl od objemných pevných senzorů.

Dominik Bucher, profesor kvantového snímání na Přírodovědecké fakultě TUM a autor studie zveřejněné v časopise *Nature Biotechnology*, k tomu říká: „Na rozdíl od dosavadních systémů založených na pevných látkách mohou přístupy založené na proteinech sloužit nejen jako senzory, ale také nabízejí perspektivní možnost cíleného řízení biologických procesů pomocí rádiových vln. A to je nesmírně vzrušující představa.“

Co přesně vědci udělali?

Vědci modrým světlem ozářili dva na světlo citlivé proteiny, takzvané flavoproteiny. Výchozím bodem byl kryptochrom, protein studovaný v biologii – u ptáků, jako potenciální senzor magnetického pole. Vzorky proteinů použité ve studii poskytla výzkumná skupina prof. Erika Schleichera z Univerzity ve Freiburgu.

Světlo v proteinech generuje spinové korelované radikálové páry s mimořádnými spinovými vlastnostmi: jedná se o vázané elektronové páry, které jsou extrémně citlivé na magnetické pole. Toto chování lze zviditelnit prostřednictvím intenzity luminescence těchto proteinů.

Vědci poté cíleně aplikovali rádiové vlny a dokázali změnit luminescenci proteinů a tím i podkladové radikálové páry. To dokazuje, že citlivé kvantové stavy v biologickém prostředí lze pomocí elektromagnetického pole ovlivňovat.

Tyto proteiny fungují jako senzory magnetického pole a dokážou dokonce zviditelnit rozložení magnetického pole ve vzorcích. Signál se snímá čistě opticky pomocí světla, podobně jako u kvantových senzorů na bázi pevných látek.

Ačkoli se jedná o základní výzkum, tyto poznatky skýtají do budoucna velký potenciál pro biotechnologické aplikace. Kun Meng, doktorand na Přírodovědecké fakultě TUM a první autor studie, vysvětluje:

„Možnosti sahají od biologických kvantových senzorů až po řízení buněčné aktivity pomocí rádiových vln, jako je například dálkově řízená genová exprese.“

www.tum.de

Zlepšení dostupnosti léčiv na bázi mRNA

Inovativní léčiva a vakcíny na bázi mRNA přinášejí naději v boji proti rakovině, genetickým poruchám a infekcím. Jejich vývoj a výroba jsou však náročné, zdoluhavé a obtížně škálovatelné. Sedm institutů Fraunhofer se snaží tuto situaci zvrátit. V rámci projektu RNAuto nyní vyvinuly automatizovaný, digitalizovaný výrobní systém, který je rychlý, flexibilní a hospodárny.

Lékařský výzkum dosáhl velkého pokroku ve vývoji léčiv na bázi mRNA (RNA je ribonukleová kyselina a písmeno „m“ znamená „messenger“). Jejich účinné látky dokážou do buněk dopravit informace o struktuře bílkoviny, tj. její genetickou informaci. V medicíně se dnes používají ve vakcínách, genové a buněčné terapii, které představují vysoce účinné způsoby léčby infekčních a genetických onemocnění či rakoviny.

Výroba však nestačí držet krok s rostoucí poptávkou. Výroba těchto inovativních účinných látek je navíc složitá a vyžaduje časté manuální kontroly a dílčí kroky.



Screeningový systém pro automatizovanou přípravu účinných látek na bázi mRNA (© Fraunhofer IESE)

V rámci projektu RNAuto vyvinuli výzkumníci z Fraunhoferova institutu řešení, které zajišťuje automatizovanou, digitalizovanou výrobu v modulárním systému. Kontrola kvality je do systému zabudována a probíhá přímo během výroby. Léčiva na bázi mRNA lze tak vyrábět mnohonásobně rychleji než konvenčními metodami, přičemž v jediném cyklu lze vyrobit větší množství.

Projekt RNAuto, na kterém spolupracovalo celkem sedm institutů Fraunhofer, vedla Ulrike Köhl, odbornice na imunoonkologii a ředitelka Fraunhoferova institutu pro buněčnou terapii a imunologii IZI v Lipsku.

Na základě dlouholetých zkušeností z řady předchozích projektů disponují výzkumné týmy Fraunhoferova institutu IZI hlubokými odbornými znalostmi v oblasti molekulárně biologického návrhu a vývoje bioprocusů pro nové léky. „Projekt mimo jiné přinesl vysoce kvalitní proces pro vývoj mRNA pro buněčné a genové terapie,“ shrnula přínos molekulární bioložka Sandy Tretbar.

www.fraunhofer.de

„Ověněná“ elektrolýza – cena za efektivní výrobu vodíku a dalších chemických látek

Zelený vodík je považován za klíčovou technologii pro dekarbonizaci průmyslu. Nicméně nedostatky v oblastech efektivnosti výroby, nákladů a škálovatelnosti dosud brání jeho průlomu. Mihails Kusnezoff, Stefan Megel a Sindy Mosch z Fraunhoferova institutu pro keramické technologie a systémy IKTS vyvinuli systém vysokoteplotní elektrolýzy, který nastavuje nové mezinárodní standardy: vyrábí vodík s bezprecedentní účinností, může fungovat i jako palivový článek a je navržen pro sériovou výrobu v průmyslovém měřítku. Tato technologie vynesla třem výzkumníkům Cenu Josepha von Fraunhofera za rok 2026.

Vysokoteplotní elektrolýza je vysoce účinný proces výroby vodíku, při kterém se vodní pára v elektrolýzáru štěpí na vodík a kyslík. Hlavní výhodou je, že díky vysokým teplotám lze jako přímý zdroj energie pro reakci využít průmyslové odpadní teplo. Tím se snižuje spotřeba nákladné elektřiny, urychlují se elektrochemické reakce a výrazně se zvyšuje celková účinnost.

Nový vědecký a metodologický přístup

Výzkumníci z institutu Fraunhofer IKTS již více než dvě desetiletí naplňují velmi ambiciózní cíl: vyvinout vysokoteplotní palivové články a elektrolýzery, které budou natolik výkonné, odolné a nákladově efektivní, že budou nejen podporovat energetickou transformaci, ale budou ji i výrazně urychlovat. „Naším cílem bylo od samého začátku vybudovat most mezi elektrony a molekulami,“ říká Mihails Kusnezoff, vedoucí oddělení materiálů a komponent a vedoucí energetického oddělení ve Fraunhofer IKTS. Přístup týmu Fraunhofer IKTS se výrazně liší od přístupu mnoha jejích konkurentů: namísto vývoje samostatných koncepcí pro elektrolýzery a palivové články výzkumníci vytvořili systém, který může fungovat v obou režimech. To pro ně bylo velkou výzvou, jak vysvětluje Kusnezoff: „Zatímco provoz palivových článků vyžaduje nízký odpor a vysoká napětí, elektrolýza vyžaduje dlouhodobou stabilitu a prakticky tepelně

neutrální provoz s minimálními teplotními gradienty.“



Palivový článek Fraunhofer IKTS pracuje spolehlivě v rozšířeném teplotním rozsahu od 750 do 850 °C (© Fraunhofer, Piotr Banczerowski)

Elektrolýzáru Fraunhofer IKTS pracuje spolehlivě v rozšířeném teplotním rozmezí od 750 °C do 850 °C, což je pro životnost elektrolýzáru klíčovým faktorem. V tomto teplotním rozmezí je možné nejen přeměnit vodní páru a CO₂ elektrolýzou na syngas (syntézní plyn), ale také využívat v režimu palivových článků k výrobě elektřiny celou řadu paliv, jako je zemní plyn, bioplyn, metanol, etanol, a dokonce i zelený amoniak.

Vývoj elektrolýzáru týmem výzkumníků z Fraunhofer IKTS nejenže nastavil nové standardy účinnosti a technologické univerzálnosti, ale také otevírá cestu k průmyslovému využití elektřiny a odpadního tepla s cílem vyrábět s vysokou účinností vodík a syntetický plyn. Tým Fraunhofer IKTS tak přímo přispívá ke globální energetické transformaci a zároveň posiluje konkurenceschopnost Německa coby průmyslové lokality.

www.fraunhofer.de

Chemici z Oxfordu „odemkly“ nový způsob fluorace podle Appelovy metody používající fluorid draselný

Alkoholy patří mezi nejrozšířenější látky, ze kterých se „staví“ nové chemikálie. Fluorované sloučeniny jsou zase nezbytné pro výrobu řady moderních léčiv, přípravků na ochranu rostlin a pokročilých materiálů. Přeměna jedné látky na druhou se však tradičně opírá o toxická, tepelně nestabilní činidla, jako je DAST (trifluorid dietylaminosíry), které z výroby ve velkém měřítku činí nebezpečnou záležitostí s řadou rizik.

Vědci proto hledají bezpečnější a praktičtější způsoby, jak tyto fluorace provádět. Hlavním cílem je využití jednoduchých, levných a široce dostupných zdrojů fluoridu,

jako je fluorid draselný, aby byl celý proces bezpečnější, lépe škálovatelný a udržitelnější.

Tým z Oxfordské univerzity pod vedením profesorky Véronique Gouverneur z Katedry chemie se nyní znovu zabýval klasickou Appelovou reakcí, široce používanou metodou pro přeměnu alkoholů na alkylohalogenidy – molekuly obsahující vazbu uhlík-halogen. Tato průlomová metoda je v současné době omezena na přeměnu alkoholů na všechny alkylohalogenidy s výjimkou fluoridů. Důvodem je skutečnost, že fluoridové ionty místo reakce s alkoholem za vzniku požadované fluorované sloučeniny tvoří stabilní vedlejší produkt, kterým je trifenylofosfindifluorid (PPh₃F₂). Výzkumníci z Oxfordu nyní objevili neopentoxofosfonovou sůl, která zabraňuje tvorbě tohoto nežádoucího vedlejšího produktu. Tato nová sůl v kombinaci s fluoridem draselným vytváří reaktivní meziprodukt schopný aktivovat alkoholový substrát pro následnou fluoraci.

S využitím této strategie tým syntetizoval více než 80 fluorovaných molekul, včetně řady (hetero)cyklických a biologicky relevantních alkylofluoridů, přičemž výtěžnost činila až 98 %. Podařilo se jim také vyrobit enantiomerně obohacené fluorované sloučeniny z běžně dostupných racemických výchozích alkoholů, což je obzvláště náročná transformace, protože konvenční metody fluorace vyžadují výchozí materiály, které jsou již enantiomerně obohacené.

Zásadní a přelomové je, že tato nová technologie nevyužívá dodavatelský řetězec nebezpečného fluorovodíku (HF), který se v současné době používá téměř ve všech chemických procesech fluorace. Chemikálie obsahující fluorid, které jsou nezbytné pro syntézu nově vyvinutého činidla, lze připravit přímo z hojně se vyskytujícího minerálu kazivce (fluorit – CaF₂). Tuto technologii již dříve vyvinula profesorka Gouverneur a její tým v Oxfordu (práce z roku 2024 - Fluorspar to fluorochemicals upon low-temperature activation in water. *Nature* 635, 359–364).

Jak katalyzátor, tak vedlejší produkt (oxid fosfinu) lze po fluorovací reakci zpětně získat a recyklovat, čímž se minimalizuje množství odpadu a jsou tak uplatněny klíčové principy cirkulární chemie, které zvyšují udržitelnost celého procesu. Tato nová Appelova fluorace na bázi fluoridu draselného by mohla pomoci připravit cestu k jednodušší, bezpečnější a udržitelnější cirkulární fluorové ekonomice.

www.chem.ox.ac.uk



Pro více novinek ze světa chemie si načtete si přiložený QR kód.

Z Hradce Králové do Berkeley a zpátky. Rozhovor s Františkem Švecem v podcastu CHEMAGAZÍNtalks

Patří mezi nejuznávanější české chemiky u nás i ve světě. Jeho monolitické materiály změnily způsob, jakým se v laboratořích analyzují chemické látky. Před pár roky se po třiceti letech působení na špičkových amerických univerzitách vrátil do České republiky. S panem profesorem Františkem Švecem si Martin Kovalčík v podcastu CHEMAGAZÍN talks povídal nejen o chemii, ale i o odvaze měnit životní směr, o významu experimentování a o tom, proč by mladí vědci měli vyrazit do světa.

Zde je výběr z otázek, na které náš host odpovídal. Celý rozhovor najdete v podcastových aplikacích v odkazu za článkem.

PANE PROFESORE, ZKUSTE LAIKOVI VYSVĚTLIT, CO JSOU MONOLITY?

Monolit je v našem případě porézní polymerní materiál tvořený jedním celkem. Na rozdíl od klasických částic používaných v chromatografii umožňuje mnohem rychlejší průchod látek, a tím výrazně urychluje jejich separaci a analýzu.

V ČEM SPOČÍVALA REVOLUČNOST TOHOTO ŘEŠENÍ?

Dlouhá léta se používaly kolony plněné drobnými kuličkami. My jsme si položili otázku, proč musí být materiál právě ve formě kuliček. Monolitické kolony umožnily využít tok místo difuze a některé analýzy se podařilo zkrátit z deseti minut na jednu či dvě.

KDY JSTE SI UVĚDOMIL, ŽE MONOLITY OPRAVDU MĚNÍ OBOR?

Žádný jeden okamžik neexistoval. Člověk postupně zjišťuje, co funguje a co ne. I neúspěchy mají ve vědě svůj význam.

KDE SE S VAŠÍM OBJEVEM LIDÉ SETKÁVAJÍ?

Většina lidí o tom vůbec neví, ale výsledky využívají každý den. Monolitické kolony pomáhají při kontrole kvality potravin, vody nebo léčiv a uplatňují se i při výrobě vakcín.

CHEMIE VÁS FASCINOVALA UŽ OD DĚTSTVÍ. JAK TO ZAČALO?

Dostal jsem jako kluk knihu Tajemství chemie a doma si zřídil malou laboratoř. Jednou jsem ale omylem obarvil mamince prádlo manganistanem draselným. Laboratoř skončila, ale moje nadšení pro chemii ne.

