

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

306 204

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

B01D 15/08	(2006.01)
B01D 15/20	(2006.01)
B01D 15/38	(2006.01)
B01J 20/06	(2006.01)
B01J 20/30	(2006.01)
B01J 20/282	(2006.01)
D01D 5/00	(2006.01)
D01F 9/08	(2006.01)
B82Y 30/00	(2011.01)
C07K 1/22	(2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky **2015-52**
(22) Přihlášeno: **28.01.2015**
(40) Zveřejněno: **29.09.2016**
(Věstník č. 39/2016)
(47) Uděleno: **17.08.2016**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku:
(Věstník č. 39/2016)

(56) Relevantní dokumenty:
Journal of Chromatography A, Volume 1218, Issue 51, 23 December 2011, Pages 9121–9127, Steven Schneiderman et al. "Mathematical model using non-uniform flow distribution for dynamic protein breakthrough with membrane adsorption media", doi:10.1016/j.chroma.2011.10.063; Chromatographia, May 2011, Volume 73, Issue 9, pp 1015-1020, David Adeyemi et al.: "Electrospun Nanofibers Sorbents for Pre-Concentration of 1,1-dichloro-2,2 bis-(4-chlorophenyl)ethylene with Subsequent Desorption by Pressurized Hot Water Extraction" doi:10.1007/s10337-011-1989-3. JP 2010179262 A; US 2007269655 A; WO 2010030900 A; WO 2009002849 A; WO 9732646 A; WO 2014182378 A; WO 2010059165 A.

(73) Majitel patentu:
Masarykova univerzita, Brno, CZ
PARDAM, s.r.o., Pardubice, CZ
Ústav analytické chemie AV ČR, v. v. i., Brno, CZ

(72) Původce:
Ing. František Foret, CSc., Brno, CZ
Mgr. Jana Křenková, Ph.D., Brno, CZ
Ing. Jaroslava Morávková, Ph.D., Praha 9, CZ
Mgr. Jan Buk, Roudnice nad Labem, CZ

(74) Zástupce:
PatentCentrum Sedlák a Partners s.r.o., Husova 5,
370 01 České Budějovice

(54) Název vynálezu:
**Použití anorganických nanovláken pro
záchrnu sloučenin s fosfátovou skupinou ve
své struktuře**

(57) Anotace:
Použití anorganických nanovláken zvlákněných z roztoku alespoň jednoho polymeru a alespoň jednoho prekurzoru na bázi TiO₂, ZrO₂ nebo obsahujícího Fe pro záchrnu sloučenin s fosfátovou skupinou ve své struktuře, zejména fosopeptidů. Použití podle vynálezu je možné uplatnit na průtokovém zařízení tvořeném nosičem opatřeným vstupem kapalného vzorku a výstupem kapalného vzorku, ve kterém je usporádán adsorbent, jehož podstata spočívá v tom, že adsorbentem jsou tato anorganická nanovlákná.

CZ 306204 B6

Použití anorganických nanovláken pro záchyt sloučenin s fosfátovou skupinou ve své struktuře

5 Oblast techniky

Předkládaný vynález se týká použití anorganických nanovláken zvlákněných z roztoku alespoň jednoho polymeru a alespoň jednoho prekurzoru pro záchyt sloučenin s fosfátovou skupinou ve své struktuře.

10

Dosavadní stav techniky

Pro analýzu látek, které jsou ve směsích obsaženy ve velmi malých množstvích, je nutné užití 15 vysoce citlivých detekčních metod, které však mají svá omezení, daná například samotným principem metody a zejména přítomností jiných látek často v podstatně vyším množství. Jednou z technik, která se úspěšně používá pro minimalizaci těchto omezení, je zvýšení koncentrace zkoumaných látek – metoda obecně nazývaná předkoncentrace. Předkoncentrační metoda je nej-20 častěji založena na interakci analytu s pomocnou látkou umožňující zachycení a hromadění analytu na úkor jiných látek a jeho následném uvolnění (eluci), kdy ve výsledném eluátu je žádoucí látka obsažena ve vyšší koncentraci, než byla v původním vzorku. Těchto metod se rutinně využívá a jsou zavedené. Vysokou účinnost předkoncentrace mají metody založené na vázání látek v místě 25 předkoncentrace fyzikální či chemickou vazbou, která se po ukončení plnění nosiče a jeho propláchnutí přeruší a látky jsou poté uvolněny pro další analýzu. V praxi jsou nejčastěji využívané metody založené na použití vhodného sorbantu, kde se využívá ustanovení rovnováhy a užití selektivních nebo neselektivních interakcí. V případě neselektivní interakce jde zejména o hydrofobní/hydrofilní interakce na povrchu vhodného materiálu, např. organických polymerů, nebo modifikovaného silikagelu.

