

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2016-735

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

A01N 25/28 (2006.01)
A01N 25/26 (2006.01)
A01P 1/00 (2006.01)
A01P 3/00 (2006.01)
A61K 47/04 (2006.01)
A61K 9/50 (2006.01)
B82B 3/00 (2006.01)
B82Y 5/00 (2011.01)
B82Y 40/00 (2011.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **25.11.2016**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **06.06.2018**
(**Věstník č. 23/2018**)

- (71) Přihlašovatel:
Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha 6-
Suchbát, CZ
Universitat Politècnica de València, 46022
Valencia, ES
- (72) Původce:
doc. Ing. Pavel Klouček, Ph.D., Rostoky, CZ
Ing. Matěj Božík, Osek, CZ
Ramón Martínez Máñez, 46133, Meliana, Valencia,
ES
Andrea Bernardos Bau, 46111, Rocafort, Valencia,
ES
- (74) Zástupce:
HARBER IP s.r.o., Na bělidle 64/3, 150 00 Praha 5,
Smíchov

(54) Název přihlášky vynálezu:
**Mezoporézní materiál na bázi oxidu
křemičitého pro řízené uvolňování aktivních
látek a jeho použití**

(57) Anotace:
Předkládané řešení se týká mezoporézního
materiálu na bázi oxidu křemičitého pro řízené
uvolňování aktivních látek cílovým
mikroorganismem, přičemž mezoporézní materiál
obsahuje mezoporézní nanočástice oxidu
křemičitého o velikosti v rozmezí od 100 nm do 1
µm s velikostí pórů 2 až 15 nm, na jehož povrchu
jsou kovalentně přes spojku L, kterou je
trialkoxysilan, navázány sacharidové deriváty o
počtu sacharidových jednotek 1 až 20, přičemž v
pórech mezoporézní nanočástice je enkapsulovaná
aktivní látka. Dále se předkládané řešení týká
použití tohoto mezoporézního materiálu.

CZ 2016 - 735 A3

Mezoporézní materiál na bázi oxidu křemičitého pro řízené uvolňování aktivních látek a jeho použití

Oblast techniky

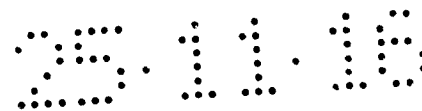
Předkládaný vynález se týká mezoporézního materiálu na bázi oxidu křemičitého pro řízené uvolňování aktivních látek a jeho použití.

Dosavadní stav techniky

V poslední době významně stoupá poptávka po přírodních produktech bez chemických aditiv či reziduí a je stále více kladen důraz na zdravý životní styl coby prevenci proti civilizačním chorobám. Nové možnosti antimikrobiálních přípravků se v posledních desetiletích rychle rozvíjejí. Tradiční systémy jsou ve většině případů založeny na použití nosičů na bázi organických polymerů, které obvykle uvolňují svůj obsah mechanismem difuzních procesů nebo prostřednictvím degradace polymerního nosiče. Nově jsou vyvíjeny systémy, kdy k uvolňování určitých látek dochází řízeně, tedy pouze v přítomnosti specifického stimulu.

Na rozdíl od tradičních nosičů, mezoporézní křemičitany (MPK) funkcionalizované kovalentně vázanými molekulami blokujícími póry, představují velmi perspektivní technologii a jsou v posledních letech intenzivně zkoumány. Jejich výhodou je zejména možnost uzavírání pórů pomocí různých typů molekul, které mohou být odštěpeny velmi specifickými vnějšími mechanismy. Tím pádem MPK dokáží uvolnit svůj obsah ve vhodném místě a čase. Mezi prozkoumané vnější mechanismy patří například fotochemické, elektrochemické a iontové reakce, změny polaritativity nebo přítomnost určitých biomolekul, které dokáží uvolnit biologicky aktivní látky ze skupiny cytotoxických látek, proteinů, barviv, enzymů nebo fragmentů nukleových kyselin.

Významným patogenem skladovaných zemědělských produktů je *Aspergillus niger*, jehož některé kmeny produkují ochratoxin A, který má nefrotoxické, imunotoxické, karcinogenní a teratogenní účinky. Antimikrobiální těkavé látky z rostlin jsou vhodnou alternativou syntetických pesticidů a konzervantů potravin a jejich řízené uvolňování by usnadnilo aplikaci a zajistilo dlouhodobou účinnost a snadnou manipulaci, aniž by byla negativně ovlivněna jejich fungicidní aktivita.



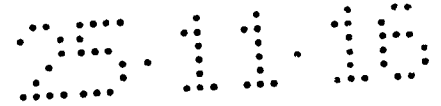
Enkapsulace výše zmíněných těkavých antimikrobiálních látek do mezoporézního křemičitanu MCM-41 byla studována v článku A. Janatová et al., *Industrial Crops and Products*, 2015, 67, 2016-220. Adsorpcí těkavých látek do pórů mezoporézního křemičitanu bylo dosaženo zpomalení odpařování těchto látek a tím i delší celkové doby jejich působení na kolonie *Aspergillus niger*.

