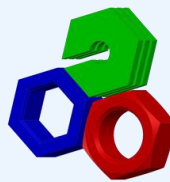
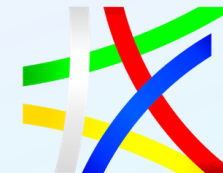




ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ



ЗАЕДНО СЪЗДАВАМЕ



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

ПРИЛОЖЕНИЕ НА НАНОПОРЕСТИТЕ МАТЕРИАЛИ КАТО КАТАЛИЗАТОРИ И НОСИТЕЛИ НА ЛЕКАРСТВЕНИ ВЕЩЕСТВА

Маргарита Попова

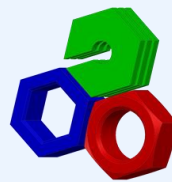
Институт по органична химия с Център по фитохимия,
Българска академия на науките

www.eufunds.bg

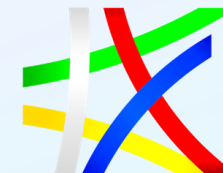
Проект BG05M2OP001-1.001-0008 „Национален център по мехатроника и чисти технологии“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“ 2014-2020, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за регионално развитие.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ



ЗАЕДНО СЪЗДАВАМЕ

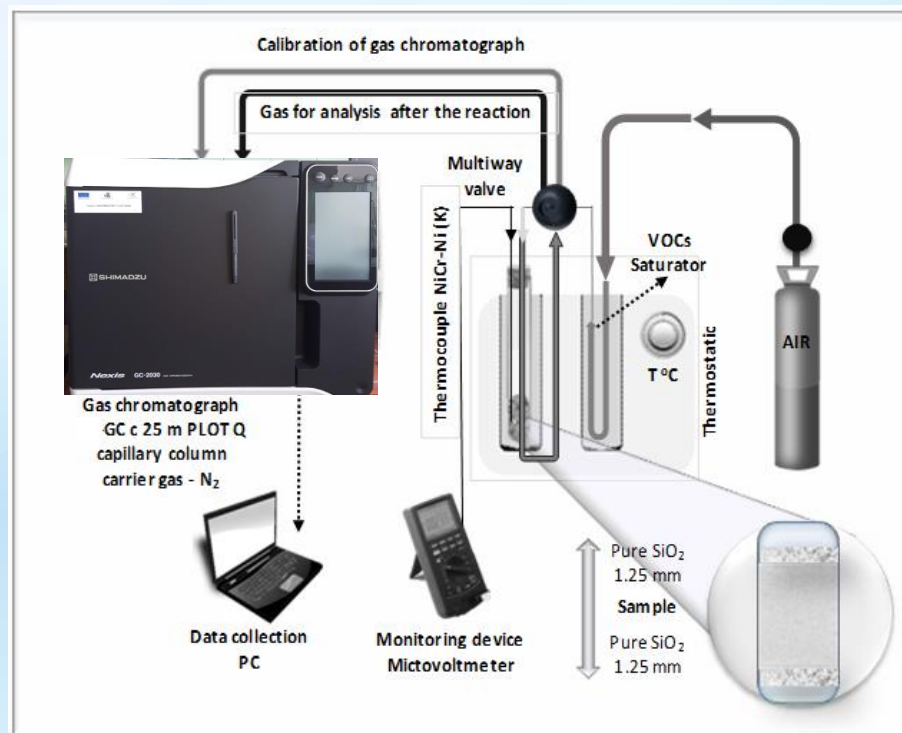


ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Научна апаратура за изследвания, свързани с опазване на околната среда и оползотворяване на отпадъчни продукти



SHIMADZU NEXIS GC-2030 ATF



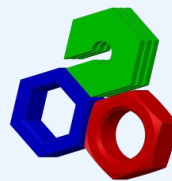
NEXIS GC-2030 ATF газови хроматографи с пламъчно-йонизационни детектори и детектори по топлопроводност, снабдени с кранове за въвеждане на газова проба чрез директна връзка с каталитични системи, изследващи продуктите от процеси за елиминиране на газовите емисии от битови и промишлени източници на замърсяване

www.eufunds.bg

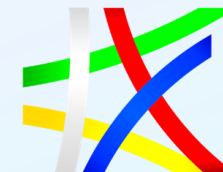
Проект BG05M2OP001-1.001-0008 „Национален център по мехатроника и чисти технологии“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“ 2014-2020, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за регионално развитие.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ



ЗАЕДНО СЪЗДАВАМЕ



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Научна апаратура за анализиране на ценни химични продукти, получени чрез чисти технологии



Nexera-i LC-2040C 3D Plus

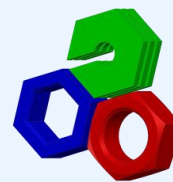
**Апарат за високоефективна течна
хроматография с фотодиодна матрица за
анализ на получени чрез насочен синтез
нови органични съединения**

----- www.eufunds.bg -----

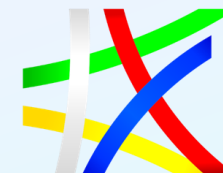
Проект BG05M2OP001-1.001-0008 „Национален център по мехатроника и чисти технологии“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“ 2014-2020, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за регионално развитие.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ



ЗАЕДНО СЪЗДАВАМЕ



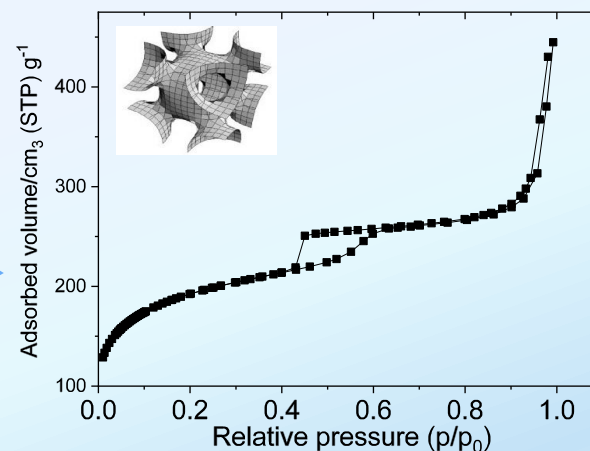
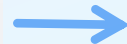
ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Научна апаратура за характеризиране на порести материали