30 V případě selektivní vazby zakoncentrovávané látky se sorbentem je třeba bud' vhodné modifikace povrchu materiálu sorbantu tak, aby byl umožněn vznik žádané vazby, nebo použít materiál, jehož chemické složení selektivní vazbu s požadovanými složkami vzorku umožňuje bez modifikace. V obou uvedených příkladech je pro uvolnění zachycené látky třeba vazbu přerušit, což se děje fyzikálně (např. zvýšením teploty), nebo chemicky, kdy se vhodným činidlem přeruší dosavadní vazba a dojde k uvolnění látky. V současné době se pro podobné aplikace používají porézní 35 monolitické materiály, sorbenty ve tvaru kulíček, nedefinované drti, nebo syntetické membrány. Tyto materiály vykazují bud' nízkou povrchovou aktivitu, velký hydraulický odpor, nebo obojí. Vzhledem k potřebě velkého povrchu materiálu (pro dosažení požadované kapacity) je snaha minimalizovat velikost částic. Se zmenšujícími se částicemi však narůstá hydraulický odpor prů-40 tokového zařízení. Proto je v praxi velikost částic omezena na průměr desítek mikrometrů a větší.

45 Příprava nanovlákných materiálů pomocí elektrostatického zvlákňování je v laboratorním měřítku známá technika, její rozšíření do výrobních rozměrů ale není příliš úspěšné a tam, kde se prosazuje, omezuje se na výrobu polymerních nanovláken, která se používají ve formě membrán s využitím kupříkladu pro filtrace. Technika odstředivého zvlákňování je relativně nová, zatím se používá především pro zvlákňování polymerních materiálů na nosný substrát ve formě tenkých polymerních membrán. Z české přihlášky PV 2014-444 je znám způsob přípravy mezoporézních anorganických nanovláken odstředivým zvlákňováním, zejména vhodných pro použití jako nanovlákně anorganické heterogenní katalyzátory. Způsob odstředivého zvlákňování využívá 50 k tvorbě vláken z polymerního roztoku vliv odstředivé síly. Zvlákňovací roztok se dávkuje do zvlákňovací hlavy - spinerety, která rotuje vysokou rychlosťí (2 až 20 tisíc otáček za minutu) kolem vlastní osy. Průchodem roztoku přes úzkou šterbinu nebo přes hrany spinerety je vlivem odstředivých a snykových sil výtrysk polymerního roztoku protahován za tvorby velmi tenkých dlouhých vláken.

55

Podstata vynálezu

Při hledání adsorbentu vhodného do průtokových zařízení bylo zjištěno, že nanovlákkenné materiály vykazují vysokou selektivitu a kapacitu pro určité složky kapalných vzorků. Předmětem vynálezu tedy je použití anorganických nanovláken zvlákněných z roztoku alespoň jednoho polymeru a alespoň jednoho prekurzoru na bázi TiO_2 , ZrO_2 nebo obsahujícího Fe pro záchyt sloučenin s fosfátovou skupinou ve své struktuře, zejména fosfopeptidů. Tato nanovlákna, která selektivně na svém povrchu zachycují látky obsahující fosfátovou skupinu PO_4^{3-} , se připraví způsobem, kdy se nejprve připraví roztok polyvinylpyrrolidonu, prekurzoru titanu, nebo zirkonia v rozpouštědle, tento roztok se zvlákni metodou odstředivého zvlákňování a potom kalcinuje, s výhodou při 400 až 1000 °C.

Nanovlákna složená z krystalitů TiO_2 v krystalické formě rutilu nebo anatasu, případně z krystalů ZrO_2 o tetragonální nebo monoklinické krystalické struktuře o velikosti 4 až 20nm vykazují velmi vysokou aktivitu pro záchyt sloučenin s fosfátovou skupinou ve své struktuře, zejména fosfopeptidů. Podobnou aktivitu vykazují též nanovlákna s obsahem železa. Nanovlákna s obsahem niklu pak umožňují záchyt látek bohatých na aminokyselinu histidin. Pro tyto účely se dále hodí nanovlákna na bázi Al_2O_3 a SiO_2 dopovaná ionty Ni, Gd, Ga, Nb, Sn, Hf, Ta, nebo Fe.

V porovnání se současnými technologiemi přináší využití nanovlákkenných materiálů podstatně zlepšení hydrodynamické propustnosti a tím i zrychlení požadovaných procesů.

Novost řešení spočívá ve využití anorganických nanovláken, obsahujících chemické skupiny, které se zúčastňují chemické reakce v průtokovém systému. Přestože mají použitá nanovlákna, připravená přímo z požadovaného materiálu, velký povrch, má jejich vrstva v širokém rozmezí (1 až 100 mm) malý hydraulický odpor. To, na rozdíl od současných materiálů, umožňuje přípravu průtokových systémů s velkou povrchovou aktivitou. Přidanou hodnotu představuje též nízká cena nanovlákkenných materiálů v porovnání s jinými řešeními.

