

CHEMICKÝ PRŮMYSL

APLIKAČNÍ MOŽNOSTI SAZÍ CHEZACARB® VYRÁBĚNÝCH V UNIPETROL RPA

**TOMÁŠ HERINK, STANISLAV RAŠKA,
FRANTIŠEK NEČESANÝ a PETR KUBAL**

*Unipetrol RPA, s.r.o. 436 70 Litvínov - Záluží 1
tomas.herink@chemopetrol.cz*

Došlo 15.11.07, přijato 27.11.07.

Klíčová slova: saze, uhlík, elektrovedivé kompozity, sorbenty, pigmenty, UV stabilizátory

1. Úvod

Saze je obecný název pro skupinu produktů, které lze zjednodušeně charakterizovat jako látky s obsahem amorfního uhlíku nad 97 %. Saze nacházejí široké uplatnění v mnoha odvětvích průmyslové chemie a používají se zejména v gumárenském průmyslu při výrobě pneumatik, kde se využívá jejich ztužujících vlastností. Gumárenský průmysl spotřebuje asi 90 % veškeré produkce sazí. Zbytek produkce sazí se využívá asi z 1/3 v plastikářském průmyslu, kde saze plní funkci např. stabilizátorů UV, antioxidantů nebo upravují elektrovedivostní, elektromagnetické či teplotněvodivostní charakteristiky plastů a pryží. Pro jejich schopnost pigmentace jsou dále saze hojně využívány při výrobě tiskařských inkoustů, barev a laků nebo k barvení plastů a pryží. Díky rozvinuté porézní struktuře jsou rovněž využívány jako nosiče katalyzátorů nebo pro své dobré sorbční vlastnosti např. k zachytům plyných polutantů ve spalovacích odpadech.

Saze se obvykle kategorizují podle způsobu jejich výroby¹ jako retortové, acetylenové, kanálové, lampové nebo termické. Nejstarším a nejprimitivnějším typem sazí jsou tzv. lampové saze, které byly využívány po staletí už od dob starověkého Egypta jako pigmenty. Již v 19. století byly průmyslově vyráběny ze zemního plynu tzv. kanálové saze, které byly uplatňovány především v gumárenských aplikacích a jako pigmenty. V současnosti se jako suroviny pro výrobu kanálových sazí používají především dehty. Od počátku 20. století jsou velkoobjemově vyráběny acetylenové, termické a především retortové saze. Retortové saze zastupují téměř 90 % veškeré produkce a nacházejí široké uplatnění hlavně v gumárenství a jako pigmenty.

Mezi světové výrobce sazí² patří Cabot Corporation, Columbian Chemicals Co., Continental Carbon Co., Degussa či Sid Richardson Carbon. Na evropském trhu mají významné postavení především Degussa AG, Columbian

Chemicals a Cabot Europe. Celkový přehled světové produkce sazí je uveden v tabulce I.

Největší světové výrobní kapacity jsou soustředěny v Severní Americe a Asii, naopak Střední východ a Afrika produkují saze ve velmi malých objemech. V České republice je výroba sazí koncentrována především do společnosti CS Cabot, která vyrábí retortové saze využívané především v gumárenském průmyslu a také do společnosti Unipetrolu RPA.

2. Výroba uhlíkatých substrátů ve výrobnách Unipetrol RPA

Společnost Unipetrol RPA, s.r.o. produkuje vedle ryze rafinérských a petrochemických produktů také vodík. Vodík je ve společnosti využíván pro různé hydrorafinace v procesech zpracování ropy, dále v procesech hydrokrakování ropných zbytků a v neposlední řadě k syntéze amoniaku. Vodík je v Unipetrolu produkován procesem tzv. parciální oxidace, ve kterém se působením směsi kyslíku a vodní páry při vysokých teplotách okolo 1300 °C štěpí ropné zbytky jako např. vakuové zbytky destilace ropy nebo zbytky z procesu termického krakování. Hlavními produkty procesu parciální oxidace jsou pak vodík, syntézní plyn a oxid uhličitý. Syntézní plyn je využíván v procesu hydroformylace na výrobu *n*-butanolu, isobutanolu a 2-ethylhexanolu a oxid uhličitý na výrobu močoviny reakcí s amoniakem.