Азотна физисорбция при 77 К



AUTOSORB iQ-C-MP-AG-AG,
Quantachrome Instruments, USA

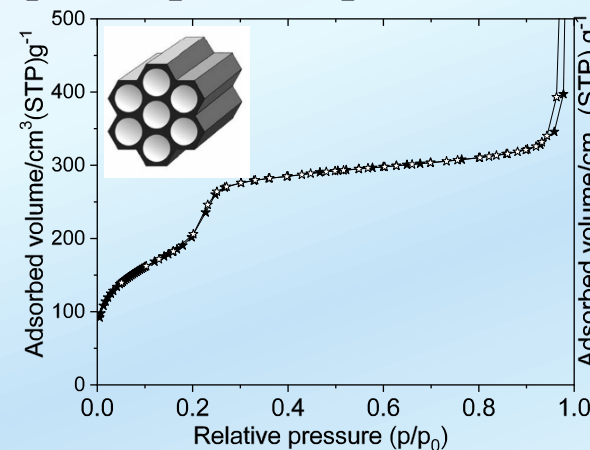


SBA-16

$S_{\text{BET}} = 1130 \text{ m}^2/\text{g}$

$v = 0.64 \text{ cm}^3/\text{g}$

$d = 7.9 (2.5) \text{ nm}$

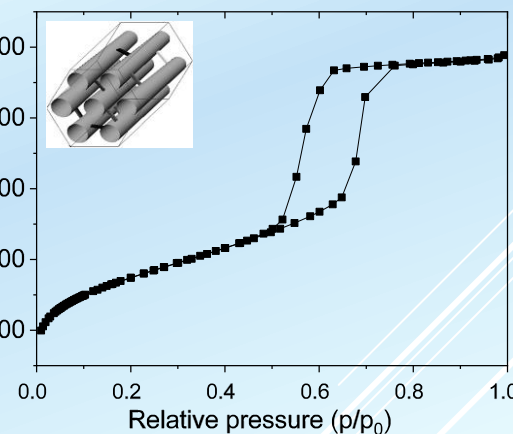


MCM-41

$S_{\text{BET}} = 1100 \text{ m}^2/\text{g}$

$v = 0.90 \text{ cm}^3/\text{g}$

$d = 2.3 \text{ nm}$



SBA-15

$S_{\text{BET}} = 760 \text{ m}^2/\text{g}$

$v = 1.0 \text{ cm}^3/\text{g}$

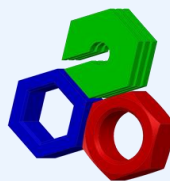
$d = 6 \text{ nm}$

- Физисорбция при ниски температури (N_2 , Ar и др.)
- Хемисорбция на различни газове (H_2 , O_2 , CO и др.)
- Адсорбция на CO_2 при различни температури

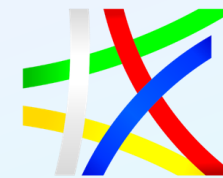
www.eufunds.bg



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ



ЗАЕДНО СЪЗДАВАМЕ



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

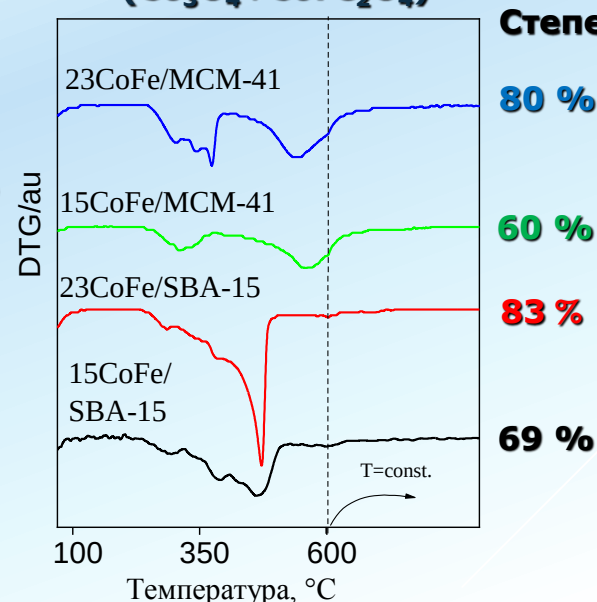
Научна апаратура за характеризиране на материали



STA449F5 Jupiter със SiC, NETZSCH

Апарат за термогравиметричен анализ (TG-DTA, TG-DSC) за характеризиране на промените в материалите при обработка в различна газова среда и различна температура (до 1600°C). Получените нови материали се използват като адсорбенти и катализатори за разработване на чисти технологии.

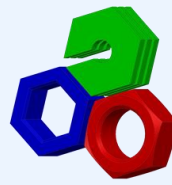
Термо-програмирана редукция на метални оксиди ($\text{Co}_3\text{O}_4 + \text{CoFe}_2\text{O}_4$)



www.eufunds.bg



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ



ЗАЕДНО СЪЗДАВАМЕ

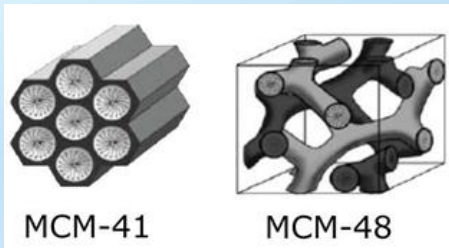


ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

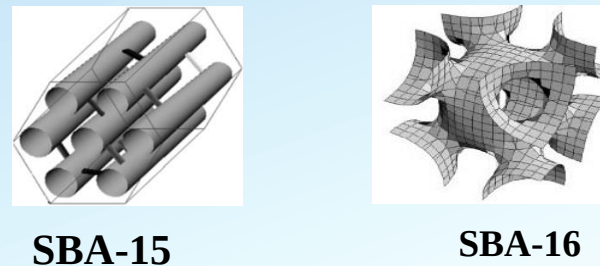
Мезопорести силикати

- Висока специфична повърхност ($> 700 \text{ м}^2/\text{г}$) и голям поров обем ($> 0.9 \text{ см}^3/\text{г}$)
- Регулируеми и близки по размер пори (до 20 нм)
- Уникална порова структура
- Регулируема форма и размер на частиците (50 – 500 нм)
- Стабилна структура – механична и термична устойчивост, pH устойчивост
- Вътрешна и външна повърхност, позволяваща селективно функционализиране

M41S family
Размер на порите: 2-5 nm



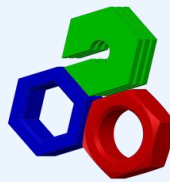
SBA family
Размер на порите: 5-10 nm



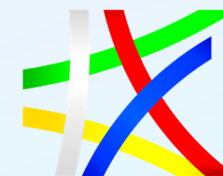
www.eufunds.bg



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ

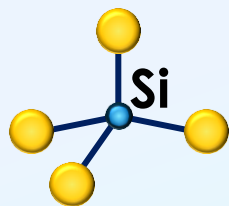
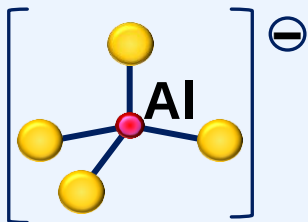