Hlavní výhody předkládaného vynálezu spočívají v materiálových možnostech nanovláken připravených metodou odstředivého zvlákňování, která umožňuje produkovat nanovlákkenný materiál ve formě vaty s velmi nízkým hydraulickým odporem v porovnání s ostatními materiály. Například při použití nanovláken s 10x menším průměrem než průměr sorbentu ve tvaru kuliček bude povrch nanovláken více než 5x větší než stejně objemové množství kuličkového sorbentu.

Zvlákňování lze provádět buď metodou elektrostatického zvlákňování, nebo metodou odstředivého zvlákňování. V tomto vynálezu je upřednostňovanou metodou zvlákňování metoda odstředivého zvlákňování, protože výsledná vatovitá struktura vláken je pro selektivní záchyt analyzovaných látek vhodnější.

Při vhodném naplnění nanovláken do průtokového zařízení bude mít toto zařízení řádově nižší hydraulický odpor než zařízení naplněné kuličkami. Obdobně dopadne i srovnání s porézními polymerními monolity, nebo membránami.

Pro selektivní adsorpci a zakoncentrování specifických složek kapalného vzorku jsou vhodné jak nanovlákkenné sorpční materiály s aktivními vazebními centry vzniklými v průběhu kalcinace polymer-anorganických nanovlákkenných materiálů jejich transformací na čistě anorganická, oxidická vlákna, tak i nanovlákkenné sorpční materiály s aktivními vazebními centry nanesenými v průběhu další modifikace těchto vláken. Modifikace se provádí postupy známými v oboru obecně pro modifikace sorpčních (chromatografických) materiálů, například impregnací, iontovou výměnou, nebo chemickým nanášením par (CVD).

Vynález popisuje využití nanovláken oxidů přechodných kovů s řízeným složením, porozitou a strukturou, včetně propojených mezopórů a vysokým měrným povrchem pomocí elektrostatic-

kého zvlákňování a metody odstředivého zvlákňování. Tento vynález otevírá nové možnosti pro selektivní obohacení složek tekutých vzorků v chemii, zejména v bioanalytické chemii.

Struktura popisovaných nanovlákných materiálů byla již dříve definována pomocí metod ske-
novací elektronové mikroskopie (SEM), transmisní elektronové mikroskopie s vysokým rozliše-
ním (HR-TEM), rentgenové difrakce (XRD), spektroskopie v oblasti ultrafialového, viditelného
záření a v blízké infračervené oblasti (UV-Vis-NIR) a pomocí adsorpce dusíku za teploty 77 K,
viz česká přihláška PV 2014-444.

Aktivita a selektivita nanovlákných materiálů je srovnatelná nebo vyšší než u práškových
mikročástic a umožňuje přípravu kolon pro selektivní záchyt složek vzorku s podstatně nižším
hydrodynamickým odporem při současně vyšší sorpční kapacitě.

Použití podle vynálezu je možné uplatnit na průtokovém zařízení tvořeném nosičem opatřeným
vstupem kapalného vzorku a výstupem kapalného vzorku, ve kterém je uspořádán adsorbent,
jehož podstata spočívá v tom, že adsorbentem jsou anorganická nanovlákná. Provedení průtokovo-
vého zařízení zahrnuje jak sloupové, tak i plošné uspořádání nosiče. Nosičem může být průtokovo-
vá kolona, pipetová špička, kapilára, mikrotitrační destička nebo jiný nosič. V preferovaném pro-
vedení průtokové kolony jsou anorganická nanovlákná umístěna uvnitř kolony na propustné
přepážce.

Objasnění výkresů

Vynález je blíže osvětlen za využití výkresů, na kterých obr. 1 ukazuje schematicky průtokovou
kolonu při využití anorganických nanovláken. Snímek vláken z elektronového mikroskopu je na
obrázku 2a, difraktogram XRD anorganických nanovláken na obrázku 2b, přičemž osa x znázor-
ňuje dvojnásobek úhlu dopadu rentgenového záření a osa y znázorňuje intenzitu detekovaného
difrakčního záření. Obr. 3a znázorňuje hmotnostní spektrum tryptických peptidů kaseinu, obr. 3b
hmotnostní spektrum tryptických peptidů kaseinu po obohacení na koloně naplněné nanovláknou
 TiO_2 ve formě anatasu, obr. 3c hmotnostní spektrum tryptických peptidů kaseinu po obohacení na
koloně naplněné nanovláknou TiO_2 ve formě rutilu a obr. 3d hmotnostní spektrum tryptických
peptidů kaseinu po obohacení na koloně naplněné nanovláknou ZrO_2 . Na uvedených hmotnostních
spektrech na obr. 3a až 3d osa x znázorňuje poměr hmotnosti a náboje detekovaných peptidů, osa
y znázorňuje intenzitu detekčního signálu a hvězdička označuje tryptické fosopeptidy kaseinu.