Ve stavu techniky však dosud chybí materiály, které by těkavou aktivní látku uvolňovaly pouze v přítomnosti patogenních mikroorganismů a nedocházelo by tudíž k jejímu postupnému neregulovatelnému uvolňování odpařováním.

Podstata vynálezu

Předkládaný vynález se týká mezoporézních nanočástic oxidu křemičitého pro řízené uvolňování aktivních látek. Nanočástice zahrnují mezoporézní oxid křemičitý funkcionalizovaný sacharidy. Póry mezoporézního materiálu jsou naplněny aktivní látkou, která je v nich „uzamčena“ funkcionalizovanými sacharidy, jež brání jejímu samovolnému uvolňování odpařováním. Během kontaktu mezoporézního materiálu podle předkládaného vynálezu s cílovými mikroorganismy tyto produkují enzymy potřebné pro hydrolýzu sacharidů na povrchu nanočástic. Tím je umožněno uvolnění aktivních látek řízeným způsobem, tedy pomocí enzymatické hydrolýzy. Aktivní látky tedy zůstávají enkapsulované v mezoporézním materiálu dokud tento nepříjde do kontaktu s cílovými mikroorganismy. Nedochází tedy ke zbytečnému a předčasnému uvolňování aktivní látky do životního prostředí. Navíc tento postup umožňuje dlouhodobou aplikaci i těkavých antimikrobiálních látek, které by jinak rychle vyprchaly. Podstata předkládaného vynálezu spočívá v novém materiálu pro řízené uvolňování zejména těkavých aktivních látek. Tento materiál je složen z mezoporézních křemičitanů jejichž póry, obsahující aktivní látku, jsou uzavřeny pomocí sacharidů. Materiál je navržen tak, že odstranění kovalentně vázaných molekul blokujících póry je způsobeno aktivitou enzymů, které mohou být produkovány mikroorganismy přítomnými v okolí materiálu (tedy cílovými mikroorganismy). V případě, že aktivní látky naplněné v pórech mají antimikrobiální vlastnosti, dojde k inhibici růstu mikroorganismů přítomných v okolí materiálu.

Kovalentně vázané molekuly blokující póry jsou zavedeny na povrch mezoporézních nanočástic pomocí silanizačních činidel, která tvoří kovalentní vazby se silanolovými skupinami na povrchu nanočástic. Jako aktivní látky mohou být použity antimikrobiální látky, například silice nebo

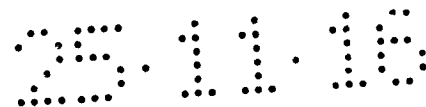


jejich komponenty např. karvakrol, eugenol, tymol, tymochinon, dialyl disulfid nebo allyl izothiokyanát. Mezoporézní nanočástice oxidu křemičitého pro řízené uvolňování zejména těkavých aktivních látek tak mají aplikační potenciál zejména v zemědělsko-potravinářském, kosmetickém a farmaceutickém průmyslu pro svou zvýšenou stabilitu a biodostupnost.

Předmětem předkládaného vynálezu je mezoporézní materiál na bázi oxidu křemičitého pro řízené uvolňování aktivních látek cílovým mikroorganismem, který obsahuje mezoporézní nanočástice oxidu křemičitého o velikosti v rozmezí od 100 nm do 1 μ m s velikostí pórů 2 až 15 nm, na jehož povrchu jsou kovalentně přes spojku L, kterou je trialkoxysilan, navázány sacharidové deriváty o počtu sacharidových jednotek 1 až 20, přičemž v pórech mezoporézní nanočástice je enkapsulovaná aktivní látka. Spojka L je s výhodou vybraná ze skupiny zahrnující 3-aminopropyltriethoxysilanyl, 3-iodopropyltriethoxysilanyl a 3-mercaptopropyltrimethoxysilanyl. Mezoporézní materiál podle předkládaného vynálezu se s výhodou připraví tak, že se aktivní látka enkapsuluje do mezoporézní nanočástice oxidu křemičitého třepáním směsi aktivní látky a mezoporézní nanočástice bez přítomnosti rozpouštědla při teplotě v rozmezí od 20 °C do 250 °C, s výhodou po dobu alespoň 24 hodin, a poté se k reakční směsi přidá sacharidový derivát, připravený reakcí roztoku silanizačního činidla, s výhodou 3-aminopropyltriethoxysilanu v ethanolu, se suspenzí sacharidu (1 až 20 sacharidových jednotek) v ethanolu při teplotě v rozmezí od 20 °C do 80 °C, s výhodou po dobu alespoň 24 hodin, a výsledná směs se míchá při teplotě v rozmezí od 20 °C do 80 °C, s výhodou po dobu 4 až 8 hodin.