CO JE PODLE VÁS NA CHEMII TAK PŘÍTAŽLIVÉHO?

Je to neustálé objevování. Vždycky existuje něco nového a bez experimentování se člověk nikam neposune.

PO REVOLUCI JSTE ODEŠEL DO SPOJENÝCH STÁTŮ. CO ROZHODLO?

Na Cornell University jsem konečně ověřil myšlenku monolitických materiálů. Když se ukázalo, že fungují, vyšel první článek a později přišla nabídka zůstat natrvalo.

JAKÉ BYLY ZAČÁTKY V AMERICE?

Musel jsem si zvykat na běžný život, ale

vědecké prostředí bylo výborné. Na Cornellu panovala otevřená atmosféra a rozhořovaly hlavně dobré nápady.

JAKÝ BYL ROZDÍL MEZI CORNELLEM A BERKELEY?

Berkeley bylo mnohem větší a soustředilo obrovské množství špičkových vědců. Pro mě to byla příležitost spolupracovat s absolutní světovou špičkou.

JAK DNES HODNOTÍTE ČESKOU VĚDU?

Za posledních třicet let udělala obrovský pokrok. Laboratoře jsou skvěle vybavené, studenti mají světové možnosti a kvalita výzkumu je velmi vysoká.

CO BYSTE PORADIL MLADÝM VĚDCŮM?

Aby cestovali a nebáli se měnit prostředí. Nové zkušenosti člověka posouvají odborně i lidsky.

JAKÉ JSOU VAŠE PLÁNY DO BUDOUCNA?

Dokud mi bude sloužit zdraví, chci pokračovat ve výzkumu, přednášet a jezdit na konferenci. Věda mě stále baví.

<https://linktr.ee/CHEMAGAZINtalks>



Pro poslech
podcastu
CHEMAGAZÍNtalks
načtete QR kód.

CHEMAGAZÍN talks

Host #3

František ŠVEC

Patří mezi nejuznávanější české chemiky u nás i ve světě. Jeho monolitické materiály změnily způsob, jakým se v laboratořích analyzují chemické látky.



PŘÍBĚHY LIDÍ, KTERÍ SPOJILI SVŮJ ŽIVOT S CHEMIÍ

Podcast CHEMAGAZÍntalks s expertem na psychoaktivní látky Martinem Kuchařem z VŠCHT v Praze

Dalším hostem našeho podcastu CHEMAGAZÍntalks byl jeden z nejznámějších českých vědců v oblasti návykových látek. V poslední době jste ho mohli zaznamenat například jako vědeckého poradce k novému zákonu o psychomodelačních látkách. Jeho laboratoři prošly snad všechny druhy návykových látek, které analyzuje pro celní správu a policii. Od klasických drog až po úplně nové látky, o kterých se ještě před pár lety nevědělo vůbec nic. Zde je stručný výběr z rozhovoru.

MOŽNÁ ÚPLNĚ NA ÚVOD BYCH VÁS POPROSIL, JESTLI BYSTE DOKÁZAL VE STRUČNOSTI NĚJAK PŘEDSTAVIT VŠECHNO, ČEMU SE VĚNUJETE PRO ČLOVĚKA, KTERÝ VÁS NEZNÁ?

Naše laboratoř vznikla v roce 2014 a úplně na začátku jsme se věnovali vysloveně forenzním tématům. To jsou analýzy psychotropních látek. Pak jsme přešli k toxikologii ve smyslu farmakologických vlastností těch látek a začala spolupráce s Národním ústavem duševního zdraví, kde se dělají i modely na zvířatech, farmakokinetika, behaviorální experimenty.

KDY VE VAŠEM ŽIVOTĚ NASTAL TEN MOMENT, KDY JSTE SI UVĚDOMIL, ŽE CHEMIE BUDE VÁŠ ŽIVOT?

Pamatuju, že se nás učitelka v mateřské škole ptala, co chceme dělat, co budeme. Všichni chtěli dělat popeláře. A já jsem tenkrát anomálně řekl, že chci být doktor přírodních věd. Tenkrát jsem měl nějakou brožurku, kde byly rostlinky a zkameněliny, tak mě to strašně zaujalo. Na základní škole jsem měl naprosto úžasnou učitelku chemie a to byla snad šestá, sedmá třída a mě to úplně učarovalo. Postupně jsem začal budovat domácí chemickou laboratoř. A ten zájem ve mě zůstal a pak jsem se zúčastnil chemické olympiády a bylo to vlastně jasné. Tam jsem potkal skupinu podobně postižených lidí a to mě dovedlo až ke studiu chemie na vysoké škole.

VĚNUJETE SE TOXIKOLOGII A DROGOVÉ PROBLEMATICE. JAK SE VLASTNĚ STALO, ŽE SE TYTO DVA OKRUHY SPOJILY DO TOHO, CO DĚLÁTE NYNÍ?

Vlastně zase náhoda. Mě psychotropní nebo psychoaktivní látky vlastně nikdy úplně nezajímaly po dobu studia. Já jsem se věnoval výzkumu antibiotik a léčiv, pak také materiálové chemii. Po doktorátu jsem nastoupil do firmy, kde jsem měl dělat taky



Doc. Ing. Martin Kuchař, Ph.D., vedoucí Laboratoře forenzní analýzy biologicky aktivních látek na VŠCHT v Praze

výzkum látek na léčbu onkologických chorob. A ozval se mi kamarád, který dělal na dopravní policii a říkal: „Hele, Martine, tady je výběrové řízení na někoho, kdo má doktorát z organické chemie a má pracovat jako poradce v oblasti drog.“ Takže jsem tam zavola a všichni byli překvapení, že volá někdo jako z civilu, protože to bylo zamířeno interně v rámci policie. Tak jsme si dali schůzku, kde jsme se bavili o těch tématech a nějak jsme si lidsky sedli. Nastoupil jsem, ale po pár letech mi začala laboratoř zase chybět, takže jsem to potom dělal na částečné úvazky jako poradce v rámci bezpečnostních sborů.

JAK SLOŽITÉ JE PRO TOXIKOLOGICKOU LABORATOŘ ZAJISTIT SYNTETICKÉ KANABINOIDY?

Jedna rovina je, pokud se najde čistá látka, tak je to poměrně snadné. Máme různé nástroje analytické chemie, ať je to NMR, nukleomagnetická rezonance, hmotnostní spektrometrie a další metody. Takže nějakým způsobem lze zjistit tu strukturu látky během relativně krátké doby. Pokud to ovšem je v nějaké nízké koncentraci, tak je to také možné, ale je to složitější. Někdy je to potřeba izolovat a pak zjistit tu strukturu. Pokud ta látka už je v nějaké knihovně nebo v databázi, tak je to také relativně jednoduché. Ale pokud se úplně poprvé objeví na trhu, nějaká laboratoř ji musí identifikovat, strukturně určit, tak to analyticky oříšek takzvaně je. A ještě úplně jiný příběh je, pokud se to má hledat v nějakém biologickém vzorku v krvi, v moči nebo v nějakých pítvech materiálech, pokud je tady nějaká intoxikace. Ty koncentrace jsou velmi malé. Pokud to není v knihovně, tak je to skoro téměř zázrak, když se na to přijde. Obzvlášť v okamžiku, že tam jsou třeba metabolity, tak ta látka tam může být v hodně nízkých koncentracích nebo třeba vůbec ne. To je problém analyticky skutečně velký.

My jsme v kontaktu s toxikologickými pracovišti. Sami se snažíme připravovat standardy a plnit tu knihovnu spekter, jako jeden z našich úkolů v rámci komunikace s forenzní a toxikologickou komunitou.

CO VÁS OSOBNĚ VLASTNĚ NAPADÁ NEBO JAKÝ MÁTE POCIT, KDYŽ JDETE OKOLO NĚJAKÉHO OBCHODU, KDE ZŘEJMĚ PRODÁVAJÍ NELEGÁLNÍ PRODUKTY?

Ve mně to vyvolává dva různé pocity. První je řekněme akademický zájem. Mě zajímá, co v tom je reálně za látku. Druhá věc je, že to je samozřejmě tragédie v tom, že si to může koupit v podstatě kdekdo.

DALŠÍ TÉMA JSOU PSYCHEDELIKA A JEJICH VYUŽITÍ V MEDICÍNĚ.

Konvenční léčba psychických poruch poměrně často selhává a ukazuje se, že tady je skupina nazývaná psychedelika, dnes už se používá slovo psychoplastogeny, látky, které mají schopnost při správném použití tyto duševní choroby léčit. My jsme se tomu začali věnovat v roce 2014, kdy u nás proběhla klinická studie schválená SÚKL pro zjištění účinků těchto látek u zdravých dobrovolníků. S doktorem Páleníčkem, který byl hlavní řešitel toho projektu, jsme měřili kinetiku, protože to nebylo ještě zjištěné. To znamená hladiny v krevním séru v čase podání té látky a do dneška jsou z toho jako skvělé výsledky. Následně na to byla potom studie už s pacienty a dneska už těch studií jenom v Čechách byla celá řada a ve světě jsou stovky studií.

Z těch látek je asi nejzajímavější LSD. Ale problém LSD pro terapeutické použití je, že intoxikace trvá strašně dlouho a lékař nechce 12 hodin sedět u lehátka. A pak tady jsou krátkodobě působící látky. Dneska těch látek jsou stovky. Ted' si myslím, že ta situace je taková, že se všeobecně přijímá, že ty látky mají obrovský léčebný potenciál.

Chcete-li se dozvědět více o využití psychedelik ve výzkumu a způsobu, jakým se provádí, a poslechnout si celý rozhovor, otevřete si náš podcast. Uvedený rozhovor následně pokračuje i druhým dílem, který uveřejníme co nejdříve.

<https://linktr.ee/CHEMAGAZIntalks>



Pro poslech podcastu CHEMAGAZÍntalks načtete QR kód.

ORLEN Unipetrol testuje využití suroviny z odpadních plastů ve výrobě

Skupina ORLEN Unipetrol začala ve svém chemickém závodě v Litvínově testovat začlenění pyrolýzního oleje vyrobeného z recyklovaných plastů (tzv. ISCC Plus certifikovaný pyrolýzát) do výrobního procesu etylenové jednotky. Cílem provozního testu je ověřit možnost zpracování tohoto pyrolýzního oleje jako alternativní vstupní suroviny při výrobě základních petrochemických produktů a získat praktické, technické a provozní zkušenosti. Provozní testování navazuje na dlouhodobé výzkumné a analytické aktivity skupiny v oblasti zpracování surovin z odpadních plastů a představuje další krok postupného zapojení principů cirkulární ekonomiky do stávajících výrobních procesů.

„Součástí transformace našeho petrochemického průmyslu je postupné začleňování odpadních recyklovaných materiálů do výroby nových produktů tak, aby celý proces byl efektivní a bezpečný a aby výsledný výrobek byl kvalitativně plně srovnatelný s produkty vznikajícími tradičním způsobem. Principy cirkulární ekonomiky přispíváme k šetrnějšímu využívání fosilních zdrojů a k přechodu na udržitelnější nakládání s plastovými odpady,“ říká Zbigniew Pawlucki, místopředseda představenstva skupiny ORLEN Unipetrol.

Skupina ORLEN Unipetrol úspěšně realizovala první průmyslovou kampaň zpracování suroviny odvozené z odpadních plastů přímo ve výrobním areálu. Test potvrzuje, že i ve velkokapacitní petrochemické výrobě je možné integrovat alternativní suroviny, a aktivně tak přispívat k řešení problematiky plastového odpadu.



Vzorky pyrolýzního oleje

„Testování suroviny získané z odpadních plastů na etylenové jednotce v Litvínově pro nás představuje především praktické ověření toho, jak lze nové typy vstupních surovin bezpečně a efektivně zapojit do stávajících technologických celků. Získaná data a zkušenosti jsou klíčovým předpokladem pro další rozvoj této oblasti a pro postupné posilování role cirkulárních surovin v našem výrobním portfoliu,“ říká Martin Růžička, ředitel úseku pro dekarbonizaci skupiny ORLEN Unipetrol.

Použitá surovina vzniká procesem pyrolýzy plastového odpadu, při kterém se z odpadních materiálů vyrábí kapalná frakce svým charakterem blízká tradičním ropným surovinám. Na etylenové jednotce je tato surovina (pyrolýzní olej) zpracována společně se standardními vstupními surovinami. Výsledkem jsou cirkulární produkty, které mohou být dále využity k výrobě polymerů se stejnými vlastnostmi a kvalitou, jakou mají plasty vyráběné z fosilních zdrojů a v souladu s požadavky ISCC Plus deklarované jako cirkulární.

Celý proces je v souladu s certifikací ISCC PLUS, kterou skupina ORLEN Unipetrol úspěšně obhájila již počtvrté, naposledy na podzim roku 2025. Při zpracování ISCC Plus certifikovaného pyrolýzního oleje byla využita metoda tzv. hmotnostní bilance (mass balance approach), která umožňuje transparentně a prokazatelně sledovat podíl cirkulární suroviny napříč výrobním procesem v souladu s certifikovaným systémem ISCC Plus.

Tato technologická cesta nabízí řešení také pro odpadní plasty, které jsou dnes obtížně recyklovatelné jinými metodami, a zároveň ukazuje, že petrochemický průmysl může sehrát důležitou roli při přechodu na udržitelnější nakládání s plastovými materiály. Zákazníkům z oblasti polymerů přináší možnost realizovat konkrétní kroky směrem k udržitelnosti bez kompromisů v kvalitě materiálů.

Recyklace plastových odpadů za účelem výroby nových plastů má rovněž přínos z hlediska materiálové bezpečnosti. Plastový odpad představuje lokálně dostupnou surovinu, jejíž dostupnost je méně ovlivněna geopolitickými faktory či výkyvy na mezinárodních trzích.

www.orlenunipetrol.cz



Chcete se o tématu dozvědět více?
Načtete si příložený QR kód.