Jako vedlejší produkt procesu parciální oxidace vznikají vedle odplynů obsahujících kyanovodík, amoniak, sulfan a také saze. Saze tvoří přibližně 2 hm.% produkce parciální oxidace. Ve vlastním procesu zpracování produktů jsou saze zachycovány za kotlem na odpadní teplo výpárkou do vody, čímž vzniká tzv. sazová voda.

Tabulka I
Světové kapacity výroby sazí²

Země	Kapacita [mil tun rok ⁻¹]	Podíl na výrobě [%]
Severní Amerika ^a	2,4	28
Jižní Amerika	0,5	6
Západní Evropa	1,5	17
Japonsko	0,8	9
Asie	2,0	24
Ostatní ^b	1,3	16
Celkem	8,5	100

^a Zahrnuje Mexiko, ^b zahrnuje východní Evropu, Afriku a Střední východ

Vzniklá sazová voda s obsahem 7–15 g l⁻¹ sazí se dále v Unipetrolu zpracovává ve výrobně Chezacarb na několik typů uhlikatých substrátů, které nesou společný obchodní název CHEZACARB®. Principem výroby je izolace uhlíku ze sazové vody pomocí granulačního benzínu, kdy intenzivní homogenizací dochází k přenosu uhlíku z vodné do organické fáze, tedy k přechodu suspenze voda-uhlík na suspenzi benzin-uhlík, a to ve formě uhlikatých granulí. Uhlikaté granule se v následujících provozních postupech zpracují na hotový výrobek uhlikatý substrát CHEZACARB®. Poměr obou medií je závislý zejména na obsahu uhlíku a na fyzikálně-chemických vlastnostech sazové vody a granulačního benzínu.

Výrobky CHEZACARB® jsou rozlišeny dle kvalitativních vlastností a způsobu použití. Konečné kvalitativní parametry a způsob následného využití produktů CHEZACARB® lze ovlivnit faktory, které zahrnují samotný proces parciální oxidace, úpravu sazové vody a finální výrobu v jednotce Chezacarb. Jedná se zejména o následujícími faktory:

- typ a kvalita zpracovávané suroviny,
- provozní podmínky parciální oxidace, především poměry velikostí nástřiků surovina/kyslík/pára,
- úprava sazové vody, např. oxidací,
- přidavek speciálních komponent během vlastní výroby.

Cílenou volbou uvedených faktorů a nastavením podmínek v systému procesů parciální oxidace, úpravy sazové vody a úpravy sazí v jednotce Chezacarb může společnost Unipetrol RPA vyrábět uhlikaté substráty, které lze využít jako sorpční či kompozitní materiál. Produkty CHEZACARB® typu EKO lze využít v environmentální oblasti pro sorpci v kapalně i plynné fázi a výrobky CHEZACARB® typu KOMPOZITY jako součásti plastů a pryží, či jako pigmenty.

3. Fyzikálně-chemické vlastnosti sazí Chezacarb®

Struktura

V zásadě jsou saze tvořeny elementárním uhlíkem, který má však mnohem méně uspořádanou strukturu než např. grafit. Saze neexistují jako diskrétní částice, ale během výrobního procesu se kulovité částice sazí nazývané též primární částice shlukují neboli agregují do podoby řetězců nebo klastrů. Tyto agregáty jsou pak nejmenšími jednotkami sazí a definují tzv. primární strukturu. Primární struktura je charakterizována základními charakteristikami jako je velikost primárních částic, velikost povrchu, velikost a vlastní struktura agregátů a chemické „složení“ povrchu sazí. Tyto charakteristiky předurčují další vlastnosti sazí, jakými jsou adsorbční vlastnosti, hustota, elektrická vodivost, absorpce UV záření či viditelného světla.

Povrch

Nejdůležitější vlastností sazí je velikost jejich primárních částic a s ní související velikost povrchu. Velikost

primárních částic popisuje velikost individuálních kulových částic, které tvoří primární strukturu. Velikost částic se stanovuje elektronovým mikroskopem a platí, že čím menší částice, tím větší je velikost jejich povrchu. Velikost povrchu částic je zpravidla vyjadřována pomocí adsorbce dusíku (ASTM D6556). Velikost částic sazí se pohybuje v rozmezí 10 až 100 nm, velikost povrchu částic od 20 do 1500 m² g⁻¹. Obecně platí, že malé částice sazí s vysokým povrchem jsou tmavší, mají vyšší viskozitu a nižší smáčivost, jsou obtížněji dispergovatelné, mají vyšší vodivost a dobře adsorbují UV záření.