Příklady uskutečnění vynálezu

Předmětem vynálezu je použití nanovláken zvlákněných z roztoku alespoň jednoho polymeru
a alespoň jednoho prekurzoru na bázi TiO_2 , ZrO_2 nebo obsahujícího Fe pro záchyt sloučenin
s fosfátovou skupinou ve své struktuře metodou odstředivého zvlákňování pro selektivní záchyt
požadovaných molekul z komplexního kapalného vzorku. Podstata tohoto vynálezu bude demon-
strována dále na příkladních provedeních s odkazem na příslušné výkresy.

Předkládaný vynález využívá anorganických nanovláken připravených známými způsoby. Přípra-
vu anorganických nanovláken podle české přihlášky PV 2014-444 popisují následující kroky:

1. Příprava roztoku alespoň jednoho polymeru a alespoň jednoho prekurzoru kovu vybraného
z kovů II.A, III.A, IV.A, I.B, II.B, III.B, IV.B, V.B, VI.B, VII.B, VIII.B skupin periodické tabul-
ky, konkrétně TiO_2 , ZrO_2 nebo prekurzoru obsahujícího Fe

2. Zvláknění připraveného roztoku za tvorby polymer-anorganických nanovláken

3. Kalcinace výsledných polymer-anorganických vláken při teplotě v rozmezí 250 až 1400 °C, s výhodou 400 až 1100 °C, za tvorby čistě anorganických nanovláken oxidů kovů

5 4. Další volitelné modifikace nanovláken oxidů kovů, jako je impregnace dalšími aktivními složkami či nanášení dalších aktivních složek

Výsledná nanovlákná, která obsahují oxidy kovů v podobě krystalů a krystalin o velikosti jednotek nanometrů organizovaných v podobě mezoporézních nanovláken o tloušťce v rozmezí 20 až 10 800 nm a délce 1 µm až délce nekonečného vlákna již neobsahují polymerní složku, ta je při kalcinaci odstraněna.

Jako polymery mohou být s výhodou použity polymery a kopolymery rozpustné v rozpouštědle pro zvláštnovací roztok, zejména vhodné jsou polymery a kopolymery monomerů vybraných ze skupiny zahrnující vinylalkohol, vinylpyrrolidon, oxiran, butyraldehyd, vinylacetát. S výhodou 15 jsou jako polymery použity polyvinylalkohol, polyvinylpyrrolidon, polyethylenoxid, polyvinylacetát a/nebo polyvinylbutyral.

Jako prekurzory kovů mohou být s výhodou použity jejich soli, zejména s anionty minerálních 20 kyselin, jako jsou halogenidy, dusičnany, sírany, uhličitané, dále oxyhalogenidy, hydroxidy, C1-C4 alkoxidy, acetylacetonáty, soli s anionty C1-C10 karboxylových nebo dikarboxylových kyselin, případně může prekurzor obsahovat kov v oxoaniontu nebo halogenaniontu kyseliny nebo 25 soli s amonným kationtem nebo s kationtem alkalického kovu. Kovy mohou být vybrány ze skupiny zahrnující Ag, Al, Ba, Ce, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Ge, Gd, Hf, La, Mo, Ni, Pb, Pd, Pt, Rh, Si, Sn, Sr, Ta, Ti, V, W, Y, Zn, Zr. Prekurzory je možné demonstrovat například na příkladu 25 zirkonia, kdy jako prekurzor může být použit např. propoxid zirkoničitý, isopropoxid zirkoničitý, 2-ethylhexanoát zirkoničitý, oxychlorid zirkoničitý, chlorid zirkoničitý, dusičnan zirkoničitý nebo hydroxid zirkoničitý.

Rozpouštědly pro roztok polymeru a prekurzoru kovu mohou být například voda, C1-C10 alkoholy (např. methanol, ethanol, isopropanol, butanol), C3-C10 ketony a diketony, C6-C8 aromáty, 30 C5-C8 alkany, C1-C4 karboxylové kyseliny, C1-C4 chlorované alkany, dimethylformamid, dimethylacetamid, dimethylsulfoxid a jejich směsi.

Zvláštnování provádíme buď metodou elektrostatického zvláštnování, nebo metodou odstředivého 35 zvláštnování.

Příklad 1: Získání anorganických nanovláken na bázi TiO₂

40 TiO₂ nanovlákná byla připravena metodou odstředivého zvláštnování za tvorby 3D vatovité struktury. Zvláštnovací roztok byl připraven rozpuštěním polyvinylpyrrolidonu a butoxidu titaničitého v ethanolu v poměru polymer:butoxid:ethanol 0,5:3,5:6 a míchán po dobu 4 hodin. Polymerní roztok byl dávkován do zvláštnovací hlavy rotující rychlostí 7000 otáček za minutu. Vlákna byla zachycována v kolektoru zachovávajícím vatovitou strukturu vláken. Následně byla kalcinována při teplotě 400 až 900 °C. I po kalcinaci si vlákna zachovávají 3D vatovitou strukturu. Na obr. 2a 45 je snímek z elektronového mikroskopu ukazující velikost a morfologie anorganických nanovláken TiO₂, na obr. 2b je znázorněn difraktogram XRD prokazující krystalickou strukturu anorganických nanovláken TiO₂.