BASF uvedla v Německu do provozu nový fermentační závod

Společnost BASF Agricultural Solutions úspěšně uvedla v areálu v Ludwigshafenu do provozu svůj Biohub, nový fermentační závod na výrobu biologických a biotechnologických přípravků používaných k ochraně rostlin. Díky investici v řádu desítek milionů eur posiluje BASF své portfolio biologických inovací. Mezi produkty vyráběné v tomto závodě patří biologické fungicidy a biologické přípravky k ošetření osiva, které zemědělcům poskytují přístup k inovativním řešením podporujícím udržitelné a integrované programy ochrany rostlin.



Nový závod BASF na výrobu přípravků na ochranu rostlin v Ludwigshafenu

Závod Biohub využívá ve svém výrobním procesu fermentace mikroorganismy k přeměně obnovitelných surovin, jako je glukóza, na požadované produkty. V letošním roce byla úspěšně zahájena výroba klíčových biologických účinných látek, včetně bakterie *Bacillus amyloliquefaciens*, která tvoří základ biologického fungicidu Serifel, a hlavní složky přípravku Inscalis, nového insekticidu založeného na kmeni houby *Penicillium coprobium*.

Přenesení tohoto procesu do vlastních výrobních prostor posiluje excelentní výkonnost BASF, zvyšuje flexibilitu a posiluje odolnost dodavatelských řetězců.

www.basf.com

WACKER otevřel na Karlovarsku nový závod na výrobu speciálních silikonových produktů

Společnost WACKER dnes v České republice slavnostně otevřela nový závod na výrobu silikonů. Po pouhých dvou letech výstavby byla v Karlových Varech oficiálně uvedena do provozu první výrobní linka. Závod bude vyrábět silikonu na míru pro automobilový průmysl, výrobce domácích spotřebičů, zdravotnickou techniku a energetický sektor.

„Karlovy Vary jsou důležitým pilířem našich evropských aktivit v oblasti silikonů a klíčovou součástí naší strategie speciálních produktů,” uvedl člen představenstva společnosti WACKER Christian Kirsten při slavnostním otevření před přibližně 100 hosty z politické a podnikatelské sféry. „Prostřednictvím nového závodu dále posilujeme svou pozici poskytovatele řešení pro zákazníky v důležitých klíčových odvětvích.”

Uvedením nového závodu do provozu společnost WACKER nově uspořádává své evropské aktivity v oblasti silikonů. Spolu s pobočkami v Plzni, Nünchritzu a Burghausenu bude od nyníška za dodávky silikonových specialit zákazníkům zodpovědný i závod v Karlových Varech. V budoucnu se bude tekutý silikonový kaučuk vyrábět v Burghausenu, zatímco tepelně vodivé silikonu, zalévací hmoty pro automobilový průmysl a silikonové gely pro ošetřování ran se budou vyrábět v Plzni. V Karlových Varech se budou vyrábět silikonu vytvrzující při pokojové teplotě a pevný silikonový kaučuk.

25 tis. m²

Velikost nového výrobního závodu WACKER v Business Parku Karlovy Vary

Od letošního roku bude závod v Karlových Varech vyrábět také pevné silikonové kaučuky. Zařízení, která se v současnosti nacházejí v Plzni, budou postupně přesouvána do Karlových Varů. Plzeňský závod se tak bude moci plně soustředit na výrobu tepelně vodivých silikonů, zalévacích hmot a silikonových gelů.

„Díky Karlovým Varům bude naše evropská výrobní síť výrazně flexibilnější, agilnější a efektivnější,” zdůraznil člen představenstva společnosti WACKER Christian Kirsten ve svém slavnostním projevu. „Karlovy Vary vhodně doplňují naše ostatní závody a díky nejmodernější výrobní technologii vytvářejí předpoklady pro maximální efekti-



Pohled do výroby silikonů WACKER v ČR. Zdroj: WACKER

vitu a kvalitu. Díky tomu budeme moci do budoucna ještě lépe reagovat na potřeby našich zákazníků a dodávat jim vysoce kvalitní a inovativní produkty. Se závodem v Karlových Varech otevíráme novou kapitolu úspěšného příběhu našich silikonů.”

Megatrendy jsou hnací silou podnikání společnosti WACKER v oblasti silikonů.

Podnikání společnosti v oblasti silikonů podporují především megatrendy, jako jsou elektromobilita, zdravotnická technologie, obnovitelná energie, rozšíření rozvodné sítě a digitalizace. Silikonové elastomery vyrobené na míru jsou potřebné zejména tam, kde konvenční materiály nedokážou splnit vysoké a neustále rostoucí požadavky. Platí to například pro tepelný management elektromobilů, péči o rány nebo v energetice.

Nový výrobní závod se nachází v Business Parku Karlovy Vary, průmyslovém areálu o rozloze 25 tisíc metrů čtverečních na severu Karlových Varů. Vlastníkem pozemku a budovy, kterou má společnost WACKER pronajatou, je investiční skupina Accolade.

Výstavbu budovy realizovala developer-ská společnost Panattoni. Výrobní zařízení a laboratorní vybavení navrhla společnost WACKER speciálně pro tuto lokalitu.

„Jsme hrdí, že jsme mohli v Karlových Varech vybudovat prostory pro podnikání mimo regionálně tradiční lázeňství, energetiku a podnikání navázané na těžbu uhlí. Naším cílem od samého počátku bylo dodat nejen moderní průmyslový objekt nejvyšší světové kvality, ale i impuls pro další rozvoj lokální ekonomiky,” říká Jiří Žita, Commercial Director, Panattoni.

Projekt ocenil také CEO společnosti Accolade Milan Kratina. „Chvilé, kdy přestáváme mluvit o potenciálu našich investic a začínáme vidět, jak se naplňuje v praxi, jsou tou nejlepší odměnou za roky příprav. Přesně do této fáze teď vstupuje karlovarský areál, kde WACKER zahajuje provoz a získává špičkové zázemí pro vývoj a výrobu. Pro Karlovarský kraj jde o zásadní posílení průmyslového rozvoje regionu, pro nás o potvrzení, že správná lokalita vždy najde správné nájemce. Děkuji celému týmu, který na realizaci pracoval, kraji i městu Karlovy Vary za dlouhodobou spolupráci a nájemci WACKER za důvěru, kterou do nás vložil.”

Společnost WACKER působí v České republice od 90. let minulého století. Od roku 2008 provozuje v Plzni výrobní závod na silikonové směsi připravené k použití, tepelně vodivé silikonu a silikonové gely. V roce 2023 se Plzeň stala také sídlem Excellence Hubu, který poskytuje služby pro celý koncern. Otevřením dalšího výrobního závodu nyní WACKER rozšiřuje své podnikatelské aktivity také do Karlovarského kraje. Do roku 2028 zde má vzniknout přibližně 200 pracovních míst, která mají být obsazena kvalifikovanými odborníky z blízkého okolí.

www.wacker.com



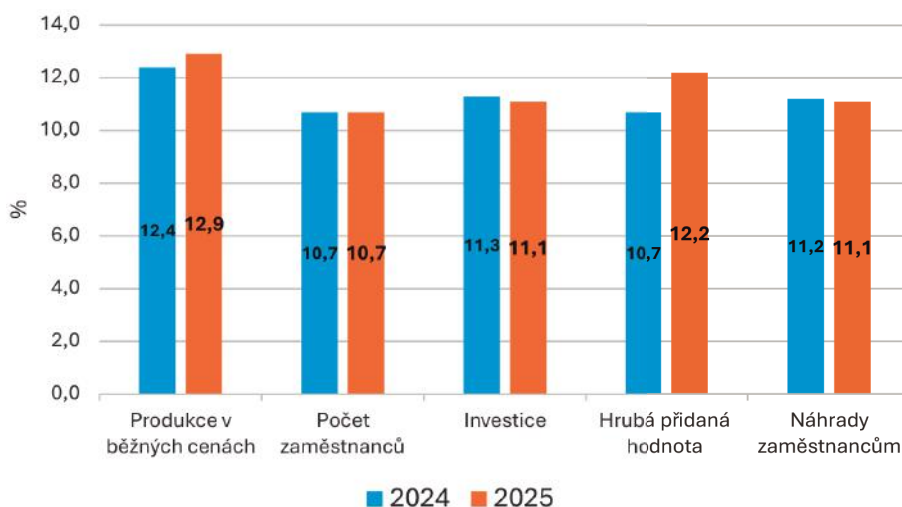
Chcete se o tématu dozvědět více? Načtete si přiložený QR kód.



Souhrn výsledků chemického průmyslu ČR v roce 2025

Chemický průmysl je jedno z nejvýznamnějších průmyslových odvětví, na které navazuje svou produkcí řada dalších segmentů ekonomiky.

Výsledky chemického průmyslu jako jednoho z nejvýznamnějších průmyslových odvětví v ČR v roce 2025 (přes svou významnost, ale díky hluboké exportní/importní závislosti) zaznamenaly spíše stagnaci (růst produkce v jednotkách procent, řádově ve výši inflace, a stagnace rozvojových investic). Vysoký nárůst cen energií koncem roku 2021 a zejména válečný konflikt na Ukrajině, který umocnil negativní očekávání dalšího vývoje dostupnosti levných energetických zdrojů pro Evropu, tak nadále negativně ovlivnil zejména energeticky náročná odvětví, mezi která patří zpracování ropy (NACE 19.2), chemie (NACE 20) a zpracování plastů a kaučuků (NACE 22), a to z důvodu nutnosti nárůstu cen produkce chemických derivátů a následného postupného poklesu poptávky navazujících odvětví spojeného s úpravou cen a tudíž ziskovosti výroby pro její udržení. Odvětví v roce 2025 v porovnání s rokem 2024 přesto zaznamenalo nárůst produkce o 5,8 % (což je více než za celý zpracovatelský průmysl ČR 2,3 % a poklesu tržeb chemického průmyslu EU27 ve výši 3,2 %), investice stagnují v úrovni roku 2024, a hrubá přidaná hodnota vzrostla o 14,6 % (v porovnání s celým zpracovatelským průmyslem, který stagnoval), a to zejména díky realizovaným úsporným opatřením, vč. snižování počtu zaměstnanců (pokles o 0,3 %). Objem vývozu celkem stagnoval, zatímco samotný chemický průmysl (NACE 20) zaznamenal pokles o 4,8 %. Objem dovozu rovněž stagnoval. Celková záporná obchodní bilance chemického odvětví se mírně zlepšila z -174,8 mld. Kč na -172,9 mld. Kč (zatímco zpracovatelský průmysl



Postavení chemického průmyslu ve zpracovatelském průmyslu ČR za rok 2024 a 2025

ČR zaznamenal mírné zhoršení pozitivní obchodní bilance z 335,8 mld. Kč na 326,6 mld. Kč). V celkovém kontextu vývoje odvětví v EU je nezbytné vnímat, že výkonnost odvětví stále nedosáhla předkovidové úrovně.

Pozice odvětví chemického průmyslu (zmiňovaná NACE výše + NACE 21 – Farmaceutický průmysl) zaujímá stále 2.–3. místo mezi odvětvími zpracovatelského průmyslu ČR s podílem necelých 13 % na celkové produkci a hrubé přidané hodnotě, cca 11 % počtu zaměstnanců a investic.

Další vývoj odvětví nadále ovlivní v následujícím období vývoj cen energií v EU (které jsou stále 2,5krát vyšší než např. v USA). Tržní poptávka a celková obchodní rovnováha je významně ovlivňována právě dostupností levné energie, příp. některých základních surovin a pokračujícím válečným konfliktem na Ukrajině. Vedle toho je konkurenceschopnost evropského chemického průmyslu významně ovlivňována nejenom

přístupem levnějšího zboží z třetích zemí (resp. nedostatečnou ochranou evropského trhu), omezením exportu do třetích zemí, ale i vysokou regulací a omezenou dostupností a využitelností podpůrných programů kompenzujících negativní dopady postupné implementace legislativy (zejména evropské Zelené dohody), což je nyní řešeno v rámci Aliance pro kritické chemikálie.

Ivan Souček
Svaz chemického průmyslu ČR
ivan.soucek@schpcr.cz
Pavla Kotátková Stránská
VŠCHT Praha, ÚEM
Pavla.Kotatkova.Stranska@vscht.cz



Chcete se o tématu dozvědět více?
 Načtete si přiložený QR kód.

Ukazatel	Jedn.	Chemický průmysl		Farmaceutický průmysl		Gumárenský a plastikářský průmysl		Chemický průmysl celkem		Zpracovatelský průmysl ČR celkem	
		2025	Index 25/24 [%]	2025	Index 25/24 [%]	2025	Index 25/24 [%]	2025	Index 25/24 [%]	2025	Index 25/24 [%]
Produkce z průmyslové činnosti	mld. Kč b.c.	364,1	107,1	72,4	105,9	359,4	104,5	795,8	105,8	6 191,0	102,3
Vývoz	mld. Kč b.c.	210,6	95,2	78,9	111,3	230,3	102,8	519,8	100,7	4 570,7	102,8
Dovoz	mld. Kč b.c.	349,4	99,1	141,1	102,2	202,2	100,8	692,7	100,2	4 244,1	103,3
Počet pracovníků (průměr)	osoby	31 758	100,9	12 128	100,1	86 434	99,2	130 320	101,4	1 216 129	99,7
Náhrady zaměstnancům (průměr)	Kč	74 341	104,4	74 799	103,7	60 373	104,3	65 119	104,4	62 837	105,0
Produkce v b.c. na 1 pracovníka za měsíc	tis. Kč	955,4	106,1	497,3	105,8	346,5	105,3	508,9	106,1	424,2	102,6
Přidaná hodnota na 1 prac. za měsíc (b.c.)	tis. Kč	151,6	123,7	214,7	111,3	106,0	111,1	127,3	114,6	111,6	100,4
Hmotné investice	mld. Kč b.c.	14,1	102,8	4,4	99,4	21,2	99,9	39,7	100,8	357 092	102,6
Hrubá přidaná hodnota	mld. Kč	57,8	124,9	31,2	111,4	110,0	110,2	199,0	114,3	1 629,1	100,0

x) Vývoz i dovoz zahrnuje veškerý vývoz a import dle jednotlivých NACE za celou ČR

Tab.: Přehled vybraných hospodářských ukazatelů chemického průmyslu v ČR za rok 2025

Strukturální analýza zahraničního obchodu České republiky v chemickém sektoru (2024–2025)

V letech 2024 a 2025 procházel tuzemský chemický sektor (zahrnující odvětvové klasifikace NACE 20, 21 a 22) hlubokou transformací vyvolanou asymetrickými tržními a geopolitickými šoky. Ztráta stabilních dodávek cenově výhodných energetických vstupů – zejména zemního plynu jakožto klíčového energetického i surovinového základu – vedla k bezprecedentnímu tlaku na nákladovou efektivitu evropských producentů. Trh EU, a potažmo český trh, čelil masivnímu konkurenčnímu tlaku ze zámoří a asijských produkčních center disponujících výrazně levnější surovinovou a energetickou základnou. Tento tlak se projevuje v nižší exportní výkonnosti (zejména na mimoevropské trhy) a vyšší dovozní konkurenci (zejména z mimoevropských oblastí).