Ve výhodném provedení je aktivní látka mezoporézního materiálu podle předkládaného vynálezu antibakteriální a/nebo antifungální těkavá látka, výhodněji je aktivní látka vybraná ze skupiny obsahující eugenol, karvakrol, cinnamaldehyd, tymol, allyl-izothiokyanát, diallyl disulfid, thymochinon, citral, linalool, geraniol, mentol a jejich směsi.

V jiném výhodném provedení obsahuje mezoporézní materiál podle předkládaného vynálezu mezoporézní nanočástice oxidu křemičitého vybrané ze skupiny obsahující MCM-41, (kulovité částice o průměru 100 až 1000 nm, průměr pórů 2 až 3 nm) a SBA-15 (nepravidelné tyčinky o délce cca. 1000 nm, průměr pórů 5 až 15 nm).



V jednom provedení je sacharidový derivát derivátem sacharidu, vybraného ze skupiny obsahující glukózu, maltózu a maltodextrin o počtu sacharidových jednotek 3 až 20.

Předmětem předkládaného vynálezu je rovněž použití mezoporézního materiálu podle předkládaného vynálezu jako antimikrobiálních agens, s výhodou antifungálních agens.

Předmětem předkládaného vynálezu je rovněž použití mezoporézního materiálu podle předkládaného vynálezu v zemědělství a/nebo potravinářském průmyslu a/nebo v kosmetickém průmyslu.

Předmětem předkládaného vynálezu je rovněž mezoporézní materiál podle předkládaného vynálezu pro použití jako léčivo.

Stručný popis obrázků

Obr. 1: Schéma mezoporézního oxidu křemičitého s enkapsulovanou aktivní látkou (eugenol) jehož póry jsou uzavřeny maltodextrinem a maltózou.

Obr. 2: Schematické znázornění syntézy mezoporézního materiálu.

Obr. 3: Schéma uvolňování eugenolu ze sytému mezoporézního materiálu s kovalentně vázaným maltodextrinem za přítomnosti enzymů štěpících glykosidickou vazbu maltodextrinu.

Obr. 4: Kinetika uvolňování eugenolu ze sytému mezoporézního materiálu s kovalentně vázaným maltodextrinem v nepřítomnosti a v přítomnosti spór *A. niger*.

Obr. 5: Antifungální aktivita eugenolu enkapsulovaného do SMPS a uzavřeného pomocí glukózy, maltózy a maltodextrinu po 15 dnech.

Příklady provedení vynálezu

Příklad 1: *Syntéza MCM-41*

Mezoporézní nanočástice MCM-41 byly syntetizovány za použití následujícího postupu: n-cetyltrimethylammoniumbromid (CTABr, 2,00 g, 5,48 mmol) byl nejprve rozpuštěn v 960 ml deionizované vody. Vodný roztok NaOH (2,00 M, 7,00 ml) byl přidán k roztoku CTABr, teplota roztoku byla upravena na 95 °C. TEOS (10,00 ml, 51,41 mmol) byl po kapkách přidán k roztoku povrchově aktivního činidla. Směs byla míchána po dobu 3 hodin, čímž byla získána bílá sraženina. Sraženina byla odstředěna a promyta deionizovanou vodou a ethanolem. Nakonec



byla pevná látka usušena při teplotě 60 °C. Pro přípravu konečného materiálu (MCM-41), byla pevná látka kalcinována při 550 °C v oxidační atmosféře po dobu 5 hodin, aby došlo k odstranění organických fází. Tato látka je dále označována jako SMPS (solid mesoporous support).

Příklad 2: *Syntéza derivátů sacharidů*

Syntéza derivátu glukózy

Roztok 3-aminopropyltriethoxysilanu (5,85 ml, 25 mmol) v etanolu byl přidán k suspenzi glukózy (5,4 g) v ethanolu (celkový objem 250 ml). Reakční směs byla míchána po dobu 24 hodin při pokojové teplotě a potom byla zahřívána po dobu 30 minut při teplotě 60 °C. Rozpouštědlo bylo odpařeno za sníženého tlaku, čímž byla získána bílá pevná látka, dále označovaná jako GLU (Obr. 6).

Syntéza derivátu maltózy

Roztok 3-aminopropyltriethoxysilanu (5,85 ml, 25 mmol) v etanolu byl přidán k suspenzi monohydrátu maltózy (5,4 g, 15 mmol) v ethanolu (celkový objem 250 ml). Reakční směs byla míchána po dobu 24 hodin při pokojové teplotě a potom byla zahřívána po dobu 30 minut při teplotě 60 °C. Rozpouštědlo bylo odpařeno za sníženého tlaku, čímž byla získána bílá pevná látka, dále označovaná jako MAL (Obr. 6).