Textura

Další velmi významnou charakteristikou sazí je struktura a velikost agregátů. Rozměr a složitost (komplexnost) struktury agregátů je dána počtem kulových primárních částic sazí, které se shlukují během výrobního procesu. Vysoce komplexní struktura sazí se skládá z rozvětvených řetězců s mnoha sekundárně vytvořenými prostory v agregátu, naopak málo rozvinutá struktura agregátů představuje menší shluky kulových částic, a tedy menší prostor uvnitř agregátu. Struktura agregátu není závislá na velikosti částic a je zřejmé, že pro stejně velké částice existují agregáty se zcela odlišnou strukturou. Struktura agregátů je stanovována tzv. dibutylftalátovou adsorbí – DBF (ASTM D2414). Rozvinutější struktury mají vyšší hodnoty textur DBF, neboť vytvářejí uvnitř struktury vyšší prostor a naopak. Obecně platí, že saze s rozvinutější a komplexnější strukturou jsou snáze dispergovatelné, mají nižší smáčivost, vyšší elektrickou vodivost a vyšší viskozitu.

Vlastnosti povrchu

Povrchové chemické složení sazí je neméně významnou vlastností. Na povrchu sazí se vyskytují chemisorbované komplexy obsahující kyslík, jako jsou karboxylické, chinonické či fenolické skupiny. Tyto kyslík obsahující skupiny mohou významným způsobem ovlivnit např. chemickou reaktivitu, smáčivost, katalytické vlastnosti sazí, elektrickou vodivost apod. Množství chemisorbovaných kyslíkatých skupin se stanovuje měřením tzv. ztráty sušením, kde je měřena hmotnost před a po zahřátí sazí nad teplotu 950 °C.

Fyzikálně-chemické vlastnosti produktů CHEZACARB® vyráběných v Unipetrol RPA jsou uvedeny v tabulce II.

Z tabulky vyplývá, že se jedná vesměs o produkty s vysokým měrným povrchem částic a vysoce rozvinutou strukturou. S ohledem na oblast použití a požadované vlastnosti produkuje společnost Unipetrol tři druhy EKO sorbentů a tři druhy kompozitů.

Vlastnosti EKO sorbentů

CHEZACARB® EKO SH je modifikovaný sorbent, který se vyznačuje vysokým specifickým povrchem a široce rozvinutou porézni strukturou vhodnou pro rozsáhlou oblast sorpčních procesů, zvláště však pro sorpční a asanační procesy prováděné ve vodné fázi. Vysoce hydrofilní

Tabulka II
Fyzikálně-chemické vlastnosti produktů CHEZACARB®

Znak jakosti	CHEZACARB®					
	EKO SH	EKO S	EKO B	A+	A	B
Měrný povrch adsorpcí dusíku, $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$	–	–	min. 800	815–1005	min. 800	min. 800
Jódová adsorpce, mg g^{-1}	950–1200	950–1200	950–1250	1010–1140	900–1200	950–1250
DBF adsorpce, ml / 100 g	370–450	370–450	380–460	365–395	340–420	380–460
pH hodnota	6,5–9	6,5–9	6,5–9,5	7,0–9	6,5–9	6,5–9,5
Ztráta sušením, %	–	max. 1	max. 0,8	max. 0,3	max. 0,8	max. 0,8
Obsah popela, %	max. 1,5	max. 1,7	max. 1,7	max. 0,35	max. 0,9	max. 1,7
Obsah síry, %	–	–	max. 0,6	max. 0,23	max. 0,5	max. 0,6
Prachové podíly, %	–	–	max. 20	max. 5	max. 15	max. 20
Tvrdost granulí průměrná, g	–	–	–	max. 10	max. 10	–
Tvrdost granulí nejtvrďší, g	–	–	–	max. 20	max. 20	–
Elektrický měrný odpor, Ohm.cm	–	–	max. 150	max. 40	max. 150	max. 150
Zbytek na síť 0,045 mm, ppm	–	–	max. 500	max. 50	max. 500	max. 500
Sypná hmotnost, g l^{-1}	max. 160	max. 160	min. 112	min. 118	min. 115	min. 112
Adsorpce nafty v g g^{-1} vzorku	–	min. 4	–	–	–	–
Stanovení smáčivosti, %	min. 80	max. 2	–	–	–	–
Dusaná sypná hmotnost, g l^{-1}	–	–	–	140–160	–	–
Toluenová extrakce, %	–	–	–	max. 0,1	–	–
Velikost částic pod 0,5 mm, %	–	max. 10	–	–	–	–
Velikost částic (0,5–2,5) mm, %	–	min. 85	–	–	–	–
Velikost částic nad 2,5 mm, %	–	max. 5	–	–	–	–