Tento stav vyústil ve výrazné strukturální rozštěpení zahraničního obchodu. Zatímco v oblasti pokročilých zpracovatelských produktů a subdodávek s vyšší přidanou hodnotou (zejména v odvětví NACE 22 – pryžové a plastové výrobky) si Česká republika udržela exportní konkurenceschopnost na mimoevropských trzích, u základních chemikálií (odvětví NACE 20), polymerů a farmaceutických substancí (API v odvětví NACE 21) se prohlubovala kritická dovozní závislost na asijských trzích.

ZAHRA NIČNÍ OBCHOD MIMO EU: VELKÁ BRITÁNIE, ŠVÝCARSKO A NORSKO

Tato skupina zemí představovala v letech 2024 a 2025 hlavní růstové akcelerátory českého chemického exportu mimo unijní prostor.

Velká Británie

Spojené království patřilo k nejrychleji rostoucím exportním trhům mimo EU s celkovým růstem agregovaného exportu přesahujícím 20 %. V samotném chemickém průmyslu se dynamika držela ve stejné vysokém tempu jako v případě meziroční změny roku 2024 proti roku 2023 ve výši 22,8 % ($124/23 = 1,228$). Hlavním motorem bylo odvětví NACE 22, kde tuzemští zpracovatelé plastů úspěšně realizovali zakázky na technologické a konstrukční komponenty s vyšší přidanou hodnotou, určené primárně pro britský automobilový průmysl. Sekundárním růstovým faktorem s vysokou ziskovou marží byl vývoz hotových lékových forem (odvětví NACE 21).

Švýcarsko

Obchodní relace se Švýcarskem vykazuje mimořádnou objemovou stálost a specifickou orientaci na sofistikované obory s vysokým stupněm zpracování, což ji odlišuje od ostatních mimounijních trhů. Švýcarsko si dlouhodobě udržuje stabilní podíl kolem 1,7 % na celkovém vývozu ČR, což v absolutním vyjádření představuje roční hodnotu celkového vývozu v rozmezí 75–80 mld. Kč. Přibližně jedna pětina (20 %) tohoto objemu spadá pod chemický a farmaceutický sektor (odvětví NACE 20, 21, 22). Obchodu strukturálně nedominuje vývoz komoditních chemických polotovarů nebo plastových odpadů, nýbrž farmaceutické výrobky (odvětví NACE 21) a speciální průmyslová chemie. Většina vývozu v oblasti odvětví NACE 21 představuje finální lékové formy nebo pokročilé medicínské a laboratorní substance, které vyžadují náročný výzkum a splnění přísných švýcarských i unijních regulačních standardů. Pro českou ekonomiku to znamená vysokou ziskovou marži a eliminaci odlivu surovinového know-how. Celková obchodní bilance je dlouhodobě vyrovnaná až mírně aktivní ve prospěch ČR.



Zatímco v obchodním styku s rozvinutými západními trhy (USA, Velká Británie) a Tureckem se českému vývozu – zejména v plastikářském odvětví NACE 22 a farmaceutickém sektoru odvětví NACE 21 – dařilo dosahovat vysokých meziročních růstů s vysokou přidanou hodnotou, v relaci s Čínou a asijskou oblastí docházelo k systematickému prohlubování obchodního deficitu.

Norsko

Obchodní relace s Norským královstvím je charakterizována hlubokou strukturální asymetrií v rámci širšího chemicko-energetického sektoru. Po odklonu ČR od ruských fosilních paliv se Norsko stalo kritickým pilířem české energetické bezpečnosti jako klíčový dodavatel zemního plynu a ropy. Obrovská finanční hodnota dovážených energetických surovin způsobuje, že celková obchodní bilance je extrémně pasivní v neprospěch ČR. Dovezený zemní plyn zde navíc figuruje jako základní chemická vstupní surovina pro domácí syntézu vodíku, čpavku a následně dusíkatých hnojiv (odvětví NACE 20).

V oblasti zpracovaného chemického průmyslu se český vývoz úspěšně etabloval ve specializovaných tržních nikách (niche markets). Vývoz v oblasti finálních produktů chemického průmyslu vykazoval stabilní růst kolem 4 % meziročně ($125/24$

$= 1,04$) a koncentroval se do odvětví NACE 22, reprezentovaného dodávkami technologických plastových potrubních systémů, polymerních izolací a vysoce odolných plastových komponentů navržených pro extrémní podmínky severského námořního a offshore těžebního průmyslu. Kvůli svému úzkému zaměření však nemá šanci objemově konkurovat masivnímu dovozu norského plynu.

ZAHRA NIČNÍ OBCHOD MIMO EU: SPOJENÉ STÁTY AMERICKÉ (USA)

Vztah s USA v letech 2024 a 2025 vykazoval hlubokou divergenci (strukturální rozevření nůžek) mezi čistě obchodní rovínou a realitní investiční strategií českých korporací. USA potvrdily pozici druhého nejvýznamnějšího vývozního partnera ČR mimo EU s podílem blížícím se 3 % na celkovém agregovaném vývozu, přičemž celkový objem vývozu z ČR do USA přesahoval 115 mld. Kč ročně.

Vývoz ve specifické oblasti chemie a farmacie vykazoval stabilní meziroční tempo růstu na úrovni 8–10 % ($125/24 = 1,08$ až $1,10$). V přímém vývozu dominovaly komodity s vysokou přidanou hodnotou, kon-

ZAHRAŇIČNÍ OBCHOD MIMO EU: ASIJSKÉ STÁTY

Obchodní relace s asijskými ekonomikami představuje pro český chemický průmysl největší makroekonomickou výzvu, definovanou hlubokým a chronickým deficitním saldem obchodní bilance. Asijské producenti efektivně využívají mírnějších ekologických standardů a výrazně nižších nákladů na energie k masivnímu vývozu základních chemikálií a polymerů na evropský trh.

Čína

Český agregovaný vývoz do Číny sice v letech 2024 a 2025 vykazoval vysoké nominální tempo růstu o 25,8 % meziročně ($125/24 = 1,258$), avšak jeho absolutní objem (kolem 60 mld. Kč) byl zcela marginální vůči celkovému dovozu z Číny, který drtivě přesahoval 1 bilion Kč. V samotném chemickém sektoru generuje tato asymetrie chronický roční deficit přesahující 40 mld. Kč. Dovozy struktura byla definována masivním importem základních průmyslových chemických látek (odvětví NACE 20), meziproduktů a aktivních substancí pro farmaceutický průmysl (API – odvětví NACE 21) a nízkonákladových plastových polotovarů (odvětví NACE 22). V letech 2024 a 2025 navíc Čína kvůli zpomalení domácí ekonomiky směřovala své masivní přebytky výroby (zejména v odvětví plastů NACE 22 a základní chemie NACE 20) na evropský trh za extrémně nízké dumpin-
gové ceny, což nutilo tuzemské výrobce buď prodávat pod cenou (se ztrátou), nebo domácí primární výrobu zcela utlumit a transformovat se na pouhé distributory asijského zboží.

Tchaj-wan

Vztah s Tchaj-wanem zaznamenal mimořádnou dynamiku, kdy celkový agregovaný dovoz do ČR skokově vzrostl o 49,6–50,0 % z důvodu materiálových požadavků tuzemského technologického sektoru. V oblasti chemického průmyslu je tento styk vysoce specifický a slouží jako přímé palivo pro technologický a digitální boom v oblasti polovodičů. Dovoz se koncentroval do odvětví NACE 20, konkrétně do ultra čistých chemikálií, speciálních fotorezistů, vývojek a leptacích plynů nezbytných pro elektrotechnický a polovodičový průmysl. V NACE 22 se jednalo o import pokročilých polymerových substrátů a technických konstrukčních fólií, které slouží jako kritický materiálový vstup pro tuzemskou hi-tech výrobu a finální montovny elektroniky. Bez tchajwanských plastových substrátů by české závody nedokázaly finální produkty zkompletovat. Český vývoz na Tchaj-wan byl zanedbatelný a omezoval se na materiály pro laboratorní testování.

Jižní Korea

Vztah s Jižní Koreou v chemickém a plasti-

kářském sektoru byl v letech 2024 a 2025 plně podřízen funkčním potřebám tuzemského automobilového průmyslu a jeho subdodavatelské sítě (včetně přímé vazby na montážní závod Hyundai v Nošovicích). Tato integrace generuje v oblasti chemického průmyslu hluboké deficitní zatížení, tažené masivním dovozem plastových a pryžových komponentů (odvětví NACE 22) v hodnotě desítek mld. Kč. Přestože v ČR (u Žatce) působí korejský výrobce pneumatik Nexen Tire, docházelo k nestálému toku specifických pryžových směsí, těsnění a přemiových autoplášťů přímo z mateřských technologických center v Asii. V odvětví základní chemie (NACE 20) pak dovoz korejských primárních polymerů a průmyslových pojiv z nízkonákladových velkokapacitních provozů (např. LG Chem, Hanwha) tvrdě konkuroval evropským petrochemickým holdingům (např. Orlen Unipetrol). Český vývoz vykázal pouze marginální úspěchy ve specifických imunologických a veterinárních léčivech (odvětví NACE 21).

40 mld. Kč

**Roční deficit zahraničního
obchodu v chemickém sektoru
s Čínou**

Indie

Vztah s Indií kombinuje hlubokou zranitelnost českého zdravotnického systému v odvětví NACE 21 s tvrdou nákladovou konkurencí v plastikářském průmyslu (odvětví NACE 22). Dovoz farmaceutických substancí a aktivních látek (API) z Indie do ČR dlouhodobě vykazoval stabilní meziroční nárůst o 12 % ($125/24 = 1,12$). Vzhledem k tomu, že tuzemské i evropské farmaceutické závody v uplynulých letech utlumily energeticky a ekologicky náročnou chemickou syntézu základních substancí, stali se čeští výrobci generických léčiv (antibiotika, analgetika) kriticky závislí na dovozu indických API. V segmentu pryžových a plastových výrobků (odvětví NACE 22) indické společnosti zaplavily evropský trh levnými obalovými materiály a fóliemi. Indický petrochemický průmysl profitoval z nákladové arbitráže, kdy po uvalení západních sankcí masivně nakupoval surovou ruskou ropu s výraznou slevou (Urals discount). Přístup k levné ropě a absence drahých ekologických regulací (povolenky CO₂) poskytl indickým firmám obrovskou nákladovou výhodu oproti českým plastikářům, kteří čelili historicky vysokým cenám unijních energií. Český vývoz zaznamenal pouze marginální úspěch ve vývozu vysoce specializovaných průmyslových barviv a organických katalyzátorů (odvětví NACE 20) pro indický tex-

tilní trh.

Kazachstán

Bilance zahraničního obchodu ČR s Kazachstánem je dlouhodobě v hlubokém minusu (pasivu). ČR z Kazachstánu doveze zboží za násobně více peněz, než kolik tam firmy dokážou vyvézt. Tento výrazný deficit je způsoben dovozem surové ropy (případně plynu). Kazachstán patří mezi klíčové dodavatele ropy do českých rafinérií. V netěžebních zpracovatelských sektorech chemického komplexu však rok 2025 přinesl dynamický rozvoj českého vývozu podpořený institucionální podporou (CzechTrade Almaty). Podle ročních výsledků přeshraniční statistiky Českého statistického úřadu dosáhl agregovaný vývoz ČR do Kazachstánu v odvětvích NACE 20, 21 a 22 hodnoty 1,4 mld. Kč, zatímco zpětný dovoz činil pouhých 26,6 mil. Kč. Vzniklé aktivní saldo ve výši +1,4 mld. Kč potvrzuje Kazachstán jako klíčové odbytové teritorium ČR ve středoaasijském regionu. V rámci odvětví NACE 20 dosáhl český vývoz 412,5 mil. Kč a opíral se o aditiva do paliv, pomocné průmyslové přípravky a diagnostické reagenty pro tamní těžební a zpracovatelské komplexy. Proti tomu dovoz z Kazachstánu (anorganická chemie) činil 18,2 mil. Kč (saldo +394,3 mil. Kč).

Pro odvětví NACE 21 představuje kazašský trh významnou oblast. Vývoz hotových léčivých forem a imunologických přípravků dosáhl 685,0 mil. Kč. Vzhledem k tomu, že kazašská produkce nesplňuje přísné regulační standardy EU, byl dovoz do ČR nulový (saldo +685,0 mil. Kč). U odvětví NACE 22 vývoz ve výši 340,1 mil. Kč tvořily technologické plasty, potrubní systémy a průmyslové obaly. Dovoz dosáhl marginálních 8 400 tis. Kč (saldo +331,7 mil. Kč).