Syntéza derivátu maltodextrinu

Roztok 3-aminopropyltriethoxysilanu (5,85 ml, 25 mmol) v ethanolu byl přidán k suspenzi 18% maltodextrinu (5,4 g), v etanolu (celkový objem 250 ml). Reakční směs byla míchána po dobu 24 hodin při pokojové teplotě a potom byla zahřívána po dobu 30 minut při teplotě 60 °C. Rozpouštědlo bylo odpařeno za sníženého tlaku, čímž byla získána bílá pevná látka dále označovaná jako MDX (Obr. 6).

Příklad 3: *Enkapsulace eugenolu do MCM-41*

Enkapsulace eugenolu do mezoporezního křemičitanu MCM-41 bylo dosaženo pomocí adsorpce smícháním eugenolu (50 mg) s MCM-41 (50 mg) v dobře uzavřené lahvičce. Směs byla inkubována v peci při teplotě 40 °C po dobu 24 hodin za nepřetržitého třepání. Množství enkapsulovaného eugenolu v nosiči MCM-41 bylo stanoveno měřením zvýšení hmotnosti



vzorku a pomocí termogravimetrické analýzy (TGA) a elementární analýzy (EA). Pomocí tohoto postupu byl připraven definovaný materiál SMPS-EU s obsahem eugenolu 51,6 hmotn. %.

Příklad 4: *Funkcionalizace mezoporézního materiálu sacharidy*

Syntéza GLU-SMPS-EU

Byla vytvořena suspenze rozmícháním 100 mg SMPS-EU, připraveného dle Příkladu 3, ve 40 ml vody v baňce s kulatým dnem pod inertní atmosférou N₂. Poté byl přidán přebytek glukózového derivátu GLU (1 g) ve 20 ml vody, a finální směs byla míchána po dobu 5,5 hodin při pokojové teplotě. Nakonec byla pevná látka (GLU-SMPS-EU) odfiltrována, promyta 40 ml vody, a vysušena při teplotě 40 °C po dobu 12 hodin (viz Obr. 2). Výtěžnost reakce byla 40%, obsah eugenolu 10 hmotn. %.

Syntéza MAL-SMPS-EU

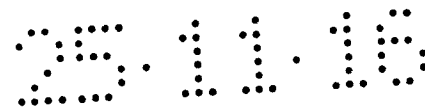
Byla vytvořena suspenze rozmícháním 100 mg SMPS-EU, připraveného dle Příkladu 3, ve 40 ml vody v baňce s kulatým dnem pod inertní atmosférou N₂. Poté byl přidán přebytek maltózového derivátu MAL (1 g, 1,8 mmol) ve 20 ml vody, a finální směs byla míchána po dobu 5,5 hodin při pokojové teplotě. Nakonec byla pevná látka (MAL-SMPS-EU) odfiltrována, promyta 40 ml vody, a vysušena se při teplotě 40 °C po dobu 12 hodin (viz Obr. 2). Výtěžnost reakce byla 40%, obsah eugenolu 10 hmotn. %.

Syntéza MDX-SMPS-EU

Byla vytvořena suspenze rozmícháním 100 mg SMPS-EU, připraveného dle Příkladu 3, ve 40 ml vody v baňce s kulatým dnem pod inertní atmosférou N₂. Poté byl přidán přebytek maltodextrinového derivátu MDX (1 g) ve 20 ml vody, a finální směs byla míchána po dobu 5,5 hodin při pokojové teplotě. Nakonec byla pevná látka (MDX-SMPS-EU) odfiltrována, promyta 40 ml vody, a vysušena se při teplotě 40 °C po dobu 12 hodin (viz Obr. 2). Výtěžnost reakce byla 40%, obsah eugenolu 10 hmotn. %.

Příklad 5: *Studie uvolňování Eugenolu*

Suspenze vytvořená rozmícháním 5 mg MDX-SMPS-EU ve 100 µl sterilizované vody byla nalita do 10 ml headspace viálek obsahujících 2 ml ztuhlého Sabouraud dextrózového agaru (SDA). Byla připravena inokulační suspenze spór promytím kultur *Aspergillus niger* 2 mililitry sterilního Tris pufrovaného fyziologickém roztoku (TBS), obsahujícího 1% Tween 80 a byla normalizována na 1 McFarland (cca. 5×10^6 spor na ml). 300 µl sterilního TBS a 50 µl



inokulační suspenze byly přidány do víalek obsahujících MDX-SMPS-EU. Podobným způsobem byla dále připravena kontrola nárůstu (SDA s inokulační suspenzí), a negativní kontrola (MDX-SMPS-EU bez inokulační suspenze), vše ve trojím opakování. Po hydrolyze glykosidických vazeb sacharidových bran pomocí enzymů rostoucí kultury *A. niger* by mělo dojít k uvolnění těkavého eugenolu z mezoporézního nosiče, viz Obr. 3. Pro analýzu uvolňování eugenolu byla použita mikroextrakce na tuhé fázi (SPME) ve spojení s plynovou chromatografií (GC).

