

Modificarea structurii chimice a suprafeței cărbunilor activi vegetali

RAISA NASTAS^{1*}, VASILE RUSU¹, MARIA GIURGINCA², AURELIA MEGHEA², TUDOR LUPA¹ CU¹

¹Institutul de Chimie al Academiei de Științe a Moldovei, Str. Academiei, Nr. 3, MD 2028 Chișinău, Moldova.

²Universitatea Politehnică București, Str. Gh. Polizu, Nr. 1, 011061, București, România

The peculiarities of surface chemistry, functional groups and acid-basic properties of activated carbons obtained from vegetal raw materials by different methods of activation have been emphasized. Active carbons obtained from peach and plum stones by physical-chemical activation (with steam, aqueous solutions of sulfurous anhydride or ammonia) possess predominantly basic functional groups on the surface, although acidic sites in minor quantities are also accumulated. FTIR spectra suggest the presence on the surface of these carbons of alcoholic and phenolic groups, quinones and hydroxy-ketones. Active carbons obtained from plum stones, nut shells and grape seeds by chemical activation with phosphoric acid possess predominantly acidic functional groups on the surface, out of which carboxylic groups are prevailing by 2-3 times the content of phenolic structures. FTIR spectra suggest the presence on the surface of these carbons of a series of organic structures including carboxylic acids, ketones, aldehydes, quinones, lactones and esters, also alcohols and phenols. UV-VIS-NIR spectra also indicate the presence of alcohols and phenols on the surface of these carbons.

Keywords: active carbons, surface chemistry, electrochemical titration, spectral analyses

Actualmente sunt utilizate trei procedee generale de obținere a cărbunilor activi, prin metode fizico-chimice, chimice și mixte. Cel mai frecvent utilizat este procedeul fizico-chimic de activare. În linii generale, acest procedeu se bazează pe interacțiunea bioxidului de carbon sau a vaporilor de apă cu hidrocarburile grele care umplu porii materialului carbonizat supus activării, de asemenea pe interacțiunea cu carbonul amorf din scheletul mangelului. În calitate de agenți de activare și/sau catalizatori în procesul de obținere a cărbunilor activi prin activare chimică se utilizează diferiți compuși anorganici ai potasiului, sodiului, cobaltului și fierului [1]. Cel mai frecvent în calitate de agent acid de activare se utilizează acidul fosforic, grație acțiunii sale deshidratante și catalitice. În procedeele mixte de activare materia primă este tratată cu substanțe ignifuge (acizi, baze, săruri cu acțiune ignifugă), urmând activarea fizico-chimică. În calitate de activatori se utilizează hidroxidul de potasiu, carbonați de sodiu sau potasiu [2].

O clasă deosebită o reprezintă cărbunii activi oxidați. Agenții chimici de oxidare modifică suprafața cărbunilor activi (obținuți prin procedeele menționate de activare), ducând la formarea pe suprafață a unei serii de grupări funcționale. În consecință, pe lângă proprietățile sorbtive caracteristice adsorbanților carbonici, cărbunii activi oxidați posedă noi proprietăți specifice, de exemplu catalitice și de schimb ionic. Pentru obținerea cărbunilor activi sunt utilizați diferiți agenți de oxidare - acidul azotic, peroxidul de hidrogen, oxigenul din aer, ozonul [3].

O categorie aparte de materii prime pentru obținerea cărbunilor activi reprezintă subprodusele vegetale. În Republica Moldova se acumulează cantități însemnate de subproduse vegetale - sămburi de fructe, coji de nuci, semințe de struguri etc. Aceste materii prime, propriu-zis regenerabile anual, prezintă perspective reale pentru producerea unui sortiment larg de adsorbanți carbonici. În cadrul prezentului studiu în mod deosebit sunt evidențiate particularitățile chimiei suprafeței, grupărilor

funcționale și proprietăților acido-bazice ale cărbunilor activi obținuți din materii vegetale prin diferite metode de activare.

Partea experimentală

Materiale

Cărbunii activi au fost obținuți din materii prime vegetale (sămburi de piersici și prune, coji de nuci și semințe de struguri) prin activare fizico-chimică cu vaporii de apă, anhidridă sulfuroasă sau soluție amoniacală și chimică cu acid fosforic. De asemenea după activarea fizico-chimică s-a practicat oxidarea cu acid azotic [4]. Tipurile studiate se prezintă în tabelul 1.