úprava a přítomnost stopového množství katalyzujících kovů představují vhodnou konfiguraci vlastností sorbentu.

CHEZACARB® EKO S je také modifikovaný sorbent, který se naopak vyznačuje vysoce hydrofobizovaným povrchem a rovněž rozvinutou porézní strukturou vhodnou pro prevenci a likvidaci ropných havárií, zvláště však pro zachycování ropných látek z vodní hladiny, protože není smáčivý a trvale plave na hladině. Vyznačuje se mimořádně vysokou schopností trvale vázat na svém povrchu a v porézní struktuře ropu, topné oleje, pohonné hmoty, mazadla a jiné polární i nepolární kapaliny.

CHEZACARB® EKO B je sorbent, který se vyznačuje vysokým specifickým povrchem a široce rozvinutou porézní strukturou vhodnou pro rozsáhlou oblast sorpčních procesů při čištění spalín a plynů se specializací na zachyt a odstranění halogenovaných a polyaromatických sloučenin, jako jsou polychlorované dibenzodioxiny a dibenzofurany (PCDD/F). Obsahuje i stopové množství katalyzujících kovů (vanad, nikl, železo).

Vlastnosti kompozitů

Vzhledem k vlastnostem produktů CHEZACARB® shrnutých v tab. II je zřejmé, že v Unipetrolu vyráběné

druhy uhlíkatých kompozitů patří do skupiny sazí s malými primárními částicemi a vysokým povrchem, a jsou tedy v porovnání s jinými produkty obecně tmavší, mají vyšší viskozitu a nižší smáčivost, vyšší vodivost a dobře adsorbují UV záření.

CHEZACARB® A⁺, A jsou speciální typ elektricky vodivých kompozitních sazí se smluvními kvalitativními parametry, které se vyznačují spojením vysokého měrného povrchu a rozvinuté porézní struktury. Saze se vyznačují prostorově orientovanou krystalickou mřížkou a mimořádně malou velikostí základních částic. Základní částice vykazují vysoký stupeň agregace s možností jejich dispergace do plastů, pryží, laků apod. CHEZACARB® A⁺ lze použít na výrobu plastů a pryží přicházejících do styku s potravinami.

CHEZACARB® B je speciální typ elektricky vodivých kompozitních sazí pro méně náročné aplikace. Saze mají shodné charakteristiky jako typ A⁺ či A, obsahují však zvýšený podíl popela a kovů, což může limitovat jejich uplatnění v aplikacích, kde koncový výrobek přichází do styku s potravinami.

4. Aplikace výrobků CHEZACARB®

Charakteristické vlastnosti výrobků CHEZACARB® předurčují jejich možné aplikace jak v oblasti sorbční, a tedy v technologiích ochrany životního prostředí, tak i jako kompozity pro úpravu vlastností plastů, pryží či jako pigmenty.

4.1. Ekologické aplikace

Stále větší důraz kladený na ochranu životního prostředí zvyšuje potřebu zavádění nových postupů pro likvidaci kontaminovaných odpadů, likvidaci následků poruch, havárií a dalších zdrojů krátkodobého i dlouhodobého znečištění životního prostředí, včetně čištění odpadních a průmyslových vod. Specifické vlastnosti sorbentů řady CHEZACARB® EKO je možné shrnout takto:

- vysoký aktivní povrch $800\text{--}1000\text{ m}^2\text{ g}^{-1}$,
- vysoká porozita (90 %) $3\text{--}4,5\text{ cm}^3\text{ g}^{-1}$,
- volné seskupení základních částic o velikosti 2 až 20 nm,
- široké spektrum (velikost) pórů $0,6\text{--}10\,000\text{ nm}$,
- aglomerace nebo dispergace základních částic, v závislosti na procesních podmínkách,
- schopnost vytvářet zesíťovanou strukturu základních částic v kompozitech,
- prostorově orientovaná mřížka,
- katalytické a iontovýměnné vlastnosti.