Výsledky:

Jak bylo uvedeno výše, cílem je vyvinout formulaci uvolňující antimikrobiální látky v místě a době přítomnosti mikrobiální aktivity. V případě formulace MDX-SMPS-EU došlo v přítomnosti spor *A. niger* k uvolnění eugenolu o 60 % větším, než v případě jejich nepřítomnosti (Obr. 4). To je zřejmě způsobeno klíčením spor, které do svého okolí vylučují enzymy štěpící 1-4 glykosidické vazby maltodextrinu, čímž dochází k uvolnění molekul eugenolu enkapsulovaného v pórech SMPS.

Příklad 6: *Test antifungální aktivity*

Byla připravena inokulační suspenze spor promytím kultur *A. niger* 2 mililitry sterilního Tris pufrovaného fyziologickém roztoku (TBS), obsahujícího 1% Tween 80 a byla normalizována na 1 McFarland (cca. 5×10^6 spor na ml). 300 μ l sterilního TBS a 50 μ l inokulační suspenze byly přidány do mikrozkušavek obsahujících formulace lišící se délkou sacharidového řetězce použitých molekulárních bran (GLU-SMPS-EU, MAL-SMPS-EU, MDX-SMPS-EU). Jako kontrola byl použit čistý eugenol a eugenol enkapsulovaný do MCM-41 bez molekulárních bran (SMPS-EU). Všechny experimenty byly provedeny ve trojím opakování.

Všechny směsi byly intenzivně vortexovány, aby bylo zajištěno dokonalé suspendování, a bezprostředně rozprostřeny na Petriho misky, které obsahovaly SDA. Petriho misky byly uzavřeny víčkem, ale nebyly hermeticky uzavřeny, aby byl umožněn únik těkavých molekul eugenolu z prostoru Petriho misek. Stejným způsobem byla připravena kontrola nárůstu bez přídavku eugenolu. Navážky jednotlivých formulací byly realizovány tak, aby v každé variantě byl stejný obsah eugenolu tj. 0,5 mg čistého eugenolu, 1 mg SPMS-EU a 5 mg GLU-SMPS-EU, MAL-SMPS-EU a MDX-SMPS-EU. Sledování nárůstu kolonií *A. niger* bylo prováděno po dobu dvou týdnů vizuální kontrolou.

Výsledky:

Po 2 dnech expozice ještě nedošlo k nárůstu v žádné variantě a nebyly tedy pozorovány významné rozdíly ve srovnání s kontrolou. Po 7 dnech expozice byly nejaktivnější formulace MAL-SMPS-EU a MDX-SMPS-EU, u ostatních formulací byl pozorován mírný nárůst *A. niger*.

Po 15 dnech vykazovaly antifungální aktivitu pouze formulace MAL-SPMS-EU a MDX-SPMS-EU, které byly schopny stále úplně inhibovat nárůst *A. niger*.

Příklad 7: Syntéza dalších mezoporézních materiálů funkcionalizovaných sacharidy a obsahujících enkapsulovanou aktivní látku

Dle Příkladů 3 a 4 byly za stejných reakčních podmínek připraveny mezoporézní materiály, uvedené v Tabulce 1.

Tabulka 1:

Mezoporézní materiál	aktivní látka	nanočástice SiO ₂	derivát sacharidu	obsah aktivní látky (hmotn.%)	výtěžek (%)
MAL-SMPS-KAR	karvakrol	MCM-41	MAL	10	40
MDX-SMPS-CAR	karvakrol	MCM-41	MDX	10	40
MDX-SMPS-CIN	cinnamaldehyd	MCM-41	MAL	10	40
MDX-SMPS-CIN	cinnamaldehyd	MCM-41	MDX	10	40
MAL-SMPS-THY	tymol	MCM-41	MAL	10	40
MDX-SMPS-THY		MCM-41	MDX	10	40
MAL-SMPS-AITC	allyl-isothiokyanát	MCM-41	MAL	10	40
MDX-SMPS-AITC	allyl-isothiokyanát	MCM-41	MDX	10	40
MAL-SMPS-DAD	diallyl disulfid	MCM-41	MAL	10	40
MDX-SMPS-DAD	diallyl disulfid	MCM-41	MDX	10	40
MAL-SMPS-	thymochinon	MCM-41	MAL	10	40