Pákistán

V roce 2025 dosáhl zahraniční obchod s Pákistánem v oblastech chemického, farmaceutického a plastikářského průmyslu makroekonomické stabilizace po předchozích letech energetických šoků a vysoké inflace. Struktura vzájemného obchodního styku potvrdila roli Pákistánu jako specifického odbytiště pro české technologické produkty a zároveň dodavatele vybraných polotovarů. V rámci odvětví NACE 20 si toto odvětví v roce 2025 udrželo pozici vývozního pilíře. Český vývoz do Pákistánu dosáhl výše 251 mil. Kč a směřoval primárně do oblastí průmyslových barviv, pigmentů a pomocných organických látek pro tamní textilní průmysl. Oproti tomu dovoz z Pákistánu činil pouze 14 mil. Kč. Tento vývoj upevnil kladné saldo obchodní bilance ČR ve výši +237 mil. Kč. Naopak u odvětví NACE 21 bilance vykazovala v roce 2025 nejvýraznější asymetrii. Český vývoz, tažený především vývozem hotových

humánních léčiv a očkovacích látek, dosáhl hodnoty 156 mil. Kč. Vzhledem k tomu, že dovoz z Pákistánu byl s hodnotou 2 mil. Kč téměř zanedbatelný, zaznamenala ČR v této oblasti aktivní bilanci s kladným saldem +154 mil. Kč. Také odvětví NACE 22 vykazovalo nejvyšší konkurenční tlak a odlišnou dynamiku salda. Pákistánští producenti dovezli do ČR plastové obalové materiály a polotovary v celkové hodnotě 59 mil. Kč. Český vývoz kontroval dodávkami technické pryže a průmyslových plastových komponentů ve výši 36 mil. Kč. Výsledná bilance v tomto odvětví tak skončila v mírném pasivním saldu ČR ve výši -23 mil. Kč. Výsledné souhrnné saldo ČR s Pákistánem dosáhlo aktivní bilance ve výši +368 mil. Kč.

ZAHRAŇIČNÍ OBCHOD: UKRAJINA, RUSKÁ FEDERACE A TURECKO

Obchodní vztahy v této oblasti byly v letech 2024 a 2025 přímým odrazem fixace nových geopolitických paradigmat po roce 2022.

Rusko

V důsledku striktní implementace mezinárodních sankčních režimů došlo k téměř úplné eliminaci legálního exportu českých chemických produktů do Ruska. Vývoz v odvětvích NACE 20 a 22 zaznamenal propad na historické minimum, což představuje pokles o více než 80 % v porovnání s bazickým rokem 2021; samotný vývoz chemických látek (odvětví NACE 20) klesl téměř na nulové hodnoty. Na straně dovozu však přetrvávala specifická materiálová závislost na agrotovárních vstupech. V rámci celé EU vzrostl dovoz ruských minerálních hnojiv (spadajících pod odvětví NACE 20) meziročně o 43 %. Tento neregulovaný import generoval značný cenový tlak na domácí producenty (např. Lovochemie), kteří nedokázali nákladově konkurovat produktům vyrobeným z dotovaného ruského zemního plynu.

Ukrajina

Celkový obrát agregovaného obchodního styku s Ukrajinou překonal hranici 35 mld. Kč, přičemž celková makroekonomická bilance vykazuje pro ČR dlouhodobě vysoce aktivní saldo s přebytkem přesahujícím 15 mld. Kč. V rámci samotného chemického průmyslu vykazoval vývoz chemických látek, farmaceutických produktů (odvětví NACE 20, 21) a plastů (odvětví NACE 22) v letech 2024 a 2025 stabilní meziroční tempo růstu vyjádřené indexem I25/24 v rozmezí 1,12 až 1,15 (tj. růst o 12 až 15 %). Tento sekulární trend byl stimulován naléhavou potřebou obnovy zničené kritické infrastruktury (především plastové potrubní systémy a stavební polymerní izolace) a kontinuální humanitární i medicínskou pomocí.

Turecko

Turecko se etablovalo jako jeden z nejrychleji rostoucích exportních trhů pro českou ekonomiku mimo EU, přičemž celkový agregovaný export ČR do této země překročil 120 mld. Kč. Růst v chemickém subsystému byl tažen zejména NACE 22 (plasty a pryžové výrobky), jehož export meziročně posiloval o 18 %, (I25/24 = 1,18). Významný podíl tvořily průmyslové polymery a speciální chemie. Z makroekonomického hlediska Turecko v tomto dodavatelském řetězci plnilo funkci reexportního uzlu pro distribuci zboží do regionů Blízkého východu a Střední Asie. Současně se v předchozích letech projevila i role Turecka jako reexportního uzlu do EU (mj. pravděpodobně i zboží z Ruska).

ZAHRAŇIČNÍ OBCHOD: OBLAST PERSKÉHO ZÁLIVU (REGION HORMUZ)

Oblast sdružující státy Perského zálivu představuje z pohledu chemického průmyslu specifický subsystém. Zatímco celková agregovaná obchodní bilance vykazuje kvůli masivnímu dovozu ropy hluboké schodky, v samotném užším vymezení zpracovatelských odvětví NACE 20, 21 a 22 si ČR udržuje aktivní saldo s přebytkem obchodní bilance přesahujícím 3,6 mld. Kč v ročním průměru. Zajímavý pohled na tento region bude analyzován i v příštím roce s ohledem na právě probíhající Hormuzskou krizi, kdy je významně omezen export surovin a chemických produktů vyráběných v zemích Perského zálivu.

Saúdská Arábie a Spojené arabské emiráty (SAE)

Saúdská Arábie a Spojené arabské emiráty představují klíčové obchodní partnery ČR v regionu. Celkový agregovaný vývoz ČR přesáhl v případě Saúdské Arábie 25 mld. Kč a u SAE dosáhl hranice 30 mld. Kč. V rámci chemického odvětví NACE 22 dosahoval meziroční růst stabilního tempa +6,8 % (I25/24 = 1,068). Český vývoz profitoval z dodávek pokročilých polymerních systémů pro stavebnictví, plastových obalových struktur pro potravinářský průmysl a technických plastů. SAE navíc potvrdily roli finančního a logistického hubu, přes který směřoval český vývoz spotřební chemie, kosmetiky a čisticích prostředků na trhy širšího regionu Blízkého východu a Afriky. Naopak dovoz z těchto zemí do ČR v této skupině tvoří primárně levnější polyetylenové a polypropylenové granulóty představující komoditní vstupy z tamních petrochemických komplexů (např. Sabic).

Kuvajt a Omán

Jedná se o objemově menší trhy se zakázkovým charakterem obchodního styku, které v odvětví NACE 20 (chemické látky a přípravky) zaznamenaly meziroční index růstu I25/24 = 1,042 (tj. růst o 4,2 %). Český vývoz se v letech 2024 a 2025 sou-

středil na technologické niky – dominantní složkou byly katalyzátory pro rafinérské provozy, průmyslová pojiva, specifická chemie pro desalinizační (odsolovací) jednotky a pokročilé polymerní izolace (odvětví NACE 22) pro stavební projekty v extrémních klimatických podmínkách. Dovoz do ČR byl statisticky marginální.

Írán

V důsledku přetrvávajících mezinárodních sankcí, embarga a restrikcí v mezinárodním bankovním styku (paralýza systému SWIFT) byl legální obchod utlučen na absolutní minimum. Celkový chemický vývoz činil pouhých cca 80 mil. Kč. Obchodní styk byl z důvodu regulatorních bariér stoprocentně alokovan do úzkého farmaceutického odvětví NACE 21, konkrétně do vývozu cytostatik, inzulinů a kritických léčiv realizovaných na základě schválených mezinárodních humanitárních výjimek ze sankčního režimu.

SHRNUTÍ – „STRUKTURÁLNÍ ROZEVÍRÁNÍ NŮŽEK“

Vývoj zahraničního obchodu České republiky v letech 2024 a 2025 v odvětvích NACE 20, 21 a 22 jasně demonstruje makroekonomický fenomén strukturálního rozevírání nůžek. Zatímco v obchodním styku s rozvinutými západními trhy (USA, Velká Británie) a Tureckem se českému vývozu – zejména v plastikářském odvětví NACE 22 a farmaceutickém sektoru odvětví NACE 21 – dařilo dosahovat vysokých meziročních růstů s vysokou přidanou hodnotou, v relaci s Čínou a asijskou oblastí docházelo k systematickému prohlubování obchodního deficitu. Tento stav je přímým důsledkem hluboké materiálové závislosti na asijských vstupech (API pro farmacii, speciální ultra čistá chemie pro elektroniku) a dlouhodobé neschopnosti evropských petrochemických závodů produkovat základní suroviny a polymery za ceny, které by dokázaly nákladově konkurovat asijským výrobcům disponujícím výrazně levnějšími energiemi a surovinami. V letech 2024 a 2025 se tak potvrdilo, že bez asijského importu se sice český průmysl v současné konfiguraci neobejde, avšak cena za tuto závislost se projevuje v trvalém odlivu kapitálu a záporném saldu chemické obchodní bilance.

Pavla Kotátková Stránská
VŠCHT Praha, ÚEM
kotatkop@vscht.cz
Ivan Souček, SCHP ČR
ivan.soucek@schpcr.cz



Chcete se o tématu dozvědět více?
Načtěte si příložený QR kód.

SCHP ČR v projektu BEAGLE: Od 40 projektových záměrů k 5 akčním plánům nejen pro chemický průmysl

Svaz chemického průmyslu České republiky vstupuje spolu s evropským projektem BEAGLE do jeho rozhodujícího, třetího roku. Z desítek inovačních návrhů, které vzešly z využití strategie Blue Oceans, nyní svaz jako odborný garant pomáhá vybrat ty, které získají konkrétní podporu při přípravě akčních plánů pro uplatnění na trhu.

INOVAČNÍ TRYCHTÝŘ „BLUE OCEANS“ MÍSTO NÁHODY

Projekt BEAGLE (Blue Oceans Strategy for Value Creation), financovaný z programu Horizon Europe, běží od ledna 2024 a letos v srpnu vstoupil do svého závěrečného, třetího roku. Jeho cílem je vytvořit metodiku na propojování potřeb průmyslu s výzkumnými kapacitami akademické sféry a tím také možnost, jak nápady systematicky proměňovat ve reálné disruptivní inovace. Konsorcium, které vede španělská Universitat Rovira i Virgili, tvoří tři univerzity, jedno technologické centrum a čtyři průmyslové klastry včetně Svazu chemického průmyslu ČR (SCHP ČR).

Metoda BEAGLE pracuje s principem takzvaného inovačního trychtýře: široké spektrum nápadů se postupně zužuje do konkrétních, realizovatelných projektů. Konsorcium nejprve definovalo 12 tematických tržních mezer neboli „modrých oceánů“ – oblastí bez přímé konkurence, kde lze očekávat vysoký inovační potenciál. Ve dvou otevřených výzvách se do projektu zapojilo přes 150 zástupců průmyslu a více než 120 akademických inovátorů, kteří společně formulovali téměř 40 konkrétních projektových návrhů. Z nich má do konce roku 2026 vzejít 20 finálních inovačních projektů, každý doplněný o vlastní akční plán realizace včetně možností financování z evropských fondů.

ROLE SCHP ČR: OD NÁVRHU K HODNOCENÍ

SCHP ČR se v projektu neomezuje na roli pozorovatele. Svaz se zapojil do práce expertních smíšených týmů hned v pěti z dvanácti tematických oblastí – šlo především o obnovitelné energie, využití umělé inteligence v průmyslových procesech, technologie zachytávání a využití CO₂ a principy cirkulární ekonomiky, tedy témata, která odpovídají prioritám českého i evropského chemického průmyslu. Svaz sám do procesu navrhl pět tržních mezer, z nichž dvě postoupily do další fáze zpracování.

V první otevřené výzvě SCHP ČR pomáhal zapojit průmyslové „makery“, kteří formulovali konkrétní inovační poptávku vycházející z reálných potřeb firem, a podílel se na přípravě takzvaných video fact sheets – stručných videoprezentací jednotlivých inovačních námětů, které následně sloužily jako podklad pro akademické řešitele ve druhé výzvě.

Projekt nyní vstoupil do fáze hodnocení, kdy se z přibližně 40 projektových návrhů vybírá 20 finálních. Svaz zde vystupuje jako jeden z odborných hodnotitelů a bude posuzovat pět vybraných projektů, čímž přímo ovlivňuje výběr inovací s nejvyšším aplikačním a tržním potenciálem. Vedle hodnocení se SCHP ČR podílí také na síťování mezi partnery projektu – účastní se konsorciálních setkání, workshopů a šíří informace o projektu mezi členskou základnou prostřednictvím pracovních skupin a odborných výborů svazu.

CO BUDE NA KONCI ROKU 2026

Projekt BEAGLE má být dokončen do konce roku 2026 představením inovační metodiky BEAGLE a 20 nejlepších inovačních projektů doplněných o konkrétní akční plány

a možnosti jejich financování v rámci EU a budoucích programů nebo výzev (např. Horizon Europe clusters, EIC Pathfinder, EIT KICs). Podle svazu jde o konkrétní příklad toho, jak cílená spolupráce mezi průmyslem a akademickou sférou může vést k identifikaci nových, dosud neobsazených trhů a rozvoji inovací s reálným aplikačním i investičním potenciálem. Zapojení do BEAGLE tak dává českým chemickým firmám přístup k evropským inovačním strukturám a nástroj, jak nové technologie a tržní příležitosti hledat systematicky, nikoli náhodně.

LITERATURA

- [1] Web projektu BEAGLE (projectbeagle.eu).
- [2] LinkedIn BEAGLE.
- [3] web SCHP ČR (schp.cz).

Financováno EU v rámci grantové dohody č. 101131128. Vyjádřené názory a stanoviska jsou však pouze názory autora(ů) a nemusí nutně odrážet názory Evropské unie nebo Evropské výkonné agentury pro výzkum. Evropská unie ani poskytovatel grantu za ně nemohou nést odpovědnost.“

Svaz chemického průmyslu ČR
www.schp.cz



Financováno
Evropskou unií



Chcete se o tématu
dozvědět více?
Načtete si příložený
QR kód.