Tehnici de investigare

Pentru caracterizarea cărbunilor activi s-au utilizat câteva tehnici complementare și anume:

- titrarea conductometrică și pH-metrică pentru stabilirea proprietăților acido-bazice ale adsorbanților [5],
- (ii) metoda Boehm pentru determinarea grupărilor acide pe suprafață [6] și (iii) metoda neutralizării cu exces de titrant (*depletion method*) pentru determinarea conținutului total de grupări funcționale pe suprafață [6];
- analiza spectrală în domeniile IR și UV-VIS-NIR pentru stabilirea tipurilor de grupări funcționale de pe suprafața acestora.

Aparatură și reactivi

- spectrometrul IR (FT-IR 620, JASCO, Japonia) în domeniul 4000 – 400 cm⁻¹, utilizând procedeul de pastilare în KBr spectrală (Merck, Germania);
- spectrometrul UV-VIS-NIR (V-570, JASCO, Japonia) în domeniul 250-2000 nm, utilizând dispozitivul de reflexie difuză (ILN-472), prin incorporare în MgO (Merck, Germania);
- conductometrul OK/102 (Ungaria), pH-metrul EV-74 (Gomely, Belarusia) [5].

* email: nastasraisa@yahoo.com

Tabelul 1
TIPURI DE CĂRBUNI ACTIVII STUDIAȚI

Cod	Materia primă	Mod de activare
CAP-7	sâmburi de piersici	cu anhidridă sulfuroasă
CAP-8	sâmburi de piersici	cu soluție amoniacală
CAP23	sâmburi de piersici	cu vapori de apă
CAPO23	sâmburi de piersici	cu vapori de apă și oxidare cu acid azotic
CAPr36	sâmburi de prune	cu vapori de apă
CAPrO36	sâmburi de prune	cu vapori de apă și oxidare cu acid azotic
CAN-7	coji de nuci	cu acid fosforic
CAPr-1	sâmburi de prune	cu acid fosforic
CAS-4	semințe de struguri	cu acid fosforic

Tabelul 2
CONCENTRAȚIILE (MECHIV/g) GRUPĂRILOR FUNCȚIONALE DE PE SUPRAFAȚA CĂRBUNILOR ACTIVII
DETERMINATE PRIN DIFERITE METODE

Mostre	Grupări funcționale bazice		Grupări funcționale acide
	Metoda conductometrică acidimetrică	Neutralizare cu exces de titrant (HCl)	Titrare pH-metrică indirectă cu NaOH
CAP-7	0,92±0,03	0,95	-
CAP-8	0,45±0,03	0,58	0,10
Metoda Boehm			
	Grupări funcționale bazice		Grupări funcționale acide
CAP-7	1,07		0,37
CAP-8	0,67		0,28

Rezultate și discuții

Activări fizico-chimice

În tabelul 2 sunt prezentate cantitățile de grupe funcționale de pe suprafața cărbunilor activii obținute din sâmburi de piersici prin activare fizico-chimică cu anhidridă sulfuroasă sau soluție amoniacală. Din datele obținute se constată acumularea preponderentă a grupărilor funcționale bazice pe suprafața cărbunilor activați prin metode fizico-chimice. În linii generale, metodele aplicate pentru determinarea grupărilor funcționale bazice conduc la rezultate concordante, mai cu seamă în cazul cărbunilor obținuți prin activare cu soluție amoniacală.

Pe suprafața cărbunilor activați prin metode fizico-chimice se acumulează de asemenea, deși în cantități minore, grupări funcționale acide. În ansamblu, conținutul lor, estimat prin diferite metode, este de 3-5 ori mai mic, față de cel al grupărilor bazice.

Chimia suprafeței cărbunilor activii este mult mai complexă, în cazul activării fizico-chimice cu vapori de apă (tabelul 3). Cărbunii activii obținuți din sâmburi de prune sau piersici prin această metodă, pe lângă însemnate cantități de grupări bazice, conțin pe suprafață un spectru larg de grupări funcționale acide, mai cu seamă evidențiindu-se grupările carboxilice și fenolice.

Concentrații însemnate de grupări acide se formează pe suprafața cărbunilor activii obținuți prin activare cu vapori de apă și oxidare în continuare cu acid azotic (tabelul 3). Oxidarea cărbunilor activii obținuți din sâmburi de piersici duce la creșterea de circa 5 ori a conținutului grupărilor acide pe suprafață, mai cu seamă crescând conținutul grupărilor carboxilice "puternice acide".

Totodată, în procesul oxidării cărbunilor activii se înregistrează diminuarea conținutului grupărilor funcționale bazice pe suprafață.