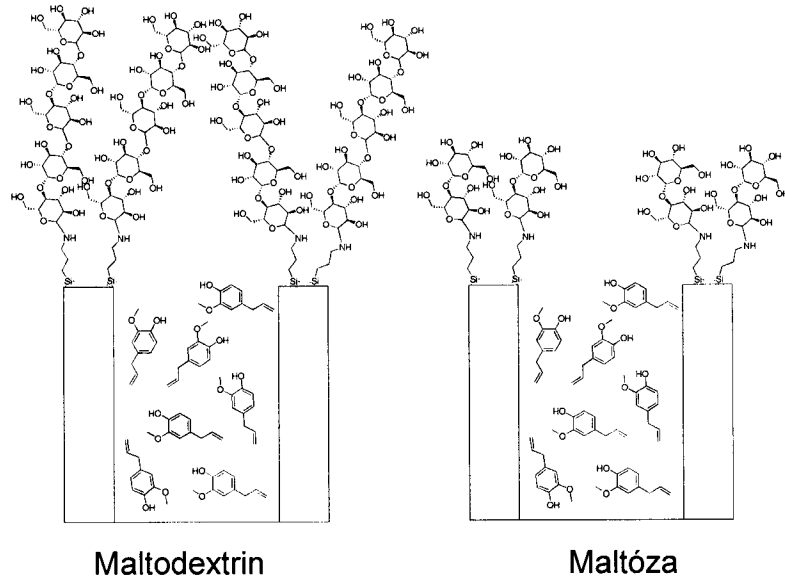
TQ					
MDX-SMPS-TQ	thymochinon	MCM-41	MDX	10	40
MAL-SMPS-CIT	citral	MCM-41	MAL	10	40
MDX-SMPS-CIT	citral	MCM-41	MDX	10	40
MAL-SMPS-LIN	linalool	MCM-41	MAL	10	40
MDX-SMPS-LIN	linalool	MCM-41	MDX	10	40
				10	40
MAL-SMPS-GER	geraniol	MCM-41	MAL	10	40
MDX-SMPS-GER	geraniol	MCM-41	MDX	10	40
MAL-SMPS-MENT	mentol	MCM-41	MAL	10	40
MDX-SMPS-MENT	mentol	MCM-41	MDX	10	40

Průmyslová využitelnost

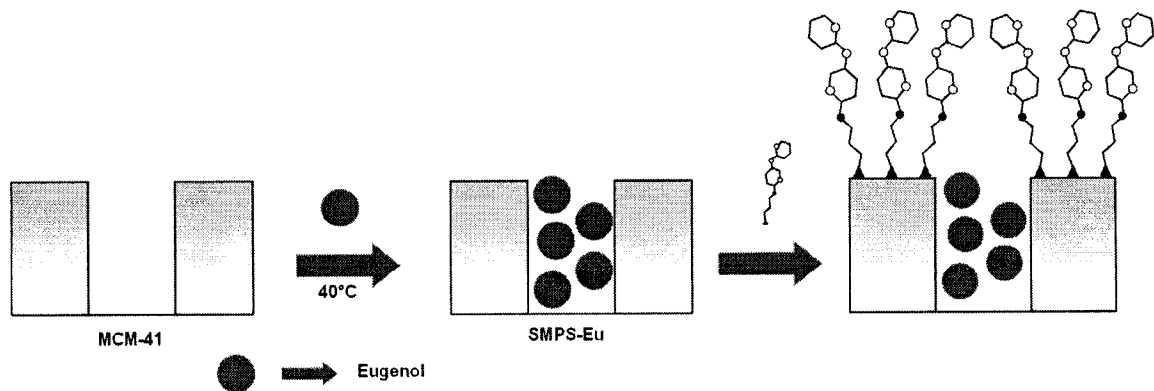
Technické řešení umožňuje formulovat aktivní látky do inertních netoxických nosičů tak, aby bylo umožněno jejich uvolnění v místě a čase potřebném pro jejich aplikaci. Uvolnění je řízeno enzymatickou aktivitou v cílovém místě, např. v místě výskytu patogenního mikroorganismu. Toto řešení je možno s výhodou používat pro aplikaci látek, které v čistém stavu nemají vhodné technologické vlastnosti – jsou těkavé, mají nevhodnou polaritu, nevhodné skupenství nebo jiné nevhodné fyzikálně-chemické vlastnosti.