Evropský projekt Altmark Lithium Extraction

Společnost Evonik Catalysts podporuje další fázi projektu Altmark Lithium Extraction (ALE) společnosti Neptune Energy realizovaného v severním Německu.

Oblast Altmark v saském Anhaltu disponuje zásobami lithia určenými pro tento konkrétní projekt. Jejich objem se odhaduje na 43 milionů tun ekvivalentu uhlíkatanu lithného (LCE). Společnost Neptune

Energy plánuje těžbu lithia z geotermální solanky s využitím technologie DLE v rámci svého záměru přispět k zajištění stabilních evropských dodávek kritických surovin. Během pilotní fáze I společnost Neptune vyhodnotila několik komerčně dostupných technologií DLE za podmínek specifických pro Altmark, včetně iontoměničových a adsorpčních procesů. Na základě těchto hodnocení byla pro další zkoumání v pilotní fázi II zvolena adsorpční technologie. Pro tuto testovací fázi padl výběr na společnost Evonik. Dodá svůj adsorbent Liocel® na základě jeho prokázané stability a vynikajícího výkonu v předběžných testech. Kromě

toho společnost Evonik podporuje pilotní program know-how v oblasti aplikací a procesů přímo na místě.

Pilotní zařízení vyvinuté institutem Fraunhofer IEG umožňuje extrakci lithia bez přítomnosti kyslíku. Denně dokáže zpracovat až 1000 litrů geotermálního solného roztoku. V rámci druhé fáze pilotního projektu bude v nadcházejících měsících společnost Neptune Energy testovat různé adsorbenty a provádět jejich hodnocení s cílem vybrat optimální řešení pro plánované budoucí nasazení technologie v průmyslovém měřítku.

www.evonik.com



GreenChemForCE: Cesta k udržitelnější výrobě léčiv a čistých chemikálií

Projekt GreenChemForCE, realizovaný v rámci programu Interreg Central Europe, propojuje univerzity, průmyslové subjekty a oborové organizace z Česka, Rakouska, Maďarska a Slovinska. Jeho cílem je podpořit přechod chemického průmyslu k cirkulární produkci, která bude šetrnější k životnímu prostředí a zároveň ekonomicky životaschopná [1].

Projekt usiluje o zvýšení udržitelnosti ve třech oblastech: a) při nakládání s plasty, b) u emisí CO_2 , včetně jejich využití a hledání obnovitelných zdrojů uhlíku, a c) při výrobě strukturně složitějších chemických sloučenin, zejména farmaceuticky aktivních látek. Pro každý z těchto směrů jsme provedli analýzu současného stavu a na jejím základě připravili strategie dalšího rozvoje [2].

V oblasti farmacie a čistých chemikálií jsme se zaměřili především na rozpouštědla, přechodné kovy používané v katalýze a suroviny z nefosilních zdrojů. Farmaceutická výroba je z hlediska množství použitého materiálu výrazně náročnější než velkoobjemová chemie. E-faktor, tedy množství odpadu na jednotku produktu, činí při zpracování ropy přibližně 0,1, u velkoobjemových chemikálií 1–5, u čistých chemikálií 5–45 a u aktivních farmaceutických látek dokonce 25–100. Zhruba 56 % tohoto odpadu tvoří rozpouštědla a dalších 32 % kontaminovaná voda. Podle údajů poskytnutých úzkým vzorkem firem se recyklovalo jen asi 27 % rozpouštědel, téměř výhradně z opakovaných velkoobjemových procesů. U menších produkcí náklady na recyklaci často převažují nad jejími přínosy [3].

Dalším důležitým tématem jsou vzácné kovy, zejména palladium a platina. Jejich význam je především ekonomický a geopolitický, protože velká část světové produkce je soustředěna v Jihoafrické republice a Rusku. Rizika s tím spjatá lze omezit širším využíváním sekundárních, tedy recyklovaných kovů, které mají zároveň výrazně

nížší dopad na životní prostředí než materiály z primární těžby. Zatímco z vyřazené elektroniky se palladium recykluje poměrně efektivně, z farmaceutických odpadů se získává méně než 5 % použitého kovu. Důvodem je především jeho nízká koncentrace ve složitých odpadních směsích a nedostatečně rozvinuté technologie a logistická infrastruktura.

Dlouhodobým problémem zůstává závislost chemického a farmaceutického průmyslu na fosilních zdrojích. Odhaduje se, že přibližně 97 % chemikálií stále pochází z ropy a dalších fosilních surovin [4].

Tato zjištění byla podkladem pro strategii propojující tři technologické priority – hospodaření s rozpouštědly, cirkulární využívání přechodných kovů a zavádění obnovitelných zdrojů uhlíku – a čtyři vzájemně provázané pilíře. První, regulační pilíř, má větší význam v oblasti plastů a emisí CO_2 , kde svou expertizu uplatňují zejména kolegové ze Svazu chemického průmyslu ČR. Další tři pilíře se farmaceutického průmyslu dotýkají blíže. V rámci vzdělávacího pilíře jsme na základě zkušeností partnerských univerzit vytvořili plán systematického zavádění zelené chemie na Univerzitě Karlově, aby její principy mohli budoucí absolventi využívat v praxi. Hlavní inspirací je Technická univerzita ve Vídni, kde se zelené chemii věnuje několik studijních programů.

Technologický pilíř se soustředí na řešení konkrétních problémů pomocí nových technologií testovaných přímo ve výrobní praxi. Ve spolupráci Univerzity Karlovy, Zentivy a EGIS Pharmaceuticals se například podařilo vyvinout analytické metody pro monitorování zbytkového palladia v odpadech vznikajících při syntéze farmaceutických komponent. Následně jsme identifikovali frakce bohaté na palladium, z nichž se podařilo vhodnými metodami zachytit až 88 % kovu. Ve spolupráci Univerzity Karlovy a společnosti Servier zase vznikla knihovna látek odvozených od molekuly Cyrenu, získávané z celulózové biomasy, které budou

dále testovány z hlediska biologické aktivity.

Zabýváme se také vývojem enzymatických amidací v průtokových reaktorech, využitím obnovitelných rozpouštědel ve farmaceuticky relevantních procesech a postupy omezujícími spotřebu rozpouštědel a drahých kovů.

Poslední pilíř regionální spolupráce zdůrazňuje výhody kooperace napříč obory a regiony. V projektu GreenChemForCE propojujeme čtyři regionální univerzity s farmaceutickými společnostmi, což umožňuje společný vývoj a ověřování udržitelnějších postupů i rychlejší přenos získaných poznatků do praxe.

Strategie tak není pouze souborem teoretických doporučení, ale navazuje na konkrétní výzkum a pilotní testování s průmyslovými partnery.

LITERATURA

- [1] <https://www.interreg-central.eu/projects/green-chemforce/?tab=home>.
- [2] <https://www.interreg-central.eu/projects/green-chemforce/?tab=outputs>.
- [3] a) R. A. Sheldon, *Green Chem.* 2007, 9, 1273.
b) R. K. Henderson, et al., *Green Chem.* 2011, 13, 854.
- [4] E. de Jong, H. Stichnothe, G. Bell, H. Jørgensen. *Bio-based chemicals: A 2020 update*.

Lukáš Rýček, Eliška Matoušová
Svaz chemického průmyslu ČR
www.schp.cz

Interreg
CENTRAL EUROPE



Co-funded by
the European Union

GreenChemForCE



Chcete se o tématu dozvědět více?
Načtěte si přiložený QR kód.

Strategie dekarbonizace chemického průmyslu ve střední Evropě

V loňském roce jsme v Chemagazínu představili analytickou část projektu GreenChemForCE, konkrétně výstupy WP2 zaměřené na „Analýzu lineárního a cirkulárního CO₂“ a možnosti využití oxidu uhličitého jako budoucí chemické suroviny. Na tuto analytickou fázi nyní navazuje finální strategický dokument projektu „Strategy for low carbon footprint chemical industry in Central Europe“ (Deliverable D.2.1.2), který představuje konkrétní strategický rámec pro transformaci chemického průmyslu v Česku, Rakousku, Maďarsku a Slovinsku.

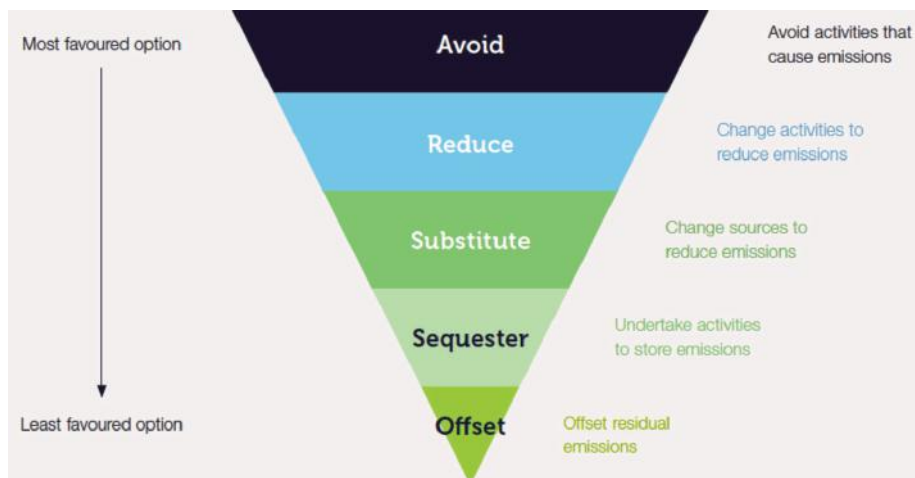
Strategie vznikla v rámci pracovního balíčku WP2 projektu GreenChemForCE programu Interreg CENTRAL EUROPE a jejím cílem je převést analytické poznatky do praktických směrů budoucího rozvoje chemického průmyslu v podmínkách přísnější evropské klimatické politiky. Dokument vychází z evropských iniciativ jako Fit for 55, Industrial Carbon Management Strategy, Clean Industrial Deal nebo nového rámce CISAF pro podporu průmyslové dekarbonizace.

Strategie potvrzuje, že samotné zvyšování energetické účinnosti již nebude pro dosažení klimatické neutrality do roku 2050 dostačující. Pro energeticky náročná odvětví, mezi která chemický průmysl bezpochyby patří, bude nezbytná kombinace více technologických přístupů – elektrifikace procesů, využití obnovitelného vodíku, technologií CCUS (Carbon Capture, Utilisation and Storage), cirkulárního uhlíku i nových surovinových základů založených na biomase či recyklovaném uhlíku (obr. 1).

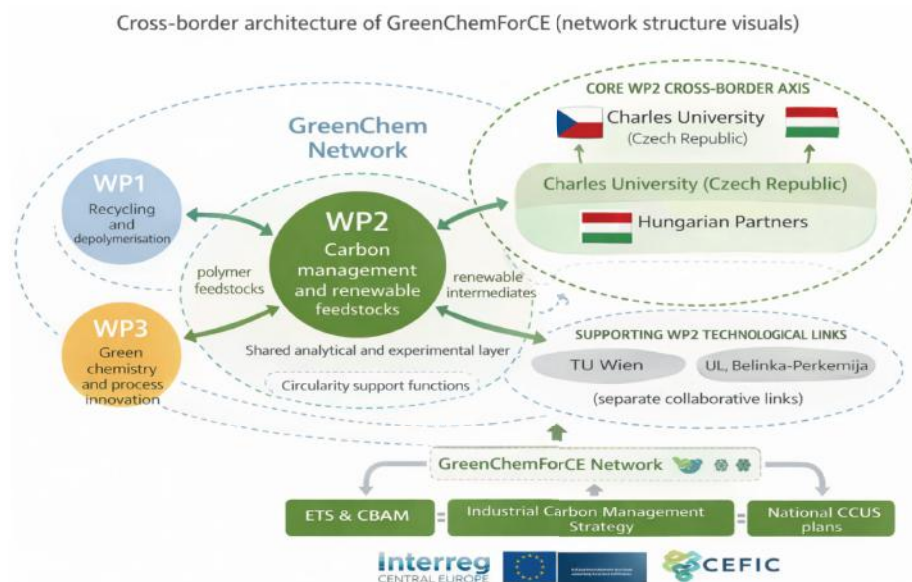
Významnou část strategie tvoří hodnocení realistické dosažitelnosti cílů pro roky 2040–2050. Dokument otevřeně konstatuje, že při současné úrovni technologické připravenosti nejsou cíle plně dekarbonizace dosažitelné pouze s využitím dnes komerčně rozšířených technologií. Zásadní bariérou zůstává především absence infrastruktury pro transport a ukládání CO₂, nedostatečná dostupnost obnovitelného vodíku a vysoké investiční náklady.

Za klíčový strategický prvek je označena přeshraniční spolupráce (obr. 2). Strategie zdůrazňuje, že budoucí uhlíkové hospodářství nebude možné budovat izolovaně na úrovni jednotlivých států. Příkladem je spolupráce mezi Českou republikou a Maďarskem v rámci WP2, propojující akademický výzkum, aplikovaný průmyslový vývoj a regulační aspekty budoucí implementace.

Novým prvkem oproti loňské analytické zprávě je také samostatná kapitola zaměřená na vzdělávání a Green Chemistry.



Obr. 1: Hierarchie technologických přístupů k řízení emisí CO₂ v chemickém průmyslu (Analýza WP2.1 a CEFIC iC2050 Carbon Manager)



Obr. 2: Schéma přeshraniční spolupráce v GreenChemForCE se zvýrazněnou hlavní osou části WP2

Strategie porovnává několik modelů vysokoškolského vzdělávání ve střední Evropě – od plně strukturovaného modelu TU Wien až po návrh systematického rozvoje Green Chemistry na Univerzitě Karlově v Praze. Součástí návrhu je vznik specializovaného kurzu Green Chemistry, rozvoj výzkumné laboratoře i témat zaměřených na využití CO₂ v chemických procesech.

Významným českým prvkem strategie je také začlenění platformy CO₂ Czech Solution Group (CO₂CZ), která propojuje průmysl, výzkumné organizace a veřejnou správu. Platforma má sloužit jako dlouhodobý implementační rámec pro rozvoj projektů zaměřených na dekarbonizaci průmyslu a může představovat referenční model i pro další regiony střední Evropy.