ЗАЕДНО СЪЗДАВАМЕ

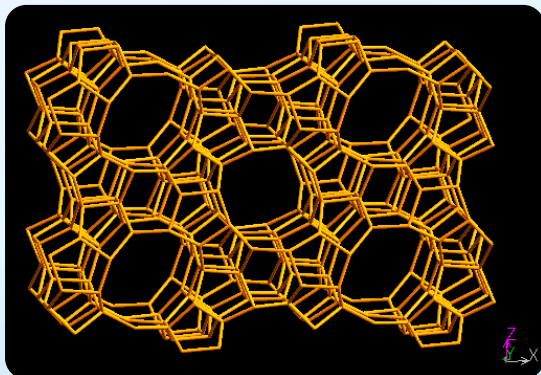


ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

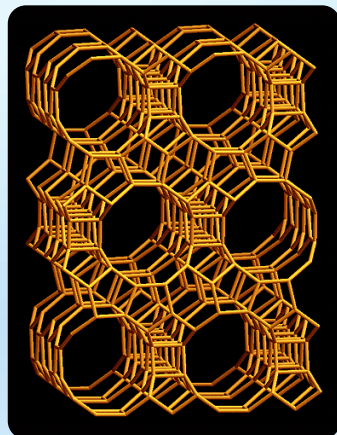
Зеолити



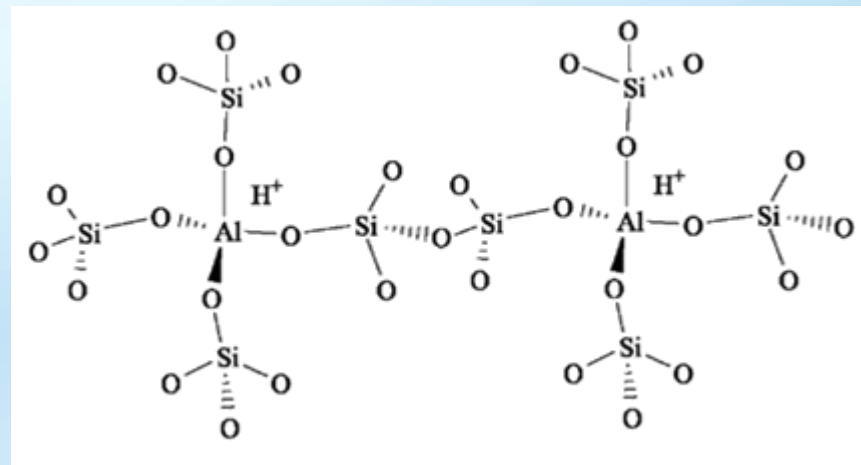
Компенсиращ катион: H^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , NH_4^+ и др.



ZSM-5 (MFI)
10 ring pores



Zeolite BEA
12 ring pores

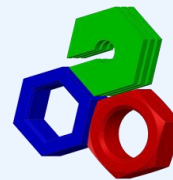


- Кристална структура
- Размер на порите – до 2 nm
- Кисели центрове

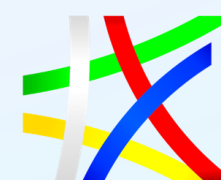
www.eufunds.bg



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ



ЗАЕДНО СЪЗДАВАМЕ

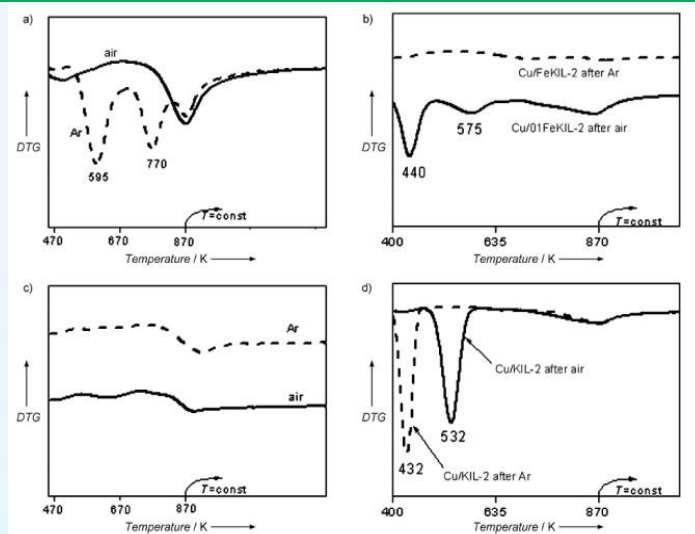


ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Процеси за почистване на въздуха

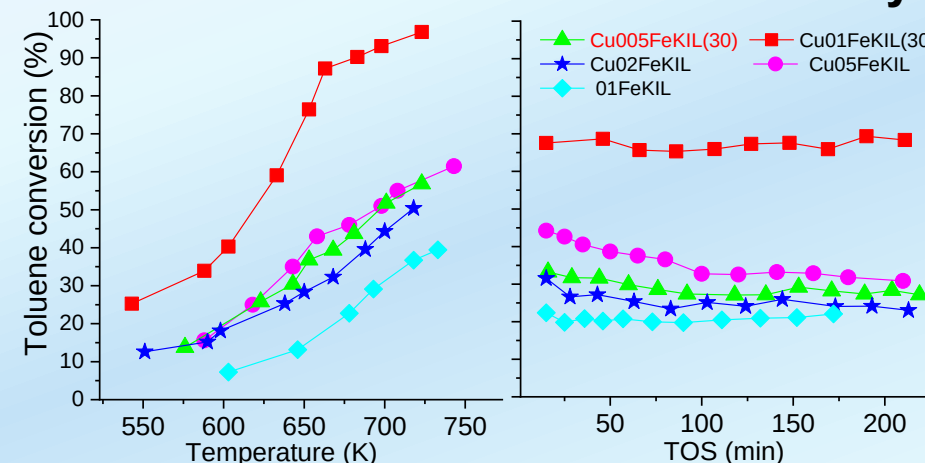
Бикомпонентни
системи от нанесени
метални оксиди върху
мезопорест силикат

CuFe/KIL-2



TPR

Пълно окисление на толуен



CuO and Cu-oxo-Fe

$\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu}^{1+} \rightarrow \text{Cu}^0$

$\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^0$

5Cu0.5FeKIL-2

CuO (30 nm и 22% фракция)

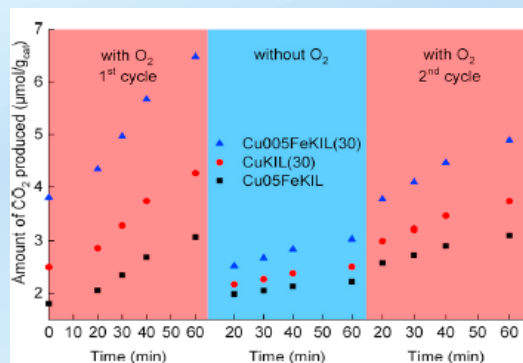
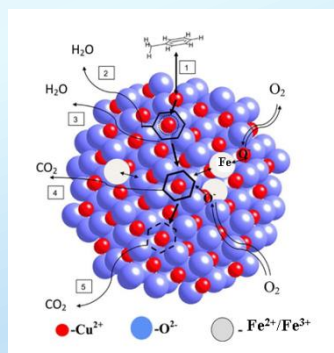
Cu-oxo-Fe кълъстери (78% фракция)

Applied Catalysis B, 268 (2020) 118749

www.eufunds.bg

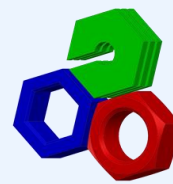
Проект BG05M2OP001-1.001-0008 „Национален център по мехатроника и чисти технологии“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“ 2014-2020, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за регионално развитие.