50

Příklad 2: Získání anorganických nanovláken na bázi ZrO₂:

Zvláštnovací roztok byl připraven rozpuštěním polyvinylpyrrolidonu a oxychloridu zirkoničitého v destilované vodě v poměru polymer:oxychlorid:voda 0,5:2,5:7. Polymerní roztok byl dávkován 55 do zvláštnovací hlavy rotující rychlostí 5000 otáček za minutu. Vlákna byla zachycována v kolektoru zachovávajícím vatovitou strukturu vláken. Následně byla kalcinována při teplotě 400 až 900 °C. I po kalcinaci si vlákna zachovávají 3D vatovitou strukturu.

toru zachovávajícím vatovitou strukturu vláken. Následně byla kalcinována při teplotě 600 až 900 °C. I po kalcinaci si vlákna zachovávají 3D vatovitou strukturu.

5 Příklad 3: Získání anorganických nanovláken na bázi Al₂O₃:

Hexahydrt chloridu hlinitého a polyvinylalkohol byly rozpuštěny v destilované vodě v poměru chlorid:polymer:voda 1:0,5:8,5 a míchány po dobu 10 hodin. Zvláčňovací roztok byl dávkován do spinerety rotující rychlostí 9000 otáček za minutu. Kalcinace byla provedena při teplotě 10 1100 °C pro dosažení krystalické modifikace α-Al₂O₃.

Příklad 4: Použití anorganických nanovláken v průtokové koloně:

15 Anorganická nanovlákna s průměrem v rozmezí 10 až 10000 nm získaná výše uvedeným způsobem z chemicky reaktivního materiálu (např. oxidu zirkoničitého) jsou umístěna v průtokové koloně. Vzorek roztoku (proteiny, peptidy, oligonukleotidy ve vodě) je následně vnesen do průtokové kolony, jak je znázorněno na obr. 1. Průtokové zařízení 1 je tvořené průtokovou kolonou opatřenou vstupem 2 kapalného vzorku a výstupem 3 kapalného vzorku, přičemž v této koloně je uspořádána propustná přepážka 5 a na ní ve směru proti toku kapaliny adsorbent 4 v podobě získaných anorganických nanovláken. Po nanesení vzorku na kolonu a době nezbytné k záchytu reagujících složek vzorku je z průtokové kolony odstraněn zbytek vzorku např. proudem promývacího inertního roztoku, plynu, nebo odstředivou silou. V dalším kroku je pak složka vzorku zachycená na povrchu nanovláken uvolněna vhodným elučním roztokem. Jako eluční roztok lze např. využít roztok o vyšším, nebo nižším pH, než samotný vzorek. Dále lze využít roztok látky, která se zachytává na nanovláknech s větší afinitou než složky vzorku - např. fosforečnan sodný v případě záchytu fosfopeptidů. Předpokládaný způsob využití zahrnuje jednorázově, nebo více-násobně použitelné průtokové zařízení pro selektivní záchyt vybraných látek ve vzorku.

30 Příklad 5: Selektivní zachycení tryptických fosfoproteinů kaseinu

Příkladem praktického bioanalytického využití anorganických nanovláken podle vynálezu je selektivní zachycení fosfopeptidů ze směsi peptidů vzniklých trypsinolýzou fosfoproteinu kasein. 35 V této směsi je kromě řady nefosforylovaných peptidů i pět fosfopeptidů, jejichž seznam a vlastnosti jsou uvedeny v Tabulce 1.

No.	Sekvence aminokyselin	Odpovídající M/z [M+H] ⁺	Počet fosfátových skupin
1	FQSEEQQQTEDELQDK	2061.4	1
2	IEKFQSEEQQQTEDELQDK	2431.6	1
3	FQSEEQQQTEDELQDKIHPF	2556.6	1
4	RELEELNVPGEIVESLSSSEESITR	3041.6	3
5	RELEELNVPGEIVESLSSSEESITR	3122.19	4

40 Tabulka 1 - Seznam tryptických fosfopeptidů kaseinu.

Směs všech peptidů byla nanesena na průtokovou kolonu znázorněnou na obr. 1 v roztoku okyseleném 1% kyselinou trifluoroctovou. Poté byla kolona propláchnuta destilovanou vodou a zachy-

cené fosfopeptidy eluovány roztokem 1% amoniaku a analyzovány hmotnostní spektrometrií s ionizací pomocí matricí asistované laserové desorbce.

5 Příklady selektivního obohacení fosfopeptidů zachycených z tryptické směsi proteinu (kasein) na koloně obsahující nanovlákna oxidu titaničitého (rutil a anatas) a oxidu zirkoničitého připravěných dle postupu výše jsou znázorněny na obr. 3a až 3d.