Součástí strategie jsou i technologické roadmapy a přehled hlavních směrů trans-

formace chemického průmyslu – od procesní intenzifikace přes Power-to-X technologie až po integraci CO₂ do chemických hodnotových řetězců. Dokument potvrzuje, že CO₂ již není vnímán pouze jako odpadní emise, ale stále více jako potenciální surovinový zdroj budoucí cirkulární chemie.

Projekt GreenChemForCE tím přechází od analytické fáze k vytváření konkrétního strategického a implementačního rámce pro budoucí transformaci chemického průmyslu ve střední Evropě. Ukazuje přitom, že cesta ke klimatické neutralitě nebude založena na jediné technologii, ale na kombinaci inovací, vzdělávání, regionální spolupráce a dlouhodobé průmyslové strategie.

Ing. Theodor PETŘÍK, SCHP ČR
petrik1805@gmail.com
www.schp.cz

Legislativa: Odklady na jedné straně, termíny na straně druhé

Evropská komise navrhovanou revizi REACH neotevře a předběžná dohoda na balíčku Omnibus VI počítá s posunem části povinností z CLP až na rok 2030. Ve stejném období ale nabíhají lhůty, které se odložit nedají – od PPWR použitelného od 12. srpna po konec přechodného období pro nové třídy nebezpečnosti 1. listopadu.

PPWR: LIMITY PFAS PRO OBALY PRO STYK S POTRAVINAMI PLATÍ OD 12. SRPNA

Nařízení (EU) 2025/40 (PPWR) vstoupilo v platnost v únoru 2025 a obecně platí od 12. srpna 2026. Od téhož dne nelze uvádět na trh obaly určené pro styk s potravinami s koncentrací PFAS rovnou nebo vyšší než: 25 ppb pro jednotlivou nepolymerní PFAS látku stanovenou cílenou analýzou, 250 ppb pro součet nepolymerních PFAS (v obou případech bez započtení polymerních PFAS) a 50 ppm pro PFAS včetně polymerů. Pokud celkový fluor přesáhne 50 mg/kg, musí být na vyžádání doloženo, jaká část připadá na PFAS a jaká na ostatní fluor. Rozhodující není datum výroby, ale datum uvedení na trh: obal vyrobený před 12. srpnem, který do tohoto data nebyl uveden na trh, musí při pozdějším uvedení splňovat nové limity.

Praktický dopad míří jinak, než by se od chemické legislativy čekalo. Nejvíce se dotkne zpracovatelů papíru a lepenky, výrobců bariérových vrstev a potravinářských firem. Bez údajů od dodavatele nebo odpovídajících výsledků zkoušek bude obtížné prokázat compliance obalu v technické dokumentaci. Česko bylo mezi členskými státy, které v červnu vyzvaly Komisi k vytvoření konsolidovaného harmonogramu prováděcích aktů a metodických dokumentů.

CLP: 1. LISTOPADU KONČÍ PŘECHODNÉ OBDOBÍ PRO NOVÉ TŘÍDY NEBEZPEČNOSTI

Delegované nařízení (EU) 2023/707 doplnilo do CLP třídy pro endokrinní disruptory (ED HH a ED ENV), PBT/vPvB a PMT/vPvM, s odstupňovanými přechodnými lhůtami. Pro látky nově uváděné na trh platí od 1. května 2025, pro nové směsi od 1. května 2026. Pro látky, které byly na trhu před 1. květnem 2025, končí přechodné období 1. listopadu 2026. Směsi uvedené na trh před 1. květnem 2026 mají čas do 1. května 2028.

Listopadový termín je z celého přehledu ten, který se nejčastěji podceňuje. Neznamená totiž jen doplnění nové EUH věty na štítek. Znamená projít portfolio látek, posou-

dit je proti kritériím, u nichž často chybějí data, a výsledek promítnout do bezpečnostních listů a označení. A nejedná se vždy o odečet z tabulky – u ED a PMT jde o hodnocení založené na váze důkazů. A protože se klasifikace látky (složky) může promítnout do klasifikace směsí, dopadne rozhodnutí učiněné letos i na směsi uvedené na trh před 1. květnem 2026, pro něž přechodné období skončí v květnu 2028. První krok je nutný a účinný: vyžádat si od dodavatelů písemné potvrzení, zda látky proti novým třídám posoudili.

C&L INVENTÁŘ: JMÉNA OZNAMOVATELŮ JSOU OD 1. ČERVENCE VEŘEJNÁ

Od 1. července 2026 zveřejňuje ECHA v C&L inventáři (v ECHA CHEM) jména subjektů, které podaly oznámení o klasifikaci a označení. Vyplývá to z revidovaného článku 42 CLP ve znění nařízení (EU) 2024/2865. U skupinových oznámení se zveřejňuje jméno oznamovatele jediného za skupinu, u klasifikací pocházejících z registrací podle REACH jméno registranta. Aby jméno nebylo od 1. července zveřejněno, bylo nutné nejpozději do 30. června aktualizovat oznámení a řádně odůvodnit žádost o důvěrnost.

Ta lhůta již uplynula: vaše klasifikace jsou nově dohledatelné pod jménem firmy včetně případů, kde se pro tutéž látku liší od klasifikace konkurenta nebo dodavatele. ECHA si od zveřejnění slibuje rychlejší sjednocování odlišných záznamů. Firmám to v praxi přinese dotazy od zákazníků a obchodních partnerů – a je rozumné mít pro odlišnou klasifikaci připravené odůvodnění dřív, než dotaz přijde.

OMNIBUS VI A REACH: CO SE ODKLÁDÁ A CO NE

Dva jarní kroky je třeba číst spolu. 27. dubna 2026 komisařka Jessika Roswall ve výboru ENVI uvedla, že Komise REACH v tuto chvíli otevírat nebude; místo revize základního textu se chce soustředit na fungování stávajícího rámce. 17. června 2026 pak Rada a Evropský parlament dosáhly předběžné dohody na balíčku Omnibus VI, který zjednodušuje pravidla pro chemické látky, kosmetiku a hnojiva. Součástí dohody je posun použitelnosti části požadavků revidovaného CLP z 1. ledna 2028 na 1. leden 2030 a úprava požadavků na čitelnost označení: zjednodušení pro produkty B2B, zachování minimální velikosti písma u spotřebitelských výrobků.

Nejde přitom jen o posun termínů. Předběžná dohoda mění některé požadavky na čitelnost a označování. Dokud ale kom-

promis nebude formálně přijat a vyhlášen, je nutné plánovat podle stávajícího znění. Odložená revize REACH s sebou nese i stále otevřenou otázku registrace polymerů.

PFAS: RAC DOKONČIL, SEAC DO KONCE ROKU

Posouzení návrhu univerzálního omezení PFAS podle REACH se posunulo do závěrečné fáze. Výbor pro posuzování rizik (RAC) přijal konečné stanovisko 2. března 2026. Výbor pro socioekonomickou analýzu (SEAC) zveřejnil 26. března návrh stanoviska a zahájil šedesátidenní konzultaci, která skončila 25. května. Konečné stanovisko SEAC se očekává do konce roku 2026; poté ECHA obě stanoviska předá Komisi, která připraví návrh omezení k hlasování ve výboru REACH.

Zajímavý je rozdíl mezi oběma výbory – oba výbory podporují celounijní omezení, liší se však v názoru na přiměřený rozsah výjimek. RAC považuje za nejúčinnější plošný zákaz a případné výjimky by podmínil přísnými opatřeními k řízení rizik. SEAC plošný zákaz za přiměřený nepovažuje a přiklání se k zakazu s výjimkami vázanými na konkrétní použití, přičemž má výhrady k výjimkám bez časového omezení. Pro firmy, které PFAS používají, z toho každopádně plyne poměrně jasné zadání: doložit použití, dostupnost alternativ a socioekonomické dopady na úrovni konkrétní aplikace.

UK REACH: LHŮTY O TŘI ROKY DÁL

16. července 2026 byl vydán předpis The REACH (Amendment) (No. 2) Regulations 2026 (SI 2026/849) s účinností od 6. srpna 2026. Lhůty pro předložení úplných registračních dat v rámci přechodné registrace se posouvají z 27. října 2026, 2028 a 2030 na 27. října 2029, 2030 a 2031. Nařízení zároveň prodlužuje lhůty pro kontroly souladu podle článku 41(5). Platí pro Anglii, Wales a Skotsko; v Severním Irsku se nadále uplatňuje EU REACH. Pořadí zůstává zachováno: v první vlně jsou látky ve vysokých tonážích, CMR (>1 t/r), látky toxické pro vodní prostředí (> 100 t/r) a SVHC zařazené na Candidate List nejpozději 27. října 2027.

Důvod je stejný jako v roce 2023: alternativní model přechodné registrace (ATRM), který má snížit náklady na přiřazení dat, nebyl dokončen včas. Jde tedy již o třetí odklad.

KRÁTCE K MIKROPLASTŮM

Nařízení Komise (EU) 2026/1168 z 1. června 2026 upravuje položku 78 přílohy XVII REACH. Výjimka se nyní výslovně vztahuje na všechny léčivé přípravky včetně pří-

pravků používaných v klinických hodnoceních a souvisejícím předklinickém testování. Nově zahrnuje také syntetické polymerní mikročástice používané pro výzkum a vývoj zaměřený na výrobky a postupy (PPORD) v množství nejvýše jedné tuny ročně, a to i mimo průmyslové areály. Zároveň zpřesňuje výjimku pro mikročástice trvale zabudované do pevné matrice: nově se vztahuje jen na použití s předpokládanou dobou trvání nejméně jeden rok. Toto zpřesnění se použije od 22. června 2028, tedy s dvouletým odkladem. Firmy spoléhající na výjimku

by proto měly ověřit předpokládanou dobu použití dotčených výrobků a u krátkodobých aplikací včas připravit jiná řešení.

Co sledovat do konce roku

- 1. listopadu 2026 – konec přechodného období pro nové třídy nebezpečnosti u látek již uvedených na trh.
- Do konce roku 2026 – konečné stanovisko SEAC k univerzálnímu omezení PFAS.
- Formální schválení balíčku Omnibus VI a jeho zveřejnění v Úředním věstníku.

Stano Gajdoš
Yana Trubitsyna
REGARTIS s.r.o.
stano@regartis.com



Chcete se o tématu dozvědět více?
Načtete si příložený QR kód.

Pololetní zpráva VCI o chemickém a farmaceutickém průmyslu: žádné oživení, investice nadále klesají

Německý chemický a farmaceutický průmysl se snaží dostat z krize. Ačkoli se první polovina roku 2026 vyvíjela o něco lépe než druhá polovina roku 2025, nic nenasvědčuje příznivému trvalému oživení. Výroba byla přibližně o 3 % nižší než v předchozím roce a tržby poklesly o jedno procento na 106 miliard eur. Zároveň i nadále klesají investice, již třetí rok za sebou. Pro Německý svaz chemického průmyslu (Verband der Chemischen Industrie – VCI) je to jasný varovný signál.

„Pololetní výsledky jsou opět zklamáním,“ shrnuje předseda VCI Markus Steilemann. „Mírný nárůst, jenž jsme zaznamenali, ale rozhodně není důvodem k radosti, že je krize zažehnána. Je to především důsledek jednorázových vlivů vyplývajících z ozbrojených konfliktů na Blízkém východě. Jedná se pouze o dočasné uklidnění situace, nikoli o obrát trendu. V zásadě však zůstávám přesvědčen o velkém potenciálu našeho odvětví jako hnací síly nezbytné transformace směrem k udržitelnosti a odolnosti.“

V důsledku války v Perském zálivu společnosti v současné době doplňují své zásoby, aby předešly možnému nedostatku dodávek. Současně se díky blokádě Hornuzského průlivu dočasně zmírnil konkurenční tlak z asijské strany.

V této souvislosti se německý obchod v chemii a farmacii v posledních šesti měsících určitým způsobem stabilizoval. Vývoz však zůstává stále nízký. Mnoho závodů ještě stále pracuje pod svou kapacitou. Výroba i tržby jsou výrazně pod hodnotami, jež jsme zaznamenali v roce 2021.

Mnohé podniky navíc očekávají, že obchodní podmínky zůstanou i v nadcházejících měsících obtížné. Rostoucí náklady, slabé objemy tržeb a celkově neutuchající silná mezinárodní konkurence nadále

vyvíjejí tlak na zisky. Za celý rok proto VCI očekává pokles výroby o 1,5 %. Vzhledem k nestabilní geopolitické situaci se sdružení v současné době zdržuje dalších prognóz.

Z pohledu VCI je obzvláště znepokojící pokles investic do nemovitostí, strojů a zařízení. Ten je přibližně o 15 % nižší, než vykazoval rok 2023. Tento trend zapadá do alarmujícího celkového obrazu: podle jedné studie činí čisté produktivní investice v Německu v současné době pouze asi 0,2 % hospodářského výkonu. I v Evropě dochází ke snižování výrobních kapacit bez dostatečných investic do nových zařízení a technologií budoucnosti. Pro německé podniky představují vysoké náklady na energii a výrobu, stejně jako další nepříznivé podmínky v zemi, největší hrozbu pro investování.

www.vci.de

CEFIC: Evropský návrh na revizi systému obchodování s emisemi hrozí, že omezí průmysl, nikoli emise

Nedávný návrh na revizi systému obchodování s emisemi EU (ETS) vzbuzuje vážné obavy v širokých kruzích evropského chemického průmyslu. V době, kdy se toto odvětví potýká s vysokými náklady na energii, těžkou celosvětovou konkurencí a nedostatkem nezbytných podmínek pro dekarbonizaci, návrh nedokáže řešit rostoucí náklady spojené s CO₂ ani v krátkodobém, ani ve střednědobém horizontu, aniž by se zabýval základními překážkami průmyslové transformace.