Март ван Кревелен механизъм

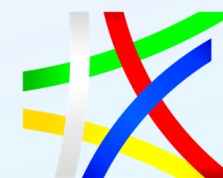




ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ



ЗАЕДНО СЪЗДАВАМЕ



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Процеси за очистване на въздуха

Елиминиране на летливи органични
съединения

Моделно съединение - етил ацетат

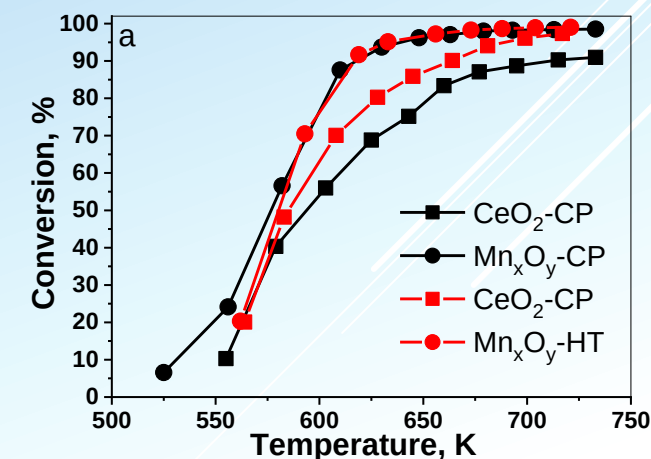
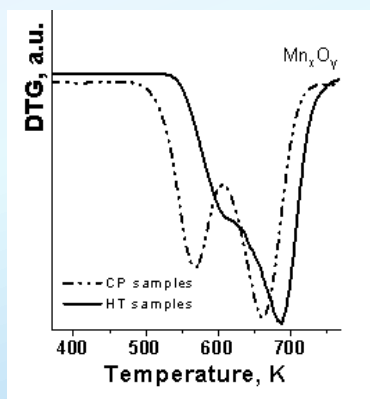
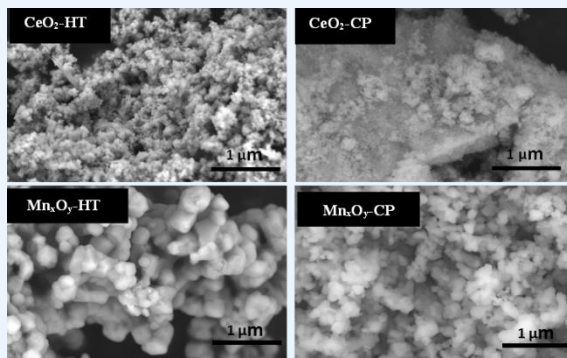


Наноразмерни метални оксиди
(CuO , CeO_2 и Mn_xO_x)

100 % елиминиране на етилацетат до 400°C !!!

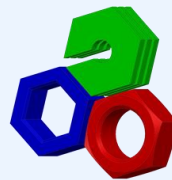
*Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis 135(1) (2022) 105;
International Multidisciplinary Scientific Geoconference, 2021,
DOI: <https://doi.org/10.5593/sgem2021/5.1/s20.021>, 165.*

www.eufunds.bg

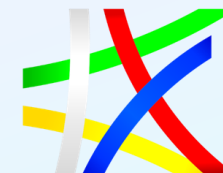




ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ



ЗАЕДНО СЪЗДАВАМЕ



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Процеси за очистване на въздуха и оползотворяване на отпадъчни материали

Летяща пепел от три ТЕЦ:

“Марица Изток 2” (ME 2), ТЕЦ “АЕС Гълъбово” (AES) и ТЕЦ “Contour Global” (CG)

Състав	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃	CaO
съдържание, тегл. %	46.58	23.26	14.73	0.81	2.49	3.01

H1/2 - хидротермална активация

AS - кристализация при атмосферни условия

FH - алкално стапяне-хидротермална активация

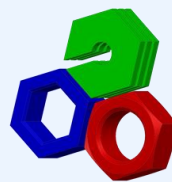
25.5.10⁶ т/годишно

	Хематит (α -Fe ₂ O ₃), тегл. %	Магхемит (γ -Fe ₂ O ₃), тегл. %	Зеолит Na-X, тегл. %	Кварц (SiO ₂), тегл. %	Фелдшпат, тегл. %	Зеолит A (LTA), тегл. %	CaCO ₃ , тегл. %	MgCO ₃ , тегл. %
H1	10	17	45	8	15	0	0	5
H2	10	10	35	10	16	15	0	4
AS	10	10	50	6	17	0	0	5
FH	0	0	94	3	0	0	3	0

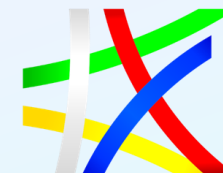
www.eufunds.bg



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ



ЗАЕДНО СЪЗДАВАМЕ

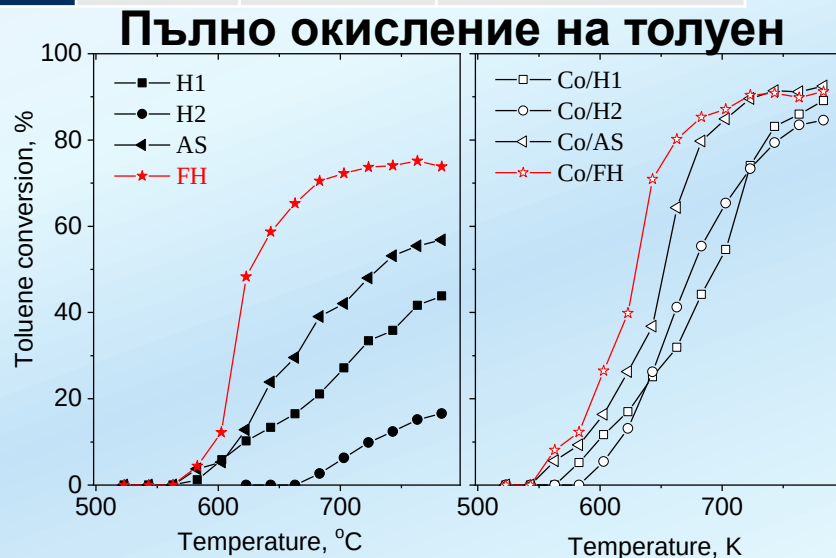


ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

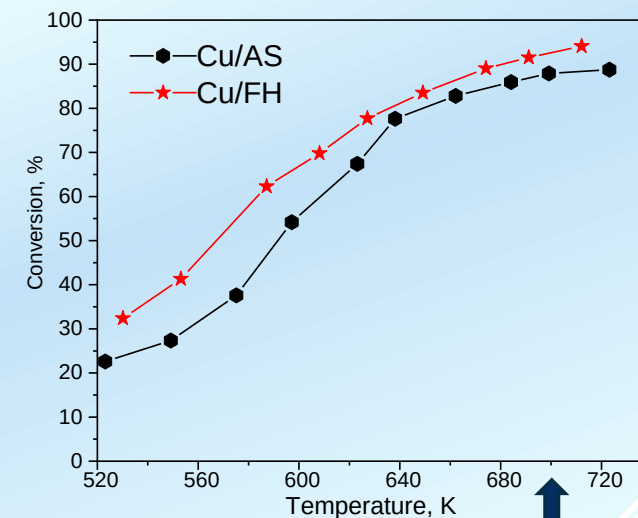
Процеси за почистване на въздуха и оползотворяване на отпадъчни материали