În figura 1 sunt prezentate curbele titrării conductometrice a cărbunelui activ (CAPrO-36) obținut din sâmburi de prune prin activare fizico-chimică cu vapori de apă și oxidat în continuare cu acid azotic. În cazul titrării în prezența electrolitului suport de concentrație 0,1 M, curba de titrare indică 4 puncte distincte de schimbare de pantă ($E_1 \dots E_4$). Pentru comparație, în tabelul 4 sunt prezentate rezultatele determinării grupărilor funcționale de pe suprafață, evaluate prin metoda Boehm, și concentrațiile de specii acide estimate din curbele conductometrice în punctele stoichiometrice ($E_1 \dots E_4$). Cantitatea însumată de grupări carboxilice, determinată după Boehm, concordă

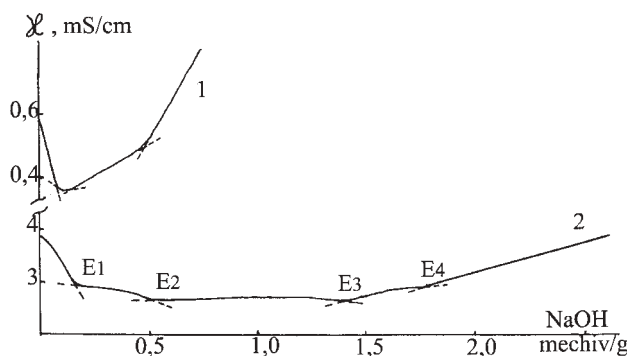


Fig. 1 Curbele titrării conductometrice a cărbunelui activ oxidat CAPrO-36 în prezența electrolitului suport NaNO_3 0,01 M (curba 1) și 0,1 M (curba 2)

Tabelul 3
CONȚINUTUL (MECHIV/g) GRUPĂRILOR FUNCȚIONALE DE PE SUPRAFAȚA CĂRBUNILOR ACTIVII
DETERMINAT PRIN METODA BOEHM

Mostre	Conținutul grupărilor funcționale				Tipul grupărilor acide			Grupări bazice	
	Titrant				Carboxilice		Fenolice		
	0,05 N NaHCO ₃	0,1 N Na ₂ CO ₃	0,05 N NaOH	0,1 N HCl	“Puternic acide”	“Slab acide”			Suma
CAPr-36	0,22	0,32	0,73	0,69	0,22	0,10	0,32	0,41	0,69
CAP-23	0,10	0,29	0,58	0,59	0,10	0,19	0,29	0,29	0,59
CAPO-23	1,34	1,65	2,71	0,35	1,34	0,31	1,65	1,06	0,35

Tabelul 4
CONȚINUTUL (MECHIV/g) GRUPĂRILOR ACIDE DE PE SUPRAFAȚA CĂRBUNELUI ACTIV OXIDAT CAPrO-36

Metoda Boehm						
Concentrațiile grupărilor funcționale			Caracterul grupărilor			
Titrant			Carboxilice			Fenolice
0,05 N NaHCO ₃	0,1 N Na ₂ CO ₃	0,05 N NaOH	“Puternic acide”	“Slab acide”	Suma	
0,84 ± 0,03	1,45 ± 0,04	1,82 ± 0,1	0,84 ± 0,03	0,61 ± 0,04	1,45 ± 0,04	0,37 ± 0,06
Metoda conductometrică (concentrațiile speciilor acide estimate în punctele stoichiometrice E ₁ ... E ₄)						
E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	Caracterul grupărilor		
				Carboxilice, suma		Fenolice
0,20 ± 0,01	0,52 ± 0,03	1,43 ± 0,1	1,87 ± 0,1	1,43 ± 0,1		0,44 ± 0,1

Tabelul 5
ABSORBȚIILE ÎN DOMENIUL UV-VIS-NIR ALE CĂRBUNILOR ACTIVII CAP-7 și CAP-8

Mostre	UV-VIS, nm	NIR, nm			
	Structuri aromatice cu grupări funcționale	Grupe OH (alcooli, fenoli)	>C=CH ₂	-CH=CH ₂	-CH ₃
CAP-7	274	2016	2094	2172	2242
CAP-8	276	2016	2102	2182	2246

bine cu valorile speciilor acide estimate în punctul E₃ pe curba conductometrică (tabelul 4). De asemenea, se constată o concordanță bună între cantitățile totale de grupări acide, determinate după Boehm, și valorile speciilor acide indicate în punctul E₄ pe curba conductometrică. Diferența titrărilor [NaOH - Na₂CO₃] este atribuită, după Boehm, grupărilor acide fenolice. Concentrațiile acestor grupări sunt în bună concordanță cu valoarea determinată din diferența [E₄ - E₃] pe curba conductometrică.