Tyto vlastnosti umožňují jejich přímé využití v environmentálních oblastech a nabízejí řešit širokou škálu ekologických cílů v průmyslové oblasti, jako je zachyt plynných nebo kapalných polutantů.

Záchyt plynných polutantů

Vysoký aktivní povrch, příznivá mikroporézní struktura a nízká sypaná hmotnost sorbentů CHEZACARB® EKO jsou nositeli výrazných účinností v odstranění toxických persistentních látek typů PCDD/PCDF a dalších těkavých organických a anorganických látek ze spalin a kouřových plynů. Použití sorbentů řady CHEZACARB® EKO je aplikováno jako koncový stupeň čištění spalin zvláště ve fluidních technologiích³. Příkladem využití je spalovna komunálního odpadu SAKO Brno, kde je sorbent CHEZACARB® EKO B využíván s účinností vyšší než 95 % a zbytkovou kontaminací pod $0,1\text{ ng m}^{-3}$.

Likvidace ropných havárií

K likvidaci ropných havárií se využívá vysoké nasáklivosti sorbentů řady CHEZACARB® EKO, která činí např. až 6 kg uhlíků na 1 kg sorbentu. Sorbent i s naadsorbovanou kapalnou fází je sypký, nelepivý a nedochází ke zpětnému uvolňování kontaminantu. S výhodou lze použít i sorpční panely, kde je sorbent plněn do vaků ze speciálních tkanin. Pro odstranění ropných látek z vodní hladiny je určen sorbent CHEZACARB® EKO S, který se vyznačuje vysoce hydrofobizo-

vaným povrchem a trvale plave na vodní hladině.

Likvidace polotuhých odpadů starých ekologických zátěží

Volného seskupení základních částic a schopnost vytvářet z nich zesíťovanou strukturu v polotuhých a plastických hmotách lze využít také při likvidaci těžkých ropných zbytků a polotuhých odpadů jejich zpracováním na práškové palivo s vysokou výhřevností. Polotuhé odpady a zbytky se mísí obvykle se sorbentem CHEZACARB® EKO B za použití homogenizérů. Homogenizací vzniká práškový produkt (palivo), který je suchý, sypký a nelepivý. Lze jej následně využít přímo nebo zpracovat následně za použití vhodné technologie do požadovaného tvaru.

Čištění technologických zařízení a potrubí

Volná porézní struktura, mikroskopické částice a vysoce hydrofilní úprava sorbentu CHEZACARB® EKO SH umožňují připravit sorbent ve formě vodné suspenze, která má vlastnosti čerpatelné kapaliny. Při proudění této kapaliny asanovaným potrubím nebo technologickým zařízením jsou kontaminující složky sorbovány na povrch sorbentu.

4.2. Kompozitní aplikace

Kompozitní saze CHEZACARB® představují především vysoce vodivý typ speciálních sazí, které se vyznačují spojením extrémně vysokého měrného povrchu a široce rozvinuté struktury v oblasti mikroporozity. Současně vykazují elementární sazové částice i vysoký stupeň agregace. Kompozitní saze se vyznačují prostorově orientovanou krystalickou mřížkou a mimořádně malou velikostí základních částic. Tyto částice jsou schopny vytvářet svým seskupením vodivostní strukturu v plastech, pryžích a dalších kompozitech, aniž by došlo k výrazným změnám jejich reologických vlastností.

Tyto základní vlastnosti kompozitních sazí CHEZACARB® předurčují i hlavní směr jejich aplikačního použití, tj. úpravu elektrické vodivosti téměř všech typů plastických materiálů již při relativně nízkém přídavku sazí, přičemž v úvahu přichází využití modifikací od antistatické úpravy až po vodivou úpravu polymerů.

Další výhodnou vlastností kompozitních sazí CHEZACARB® je vysoká schopnost absorpce záření UV a viditelného spektra, což vymezuje další směr jejich aplikačního použití, tj. jako UV stabilizátorů plastů či jako pigmentů do tiskařských inkoustů, barev a laků nebo k barvení plastů, pryží a tmelů.