образци	$S_{\text{ВЕТ}}, \text{m}^2/\text{g}$	$V_{\text{total}}, \text{m}^3/\text{g}$	Степен на зеолитизация, %
H1	268	0.25	45
H2	220	0.17	50
AS	283	0.20	50
FH	486	0.31	94

Следсинтезно
модифициране с
Cu/Co



Пълно окисление на толуен



6 wt. % Co

$\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$
 Co_3O_4 - 5 nm

$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$
 $\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+}$

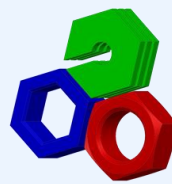
$\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$
 $\gamma\text{-Fe}_3\text{O}_4$
 CuO - 5 nm

$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$
 $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+$

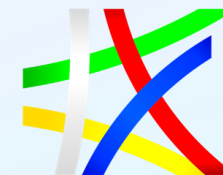
www.eufunds.bg



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ



ЗАЕДНО СЪЗДАВАМЕ



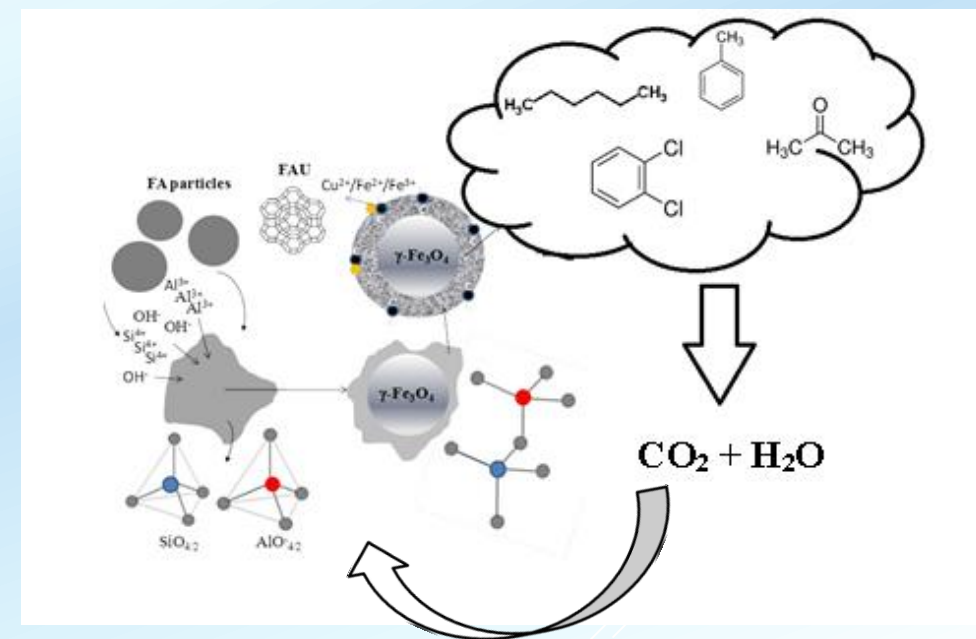
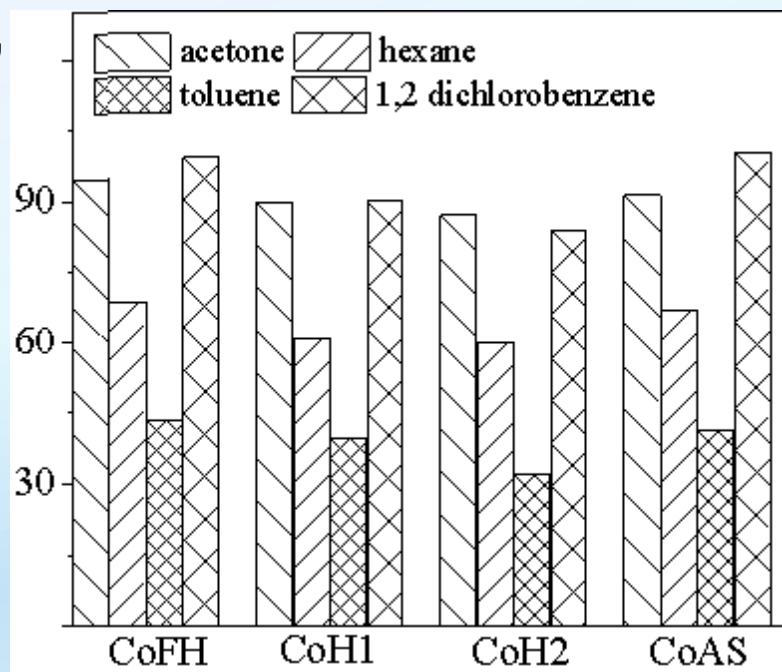
ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Процеси за очистване на въздуха и оползотворяване на отпадъчни материали

Пълно окисление на смес от
ЛОС: ацетон, хексан, толуен,
1,2 хлорбензен

Улавяне на CO₂

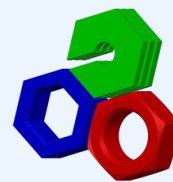
Образци	CO ₂ капацитет (статични условия) mmol/g	CO ₂ капацитет (динамични условия) mmol/g
H1	1.5	1.3
H2	1.7	1.5
AS	2.5	1.8
FH	3.0	2.8



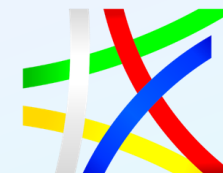
Catalysis Today 357 (2020) 518.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ

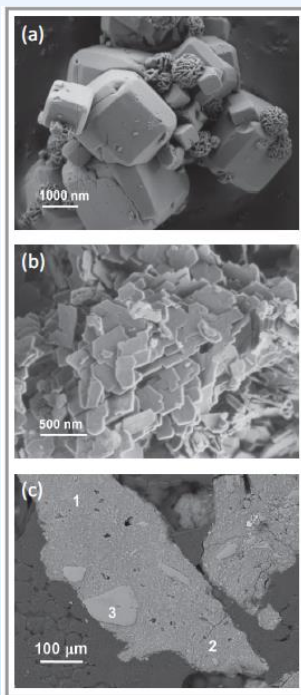


ЗАЕДНО СЪЗДАВАМЕ



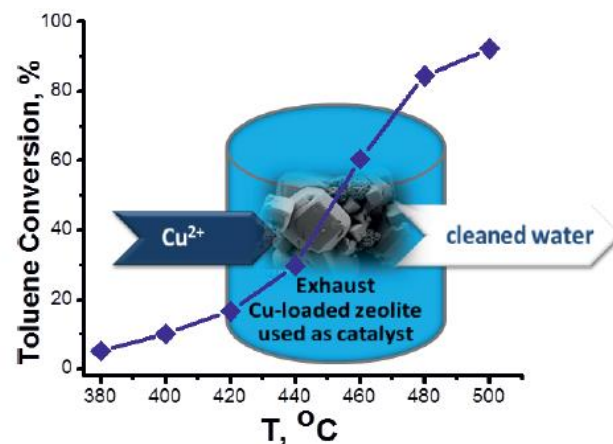
ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Процеси за почистване на води и въздух