Pozitivní aspekty, jako je zploštění křivky snižování emisí a možnost využívání mezinárodních uhlíkových kreditů, jsou zcela kompenzovány drastickým omezením bezplatného přidělování povolenek. Tím, že návrh komise ruší ochranu před únikem emisí, ze které dosud společnosti těží, a namísto toho ukládá investiční požadavky spojené s další byrokracií, došlo k jeho naprostému odtržení od reality, s níž se průmysl v praxi

potýká: chybí jak ekonomická návratnost, tak i příznivé podmínky.

Markus Kamieth, předseda Ceficu, k této zveřejněné zprávě uvedl: „Evropský průmysl ztrácí pozice, a to alarmujícím tempem. Dnešní návrh představuje promarněnou příležitost k vytvoření uskutečnitelné cesty k průmyslové transformaci a k obnovení důvěry v Evropu jako místo pro investice a výrobu. Mohl přinést úlevu před rokem 2030 i po něm, a tím posílit ekonomickou opodstatněnost investic do nízkouhlíkových řešení. Místo toho však prohlubuje nejistotu a zvyšuje tlak právě v okamžiku, kdy Evropa potřebuje rozhodné kroky, aby zastavila zhoršování konkurenceschopnosti a podpořila investice do transformace. Každá promarněná příležitost ztěžuje zvrácení tohoto sestupného trendu a zvyšuje riziko, že investice, výroba a inovace z Evropy zcela zmizí.“

Pro velkou část chemického průmyslu stále neexistují podmínky nezbytné k transformaci, včetně cenově dostupné energie, adekvátní infrastruktury, škálovatelných technologií a fungujících trhů s nízkouhlíkovými produkty. Bez těchto podmínek nemohou dodatečné náklady systému ETS podnitit investice potřebné k dekarbonizaci a místo toho hrozí, že ještě více sníží konkurenceschopnost evropského průmyslu.

Navrhovaná revize je obzvláště znepokojivá v době, kdy Evropa již přišla o 10 % svých výrobních kapacit v chemickém průmyslu, čímž je ohroženo více než 100 000 přímých i nepřímých pracovních míst. Zintenzivňující se globální konkurence znemožňuje podnikům přenést dodatečné náklady na zákazníky, což oslabuje jejich pozici vůči globálním konkurentům. Pro chemické podniky všech velikostí je to kritická situace, avšak pro malé a střední podniky se tyto dodatečné tlaky mohou stát otázkou přežití.

Tento problém je naléhavější, než byl kdykoli v minulosti, a průmysl potřebuje okamžitou pomoc, která musí přijít před rokem 2030. Evropa se rychle blíží k bodu zlomu, kdy již nebude možné obnovit ztracené výrobní kapacity, rozpadlé hodnotové řetězce a ušlé investice. Navíc bude stále obtížnější dosáhnout evropských klimatických cílů.

www.cefic.org

Homogenní nanostruktury od laboratorního měřítka až po sériovou výrobu díky fokusovanému ultrazvuku

Zařízení DEBEX od společnosti FUST LAB zajišťuje reprodukovatelnou nanoemulgaci a nanodisperzi bez nutnosti použití povrchově aktivních látek. Díky použití fokusované energie ultrazvuku systém vytváří rovnoměrné rozložení energie uvnitř procesní komory, čímž umožňuje přesně kontrolovat velikost částic v nanoměřítu. Uživatelé tak těží z rovnoměrného rozložení částic a lepší stability v široké škále laboratorních i průmyslových aplikací.

Na rozdíl od konvenčních ultrazvukových zařízení nebo vysokotlakých systémů soustředí vlnu do válce konstrukce s fokusovaným ultrazvukem energii do středu reaktoru. Tím dochází k zamezení nerovnoměrných zón zpracování a nadměrných lokálních energetických špiček. Výsledkem je vznik homogenních nanostruktur s velkou reprodukovatelností. Taková stabilita a spolehlivost procesu jsou obzvláště cenné v analytických laboratořích, při vývoji receptur a v prostředí kontroly kvality.



System DEBEX

Schopnost vyrábět nanoemulze a disperze bez dalších povrchově aktivních látek otevírá nové možnosti pro náročné receptury. Lze dosáhnout vyšší čistoty produktu, sníženého obsahu přísad a lepší dlouhodobé stability. Tyto výhody jsou relevantní nejen pro farmaceutický výzkum, ale také pro vývoj kosmetických přípravků, chemické zpracování, materiálové vědy či aplikace v energetice.

Přesné řízení frekvence, výkonu a průtoku umožňuje přizpůsobení široké škále materiálů. Lze účinně zpracovávat jak systémy s nízkou viskozitou, tak i systémy s vysokou koncentrací. Integrovaný chladič

systém zajišťuje provoz s regulovanou teplotou a chrání tepelně citlivé komponenty během zpracování.

Systém DEBEX je přenositelný z laboratorního výzkumu do pilotního měřítka i do kontinuální inline výroby. Procesy vyvinuté v laboratorním měřítu lze s minimálními ztrátami přenést do průmyslového prostředí, což zkracuje dobu vývoje a zvyšuje efektivitu procesu. Tato plynulá převoditelnost umožňuje rychlejší zavádění inovativních nanoformulací a pokročilých disperzí materiálů.

Ať už se jedná o vývoj liposomů, vysoce koncentrované disperze, funkční kosmetické systémy nebo pokročilé zpracování materiálů, tato platforma poskytuje spolehlivý výkon, reprodukovatelné výsledky a flexibilní integraci do moderních výrobních prostředí.

www.fustlab.com

Společnost AnalytiChem nabízí řadu standardů k testování paliv

Společnost AnalytiChem, výrobce specializovaných chemikálií, činidel, akreditovaných standardů, přístrojů a spotřebního materiálu, představila novou řadu standardů CONOSTAN® pro plynovou chromatografii (GC) určených k testování paliv. Jejich nová řada metodických standardů CONOSTAN ASTM D3606 pokrývá kompletní pracovní postup pro stanovení benzenu a toluenu v palivech pro zážehové motory; všechny jsou dodávány z jediného spolehlivého zdroje.

Aby laboratoře dosáhly přesné analýzy uhlovodíků pomocí standardu D3606, musí jít dále, nestačí pouze jednoduchá kalibrace. Přesnost vyžaduje neustálé zaměření na ověřování výkonu GC a zajištění přesného rozlišení pík. Technici musí také pečlivě spravovat interní standardy a zároveň mezi jednotlivými analýzami vzorků striktně dodržovat čistotu v systému GC.



Standardy CONOSTAN® pro plynovou chromatografii určené k testování paliv

Nová řada standardů CONOSTAN D3606 od společnosti AnalytiChem plně podporuje tyto požadavky a zahrnuje 19 produktů, od sad kalibračních křivek a kontrolních standardů pro různé postupy A a B až po čisté interní standardy a roztoky pro ověření vhodnosti systému.

Tato komplexní řada certifikovaných referenčních materiálů (CRM), vyráběná ve výrobním centru CONOSTAN společnosti AnalytiChem akreditovaném podle normy ISO 17034, zajišťuje spolehlivost v rámci celé metody D3606. Uživatelé mají také možnost flexibilně zvolit sadu, která nejlépe vyhovuje jejich potřebám: sady s „vnitřním standardem v balení“ pro rychlejší práci, sady bez přidaných standardů a čisté vnitřní standardy pro laboratoře, které si samy řídí svůj pracovní postup.

www.analytichem.com

Shimadzu převzala německý startup Plasmion a jeho ionizační technologii SICRIT

Společnost Shimadzu Corporation převzala 75 % podíl na akciích německého startupu Plasmion GmbH sídlícího v bavorském Augsburgu, čímž se tato společnost stala její dceřinou společností. Cílem uskutečněné akvizice je získat technologii ionizačního zdroje pro hmotnostní spektrometrie SICRIT (Soft Ionization by Chemical Reaction In Transfer) vyvinutou společností Plasmion a související technologie, a tím podpořit podnikání společnosti Shimadzu v oblasti hmotnostní spektrometrie (MS).

SICRIT je průlomová technologie, která překonává omezení všeobecně používané metody APCI (chemická ionizace při atmosférickém tlaku) v kapalinové chromatografii s hmotnostní spektrometrií (LC-MS) a obdobných aplikacích. Jejím hlavním rysem je schopnost přímo ionizovat analyty s vysokou citlivostí bez náročné předúpravy vzorků, což umožňuje vysoce citlivou analýzu v reálném čase, která byla dosud jen obtížně proveditelná. Tato technologie se již využívá v aplikacích, jako je vyhledávání markerů chorob ve vydechaném vzduchu v oblasti zdravotnictví, monitorování stopových množství nebezpečných látek v životním prostředí a nedestruktivní analýza aromatických složek v potravinách a nápojích.

Společnosti Shimadzu a Plasmion spolupracují od roku 2019 prostřednictvím výměny technických informací, výpůjček produktů společnosti Shimadzu a vývoje aplikací technologie SICRIT.

www.shimadzu.com

ISC 2026 Symposium

► 6. – 10. 9. 2026, Kongresové centrum Praha

Mezinárodní symposium o chromatografii (ISC) představuje nejstarší konferenční sérii v oblasti separační vědy. Hlavním zaměřením symposia bude význam chromatografie a separačních metod při naplňování potřeb farmaceutického, environmentálního, potravinářského a zdravotnického průmyslu, stejně jako vědy a medicíny. Program symposia tyto tematické oblasti reflektuje a zvýrazňuje nové výzvy a rozvíjející se příležitosti pro vědu i marketing systémů a metod separace a detekce.

www.isc2026.org

78. Sjezd českých a slovenských chemiků

► 7. – 10. 9. 2026, Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem

Součástí Sjezdu není jen odborný program, který je vhodný jak pro starší a zkušenější, tak i pro chemické mláďa. Je nejen plný přednášek a prezentací posterů, ale i dostatečného množství společenských setkání tak, aby měli účastníci dostatek příležitosti k setkávání, diskusím a navázání nových odborných i soukromých kontaktů.

sjezd78.csch.cz

Kurz ICP-OES „Od vzorku k výsledku“

► 9. – 10. 9. 2026, OREA Resort Devět Skal

Kurz pořádá Pragolab s.r.o. a jeho obsahem jsou přednášky a technické konzultace.

www.pragolab.cz/udalosti/detail/627

27. Škola hmotnostní spektrometrie

► 21. – 25. 9. 2026, Hotel Frymburk

Letošní program se zaměří na hmotnostní spektrometrii v celé její šíři – od plánování experimentu a přípravy vzorků přes vývoj a validaci metod až po interpretaci dat a jejich praktické využití. Přednášky pokryjí témata spojená se statistickým návrhem studií, LC-MS analýzou biologických vzorků, stabilitou analytů, automatizací přípravy vzorků i strukturální interpretací MS/MS dat. Vedle metodických přednášek zazní i řada aplikací z klinické a farmaceutické analýzy, forenzní analýzy, toxikologie, environmentální analýzy a kontroly potravin. Program doplní příspěvky věnované necílenému screeningu, proteomice, metabolomice, RNA léčivům, využití umělé inteligence a novým směrům v hmotnostní spektrometrii.

skolams2026.spektroskopie.cz

POWTECH & TECHNOPHARM 2026

► 29.9 – 1. 10. 2026, Norimberk (D)

Mezinárodní konference zaměřená na membránové a elektromembránové procesy, kde průmysloví lídři a světoví vědci identifikují a řeší aktuální problémy.

www.melpro.cz

MELPRO 2026

► 4. – 7. 10. 2026, Praha

Mezinárodní konference zaměřená na membránové a elektromembránové procesy, kde

průmysloví lídři a světoví vědci identifikují a řeší aktuální problémy.

www.melpro.cz

VVKL 2026 – Konference pro vývoj, výrobu a kontrolu léčiv

► 10. – 11. 11. 2026, Praha - Čestlice

Synergie při výrobě humánních a veterinárních léčiv

Letošní ročník VVKL rozšiřuje svůj odborný záběr i na oblast veterinárních léčiv. Začátek programu bude proto věnován oblastem, ve kterých se oba segmenty prolínají, i specifikům, která je z pohledu výroby, kvality a legislativních požadavků odlišují. O tomto tématu budou následně diskutovat MUDr. Tomáš Boráň, ředitel SÚKL, MUDr. Jiří Bureš, ředitel ÚSKVBL a Ing. Pavel Šebek, CSc., ředitel vývoje v ZENTIVA k.s. a zástupce Cayman Pharma s.r.o.

Trendy, inovace a zkušenosti z praxe

Na programu konference bude dalších 19 odborných přednášek, které se zaměří na vývoj, výrobu, kontrolu kvality, legislativu, analytiku i nové technologie ve farmaceutickém průmyslu.

Společenský večer a nové ocenění

Součástí programu bude tradiční společenský večer, během kterého bude poprvé udělena Cena za celoživotní přínos farmaceutickému průmyslu, jejímž partnerem je společnost Thermo Fisher Scientific – Specialty Diagnostics Group.

www.vvkl.cz

78. Sjezd chemiků 2026 v Ústí nad Labem

Sjezd chemických společností

7. 9. 2026 - 10. 9. 2026

v prostorách Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem



Organizátor:

Česká (a Slovenská) společnost chemická: (<https://csch.cz/>; <https://schems.sk/>)

Přírodovědecká fakulta UJEP, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem (prf.ujep.cz; ujep.cz)

35 let od vzniku UJEP

170 let ústecké Spolchemie

120. ročník časopisu Chemické listy

IV. ROČNÍK
**KONFERENCE PRO VÝVOJ,
VÝROBU A KONTROLU LÉČIV**



**NEJNOVĚJŠÍ TRENDY A INOVACE
VE VÝVOJI, VÝROBĚ A KONTROLE
HUMÁNNÍCH A VETERINÁRNÍCH LÉČIV**

10.–11. 11. 2026

**KONFERENCEČNÍ CENTRUM
HOTEL AQUAPALACE PRAHA - ČESTLICE**

HLAVNÍ SPONZOŘI



VÝZNAMNÍ SPONZOŘI

SPONZOŘI



www.vvkl.cz