PATENTOVÉ NÁROKY

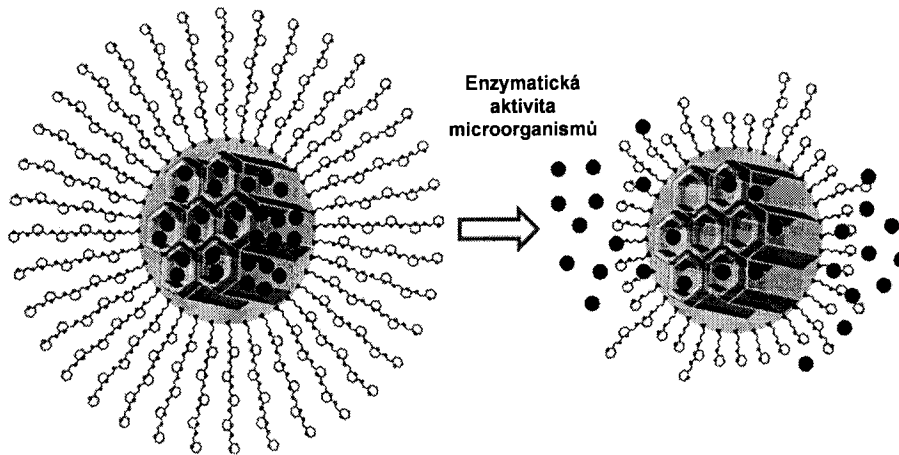
1. Mezoporézní materiál na bázi oxidu křemičitého pro řízené uvolňování aktivních látek cílovým mikroorganismem, **vyznačený tím, že** obsahuje mezoporézní nanočástice oxidu křemičitého o velikosti v rozmezí od 100 nm do 1 μ m s velikostí pórů 2 až 15 nm, na jehož povrchu jsou kovalentně přes spojku L, kterou je trialkoxysilan, navázány sacharidové deriváty o počtu sacharidových jednotek 1 až 20, přičemž v pórech mezoporézní nanočástice je enkapsulovaná aktivní látka.
2. Mezoporézní materiál podle nároku 1, **vyznačený tím, že** aktivní látka je antibakteriální a/nebo antifungální těkavá látka.
3. Mezoporézní materiál podle nároku 1 nebo 2, **vyznačený tím, že** mezoporézní nanočástice oxidu křemičitého jsou vybrané ze skupiny obsahující MCM-41 a SBA-15.
4. Mezoporézní materiál podle kteréhokoliv z nároků 1 až 3, **vyznačený tím, že** sacharidový derivát je derivátem sacharidu, vybraného ze skupiny obsahující glukózu, maltózu, maltodextrin o počtu sacharidových jednotek 3 až 20.
5. Použití mezoporézního materiálu podle kteréhokoliv z nároků 1 až 4 jako antimikrobiálních agens, s výhodou antifungálních agens.
6. Použití mezoporézního materiálu podle kteréhokoliv z nároků 1 až 4 v zemědělství a/nebo potravinářském průmyslu a/nebo v kosmetickém průmyslu.
7. Mezoporézní materiál podle kteréhokoliv z nároků 1 až 4 pro použití jako léčivo.