ЗЕОЛИТИ

Sample name	Cu ²⁺ concentration before sorption [mg L ⁻¹]	Treatment time [h]	Cu ²⁺ concentration after sorption [mg L ⁻¹]
CuNaZ-24	63.5	24	16.0
CuNaZ-48	63.5	48	2.0
CuA-48	100	48	< 0.1



Очистване на въздуха от
летливи органични
съединения
Моделно съединение - толуен



Улавяне на Cu²⁺ от
отпадни води



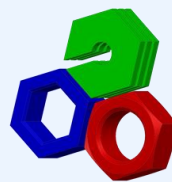
Висок капацитет за адсорбция на
метални йони във води
100 % елиминиране на
органични замърсители до 500°C

Chemie Ingenieur Technik 93 (6) (2021) 1.

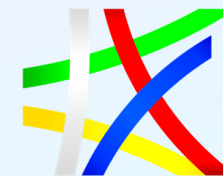
www.eufunds.bg



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ



ЗАЕДНО СЪЗДАВАМЕ

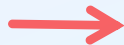


ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

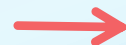
Получаване на въглеродни порести материали от отпадъчни продукти

Отпадъчни материали на базата на:

- смазочни масла
- полиетилен висока плътност
- фенолформалдехидни смоли



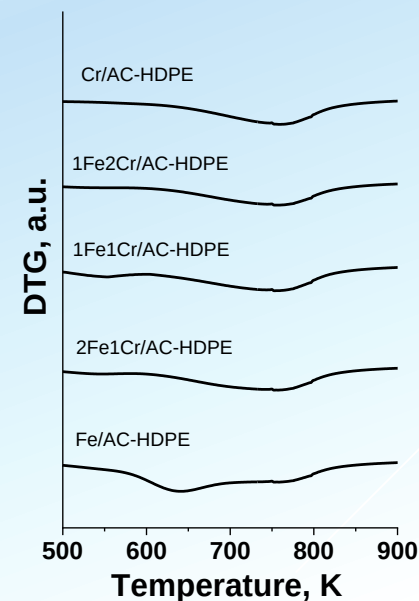
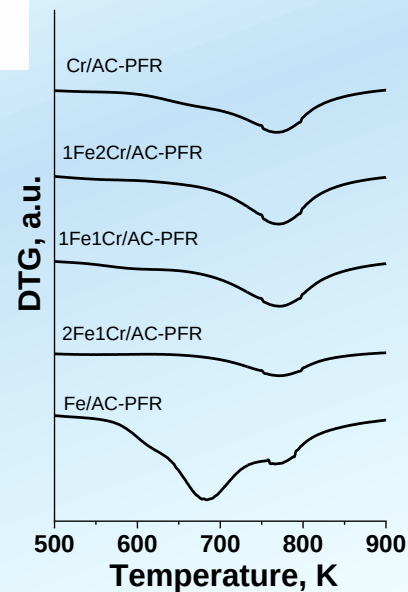
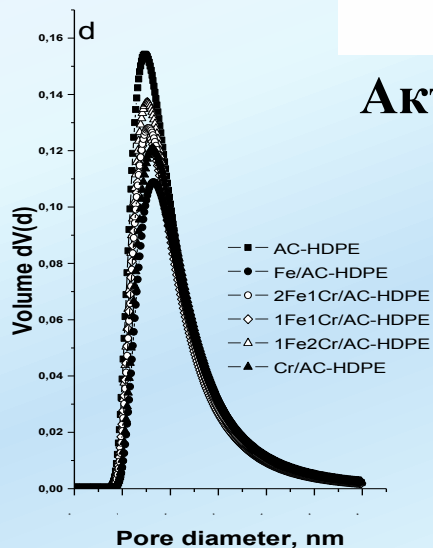
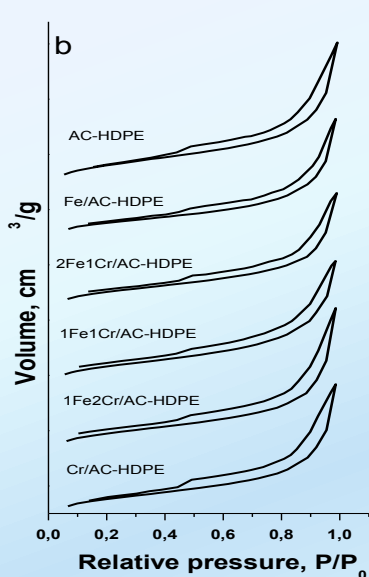
Активен въглен



Адсорбенти
катализатори

Получаване на водород

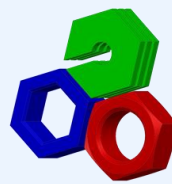
- Риформинг (в течна фаза на полиалкохоли; сух риформинг на алкани (метан /етан/пропан) и CO_2)
- Електрохимични реакции



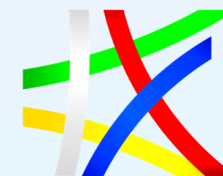
www.eufunds.bg



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ

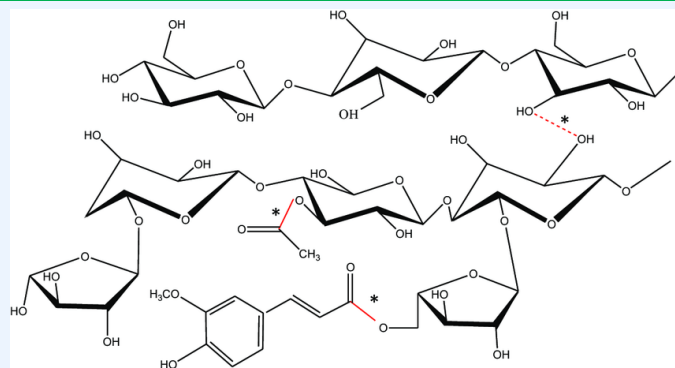


ЗАЕДНО СЪЗДАВАМЕ

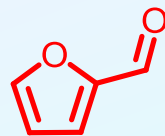


ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Зелени технологии за получаване на функционални органични съединения