10 Na obr. 3a je znázorněno hmotnostní spektrum tryptických peptidů kaseinu. Fosforylované peptidy jsou označeny hvězdičkou. Jejich signál je díky interferenci nefosforylovaných peptidů na hranici detekovatelnosti. Na obr. 3b je pak hmotnostní spektrum tryptických peptidů kaseinu po obohacení na koloně naplněné nanovlákny TiO_2 ve formě anatas. Fosforylované peptidy jsou označeny hvězdičkou. Většina interferujících peptidů byla odstraněna. Na obr. 3c je znázorněno hmotnostní spektrum tryptických peptidů kaseinu po obohacení na koloně naplněné nanovlákny TiO_2 ve formě rutil. Obohacené fosforylované peptidy jsou označeny hvězdičkou. Na obr. 3d je znázorněno hmotnostní spektrum tryptických peptidů kaseinu po obohacení na koloně naplněné nanovlákny ZrO_2 . Fosforylované peptidy jsou označeny hvězdičkou. Prakticky všechny nefosforylované peptidy byly odstraněny.

15

20 Průmyslová využitelnost

Použití anorganických nanovláken zvlákněných z roztoku alespoň jednoho polymeru a alespoň jednoho prekurzoru na bázi TiO_2 , ZrO_2 nebo obsahujícího Fe nalezne uplatnění při chemické analýze látek, zejména proteinů, peptidů a glykanů, v kapalných vzorcích.

25

P A T E N T O V É N Á R O K Y

30

1. Použití anorganických nanovláken zvlákněných z roztoku alespoň jednoho polymeru a alespoň jednoho prekurzoru na bázi TiO_2 , ZrO_2 nebo obsahujícího Fe pro záchyt sloučenin s fosfátovou skupinou ve své struktuře, zejména fosfopeptidů.
- 35 2. Použití podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že anorganická nanovlákna byla získána metodou odstředivého zvlákňování.

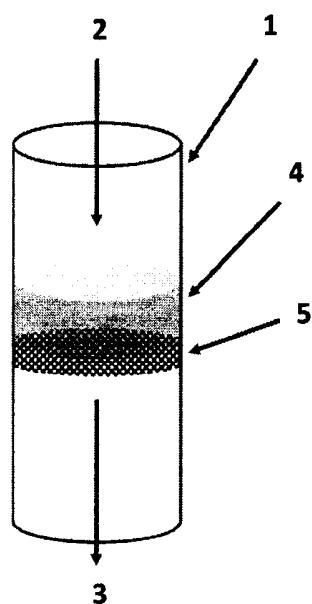
40

6 výkresů

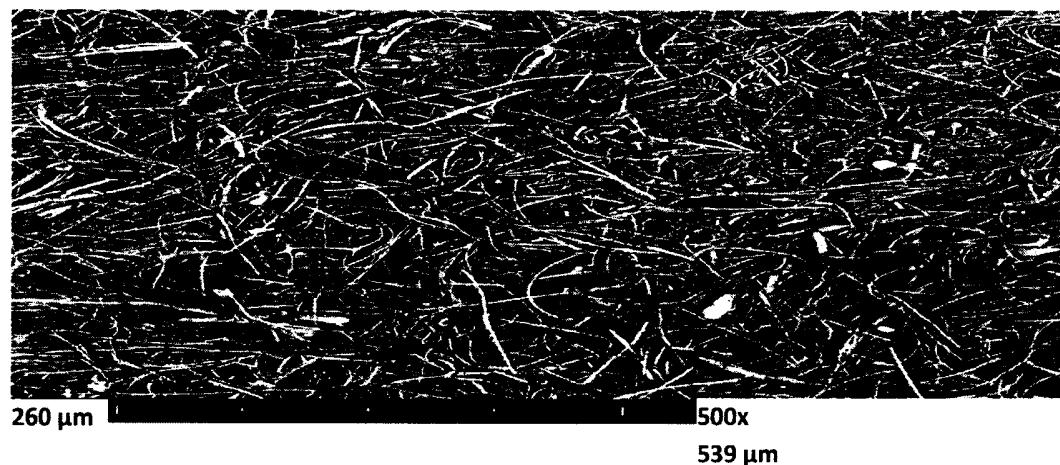
45

Seznam vztahových značek:

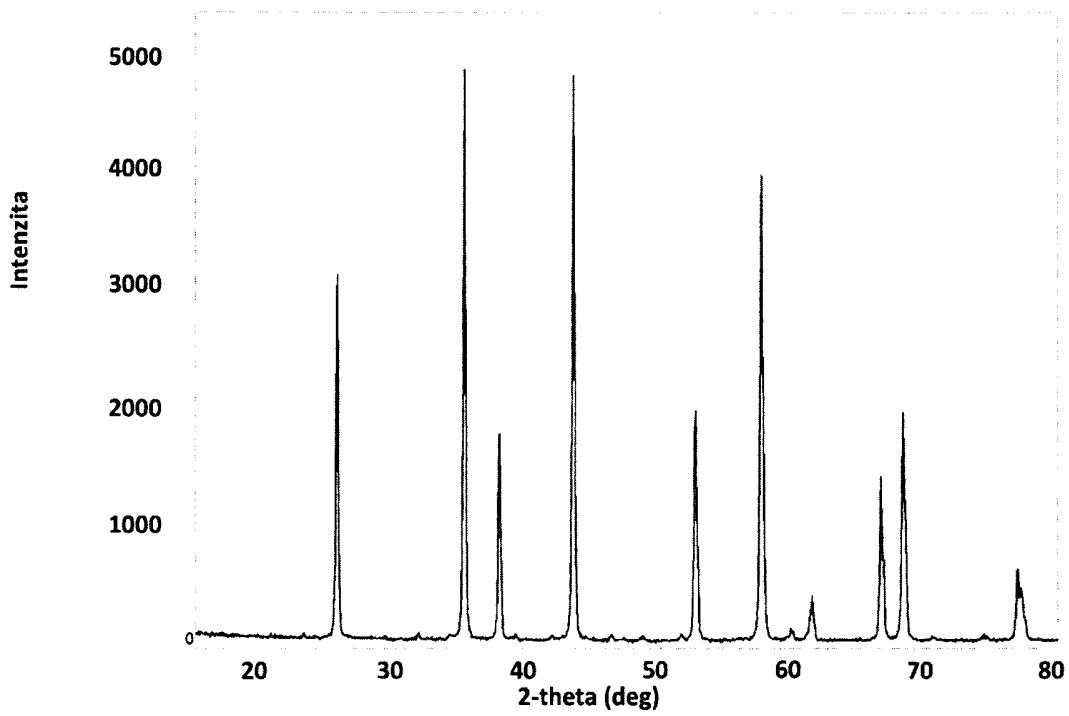
1. Průtokové zařízení
2. Vstup kapalného vzorku
3. Výstup kapalného vzorku
4. Adsorbent
5. Přepážka