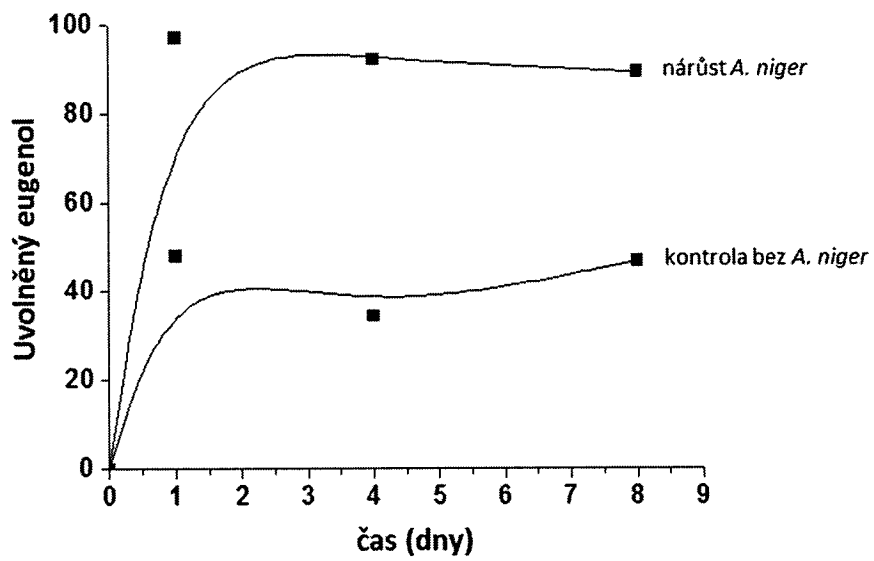
Obr. 1



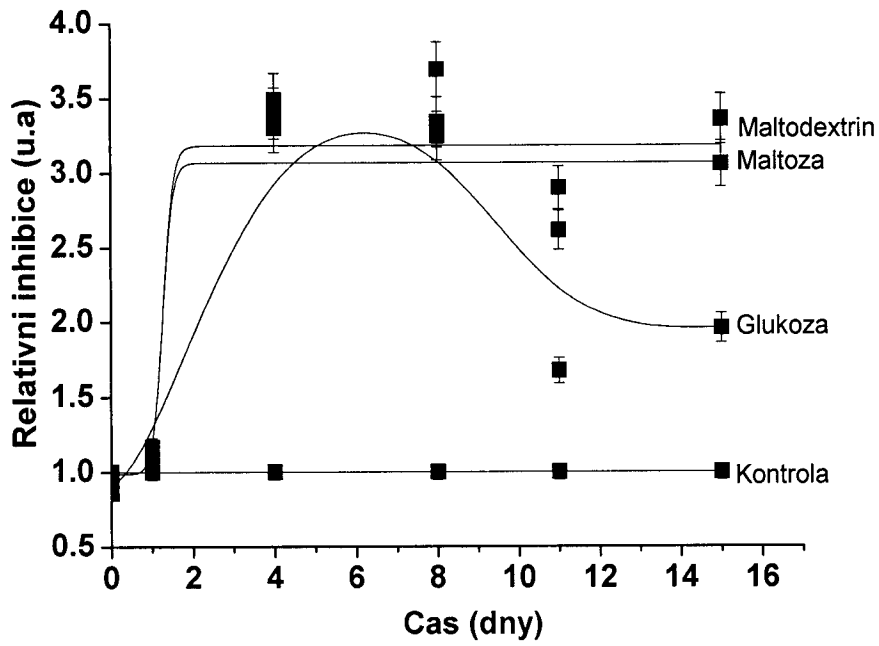
Obr. 2



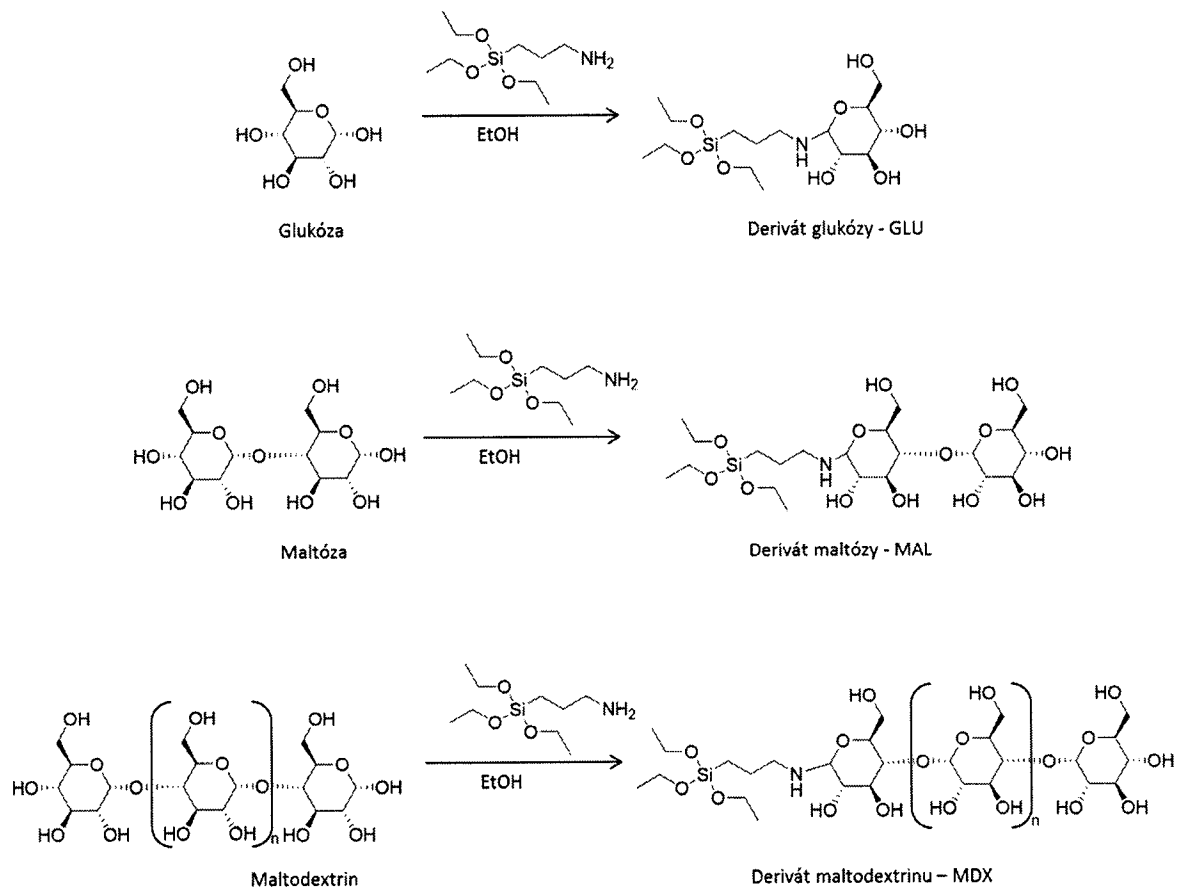
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6