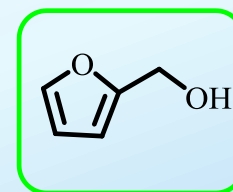


1. Деполимеризация
2. Дехидратация



Фурфурал

Хидриране

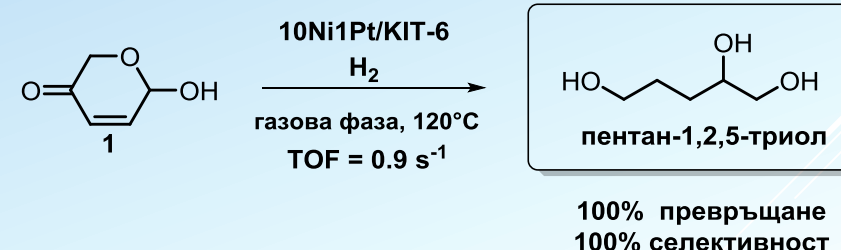
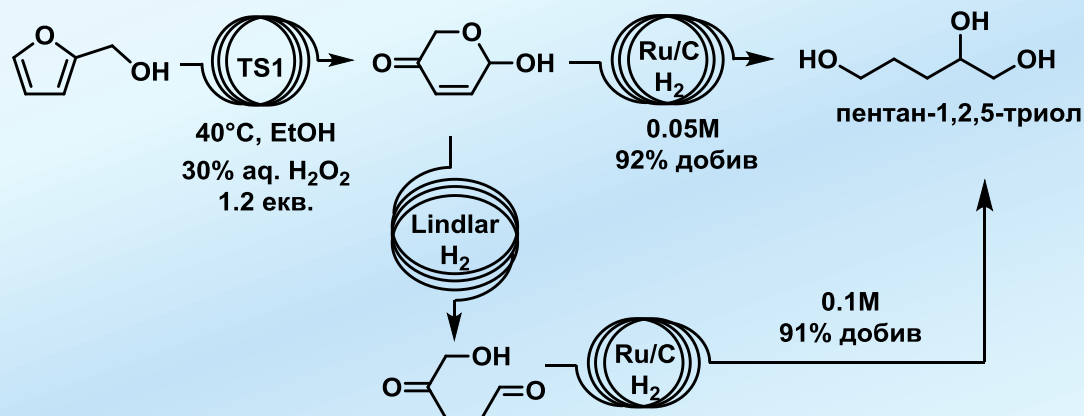


Фурфурилов
алкохол

- Годишното световно производство на фурфурал от биомаса е 250 хил. тона
- Над 80% от произведения фурфурал се използва за производството на фурфурилов алкохол

Лигноцелуозна биомаса

- Мономер с приложение в производството на хидрогелове
- Оптимизиран метод за производство с непрекъснат цикъл



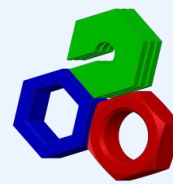
Оптимизиран зелен метод за производство

- газова фаза при атмосферно налягане
- без използване на органични разтворители

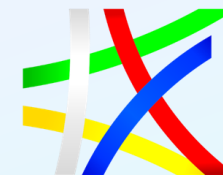
www.eufunds.bg



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ

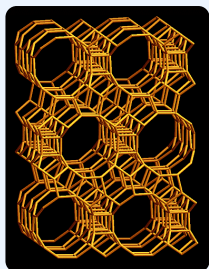


ЗАЕДНО СЪЗДАВАМЕ



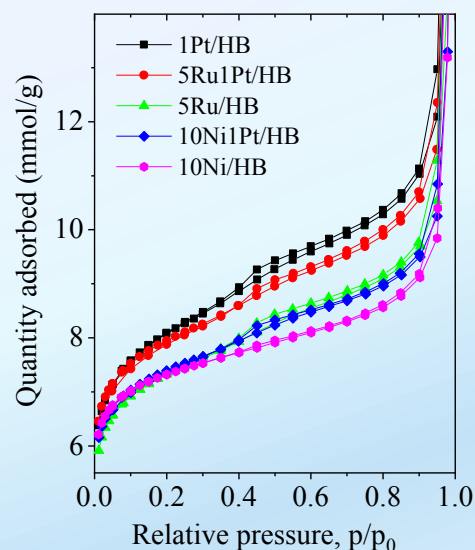
ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Получаване на ценни химически съединения от отпадъчни материали

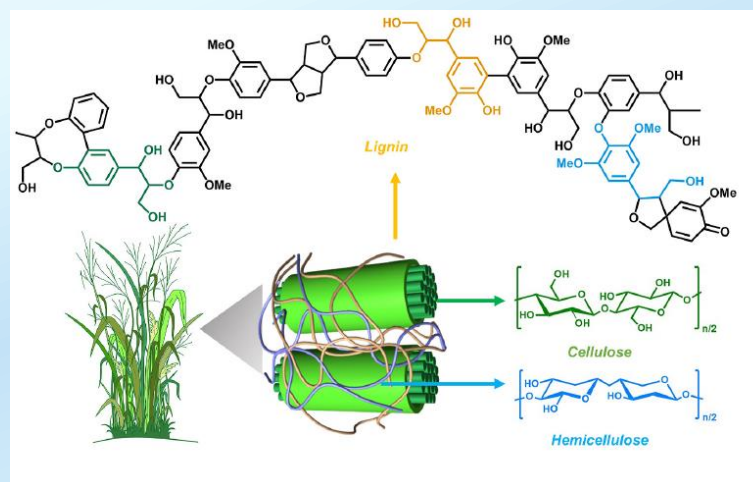


Beta зеолит

Размер на частиците - 200 nm

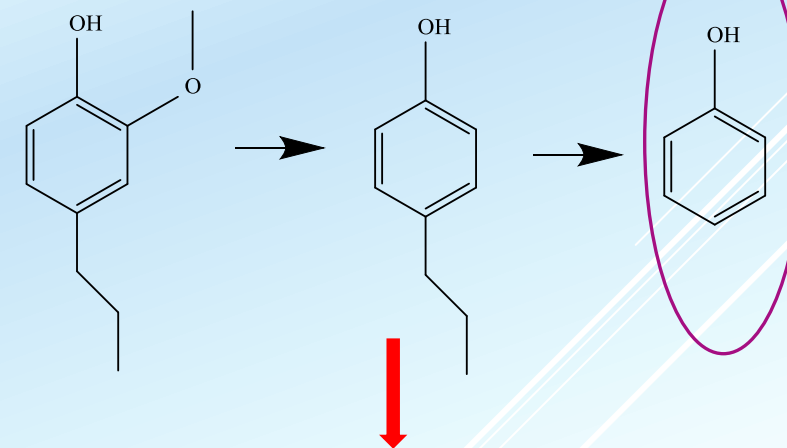


ФЕНОЛ



Отпадъчна биомаса

5Ru1Pt/HB



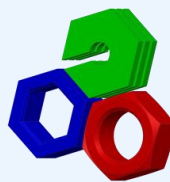
Висока степен на превръщане (92 %) и селективност (83 %) до фенол