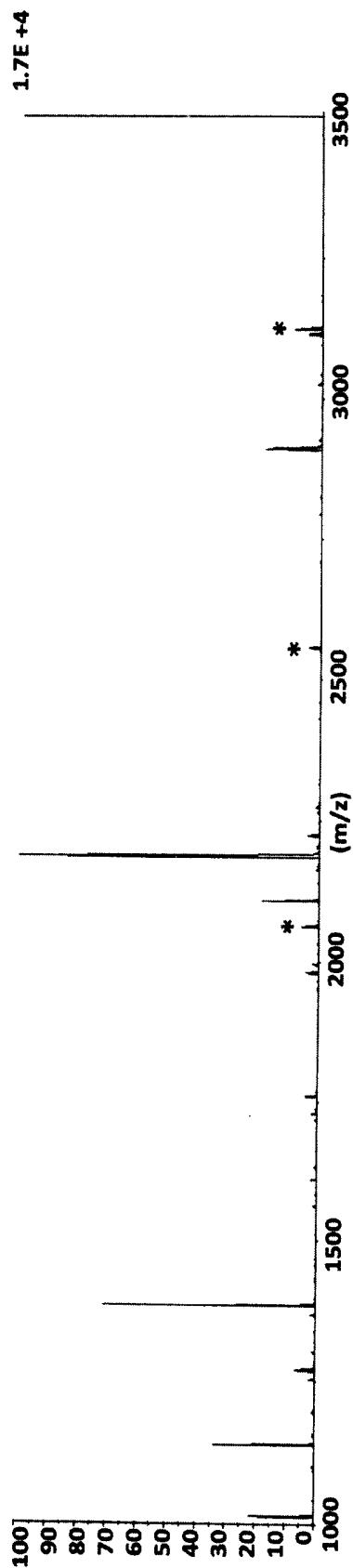
Obr. 1



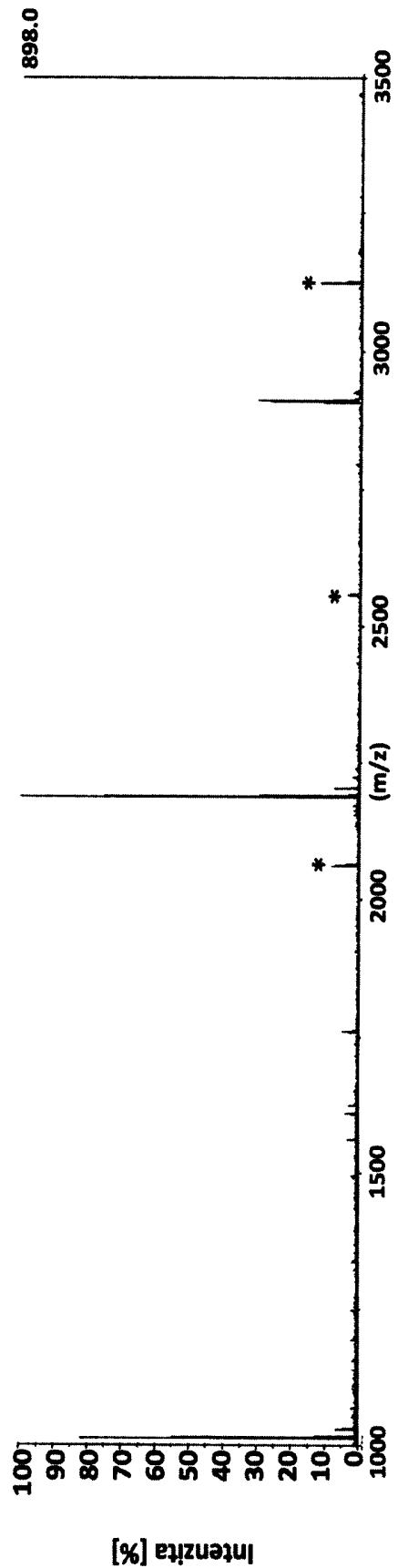
Obr. 2a



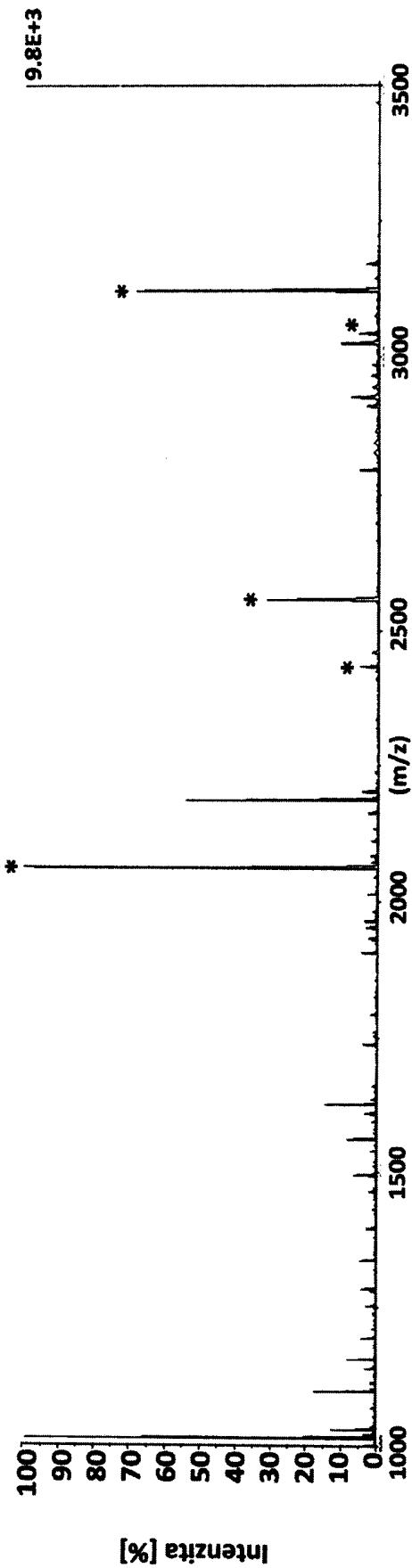
Obr. 2b



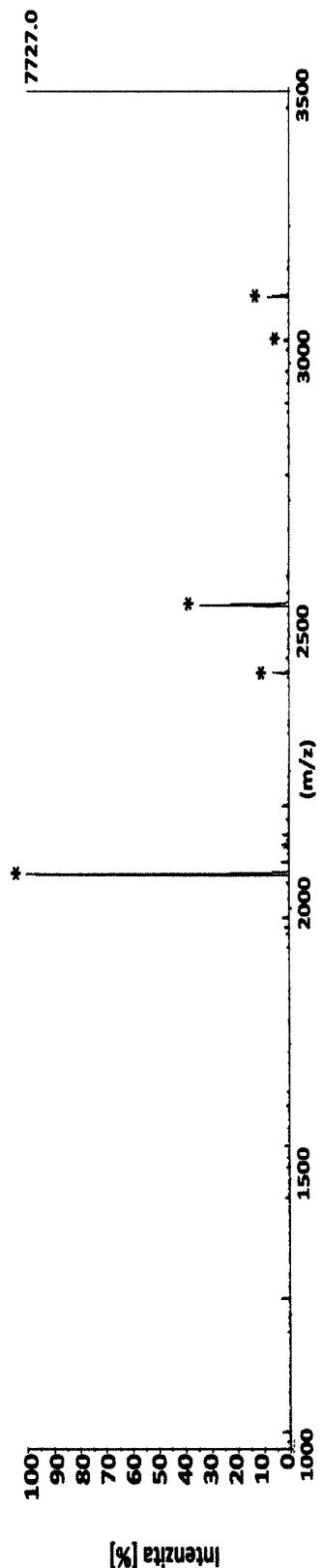
Obr. 3a



Obr. 3b



Obr. 3c



Obr. 3d

Konec dokumentu