5. Závěr

Uhlíkaté kompozity CHEZACARB® vyráběné ve společnosti Unipetrol RPA jsou svými fyzikálně-chemickými vlastnostmi předurčeny jako vynikající sorbenty, které mohou být s výhodou využity pro celou řadu operací v oblasti ochrany životního prostředí. Jejich vysoký měrný povrch a rozvinutá porézní struktura umožňuje

záchyt polutantů jak v plynné fázi, jakými jsou např. PCDD či PCDF, tak v kapalně či polotuhé fázi. Díky tomu nacházejí produkty CHEZACARB® uplatnění při likvidaci ropných havárií, likvidaci polotuhých odpadů starých ekologických zátěží, čištění technologických zařízení a potrubí nebo záchytu plyných polutantů ve spalovnách odpadů. Ve všech uvedených oblastech ochrany životního prostředí má společnost Unipetrol RPA dlouholeté praktické zkušenosti neboť zaváděla sorbenty CHEZACARB® v chemických závodech a spalovnách na území České i Slovenské republiky.

Kromě sorbčních vlastností využitelných v oblasti ekologických technologií je možné využít produkty CHEZACARB® jako kompozity v aplikacích, kde se uplatňuje vysoká elektrická vodivost, vynikající absorpce UV záření nebo schopnost pigmentace. Zapracováním potřebného množství kompozitních sazí CHEZACARB® do těchto komponent lze vytvořit kvalitativně nové typy materiálů, které jsou vhodné pro širokou oblast nových použití, např. při výrobě nádob pro přepravu hořlavín a výbušnin, obalů a přepravek pro skladování a manipulaci s elektronickými prvky citlivými na poškození elektrickým nábojem, pro výrobu stínících prvků elektrotechnických celků, pro topné elementy, pro výrobu speciálních tmelů a pro řadu dalších aplikací.

LITERATURA

1. Janík M.: Chem. Listy 93, 794 (1999).
2. Aucher J. F., Kalin T., Sakuma Y.: *Chemical Economic Handbook*, SRI International, 2002.
3. Kubal P., Nečesaný F., Jirsa P., Švábík V.: *Konference Aprochem, 16.–18. duben 2007, Hotel Devět skal, Milovy – Sněžné n. Moravou*, sborník, s. 2419.

T. Herink, S. Raška, F. Nečesaný, and P. Kubal
(Unipetrol RPA, Ltd., Litvinov-Záluží, Czech Republic):
Application of Carbon Black Chezacarb™ Produced by the Unipetrol

The methods of production of several types of carbon black are described. They are used in the production of rubber, plastics and paints. Some Chezacarb™ types are used for absorption of pollutants from tail gases of chemical industry and of both municipal and industrial incineration plants. The products are efficient in ecological accidents accompanied by release of oil fractions and in the treatment of old ecological burdens. The products can be also used in cleaning of technological equipment.



Cayman Pharma: www.caymanpharma.cz

Farmaceutická společnost Cayman Pharma s.r.o. se sídlem v Neratovicích hledá vhodného kandidáta na pozici:

Výzkumný a vývojový pracovník

Náplň práce

- provádí syntézy a čištění požadovaných látek
- vyvíjí modifikace známých separačních postupů, zejména preparativní chromatografie
- provádí servisní přípravu analytických standardů a referenčních materiálů pro zajištění výroby a analytické kontroly
- spolupracuje při inovacích technologických procesů syntézy a separace, vypracovává standardní operační postupy
- vyhodnocuje experimenty a připravuje výzkumné zprávy
- navrhuje materiální zajištění řešených úkolů
- podílí se na validaci nových výrob
- ve spolupráci s výrobním úsekem provádí provozní zkoušky

Požadavky

- VŠ chemického zaměření (organická syntéza)
- aktivní znalost anglického jazyka, dobrá znalost práce na PC
- samostatnost, důslednost, zodpovědnost, ochota se dále vzdělávat
- místo vhodné i pro absolventy

Co nabízíme

- finanční ohodnocení odpovídající zastávané pozici a výkonům, uplatnění a rozvoj znalostí a dovedností
- možnost dalšího vzdělávání – odborné konference a semináře, 5 týdnů dovolené a další zaměstnanecké výhody

Kontakt: **Hana Kantuláková**, Cayman Pharma s.r.o., Tel. 315 664 525, Fax. 315 662 500,
hana.kantulakova@caymanpharma.cz