Molecules 26 (2021) 7694

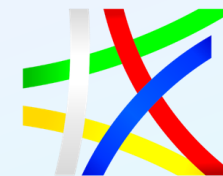
www.eufunds.bg



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ



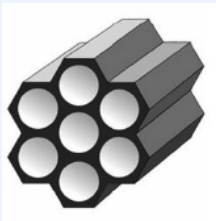
ЗАЕДНО СЪЗДАВАМЕ



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Лекарство-доставящи системи

Различна пореста структура



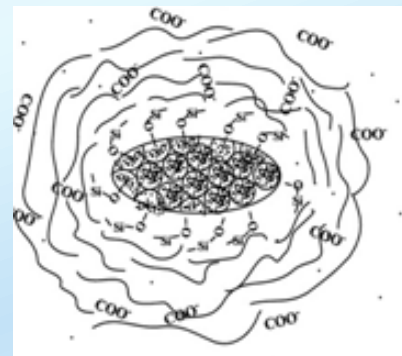
- Висок адсорбционен капацитет
- Контролирано доставяне

Функционализиране с органични групи



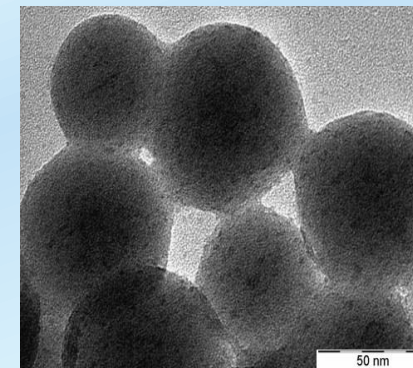
- рН или температурно-зависимо доставяне на лекарственото вещество
- Подобрени биоадхезивни свойства

Обвиване с полимери



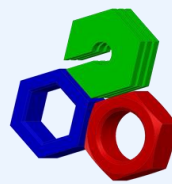
- Контролирано доставяне в магнитно поле

Fe₃O₄/MS

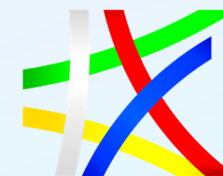




ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ

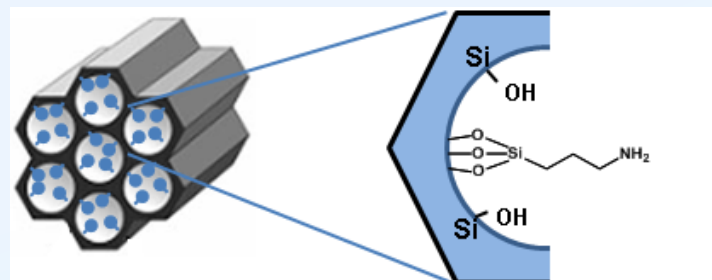


ЗАЕДНО СЪЗДАВАМЕ

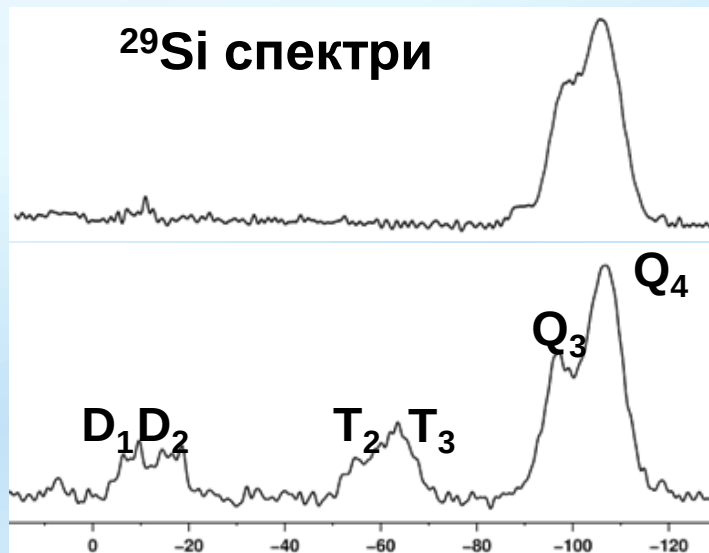


ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

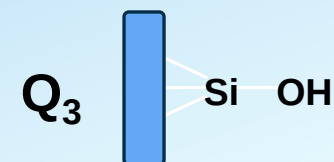
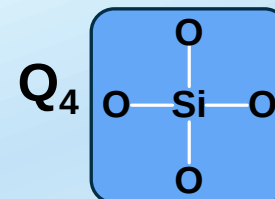
ЯМР в твърда фаза



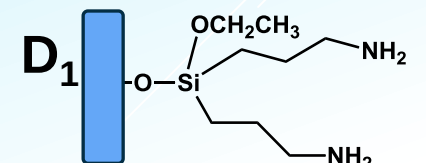
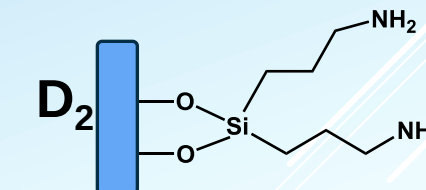
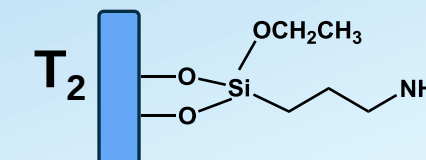
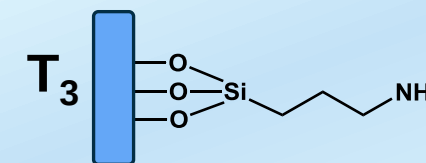
^{29}Si спектри



MCM-41

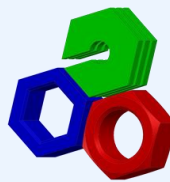


MCM-41-NH₂

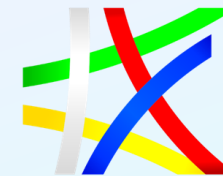




ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ



ЗАЕДНО СЪЗДАВАМЕ



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Институт по органична химия с Център по фитохимия, Българска академия на науките

Проф. д-р Павлета Шестакова

Доц. д-р Свилен Симеонов

Гл. ас. д-р Глория Исса

Гл. ас. д-р Христина Лазарова

Доц. д-р Момчил Димитров

Гл. ас. д-р Явор Митрев

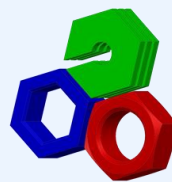
Ас. Мануела Ойкова

www.eufunds.bg

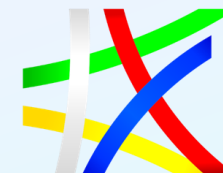
Проект BG05M2OP001-1.001-0008 „Национален център по мехатроника и чисти технологии“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“ 2014-2020, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за регионално развитие.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ



ЗАЕДНО СЪЗДАВАМЕ



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ



www.eufunds.bg

Проект BG05M2OP001-1.001-0008 „Национален център по мехатроника и чисти технологии“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“ 2014-2020, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за регионално развитие.