În ansamblu, se constată că prin metoda conductometrică se pot determina concentrațiile grupărilor carboxilice (totale), grupările fenolice și conținutul total de grupări funcționale acide de pe suprafața cărbunilor activi oxidați. Valorile abaterii standard relative estimate pentru măsurătorile după Boehm se situează în intervalul 3-5%, iar pentru titrările conductometrice sunt de ±6% (tabelul 4).

Analizele spectrale ale cărbunilor activi, obținuți din sămburi de piersici prin activare cu soluție amoniacală

(CAP-7) sau anhidridă sulfuroasă (CAP-8), demonstrează complexitatea chimiei suprafeței acestora, evidențiind prezența unor grupări funcționale (tabelul 5 și 6). Spectrele în domeniul infraroșu cu transformata Fourier (FTIR) demonstrează prezența în scheletul cărbunilor a structurilor aromatice și alifatică, indicate de benzi în domeniul 2840-2920, ca și la 1460 și sub 900 cm⁻¹.

Conform spectrelor FTIR, pe suprafața cărbunilor activi sunt prezente structuri organice. Absorbția de la 1630 cm⁻¹, și umărul de la 1560 cm⁻¹, indică prezența pe suprafața cărbunilor a chinonelor, enolilor (hidroxicetonelor) și/sau cetonelor conjugate [7]. Absorbțiile în domeniul 1000-1300 cm⁻¹ cu maximum la 1109-1119 cm⁻¹, și umerii la 1040-1050 și 1240-1250 cm⁻¹, sunt atribuite vibrațiilor vC-O din alcooli și fenoli [8, 9]. Spectrele în domeniul UV-VIS, indică prezența compușilor fenolici (absorbțiile din domeniul 274-276 nm) de pe suprafața cărbunilor. Datele sunt confirmate de spectrele în domeniul infraroșu apropiat (NIR), demonstrând prezența unor benzi în regiunea 2000-2250 nm, atribuite structurilor alifatică

Tabelul 6
BENZILE CARACTERISTICE ÎN DOMENIUL FTIR ALE CĂRBUNILOR ACTIVI CAP-7 și CAP-8

Mostre	Atribuirii					
	$\nu(\text{OH})$	$\nu(\text{CH})$, $\nu(\text{CH}_2)$	$\nu(\text{C}=\text{C})$, $\nu(\text{C}=\text{O})$	$\delta(\text{CH}_2)$	$\nu(\text{C}-\text{O})$, $\delta(\text{OH})$	$\nu(\text{C}-\text{C})$, $\gamma(\text{CH})$
CAP-7	3429 i	2930 s 2854 s	1625 i 1570 u	1460 i	1250 u 1109 m 1040 u	875 s 800 u 710 s
CAP-8	3427 i	2925 s 2843 s	1635 m 1565 u	1460 i	1240 u 1119 i 1050 u	874 m 820 s 710 u

Atribuirea intensităților absorbției: i - intensă, m - medie, s - slabă, u - umăr

Tabelul 7
CONȚINUTUL (MECHIV/g) GRUPĂRIILOR FUNCȚIONALE ACIDE DE PE SUPRAFAȚA CĂRBUNELUI ACTIV CAN-7

Metoda Boehm						
Conținutul grupărilor funcționale			Caracterul grupărilor			
Titrant			Carboxilice			Fenolice
0,05 N NaHCO ₃	0,1 N Na ₂ CO ₃	0,05 N NaOH	“Puternic acide”	“Slab acide”	Total	
0,74	1,05	1,79	0,74	0,31	1,05	
0,74						
Titrare conductometrică alcalimetrică.						
Conținutul speciilor acide estimate în punctele stoichiometrice E ₁ ... E ₄						
E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	Caracterul grupărilor		
				Carboxilice (total)		
0,16±0,03	0,68±0,08	1,24±0,05	1,88±0,12	1,24±0,05		0,64 ± 0,1
Neutralizare cu exces de titrant (NaOH). Conținut total de grupări acide						
1,87						

(grupări metilenice) și grupărilor OH din alcooli și fenoli [10].

Activare chimică cu acid fosforic

Cantități însemnate de grupări acide se formează pe suprafața cărbunilor activi obținuți prin activare chimică cu acid fosforic. În tabelul 7 sunt prezentate cantitățile de grupări acide de pe suprafața cărbunelui obținut din coji de nuci, estimate prin diferite metode. Pentru acest cărbune de asemenea se constată o concordanță satisfăcătoare între datele obținute din titrări conductometrice alcalimetrice și prin metoda Boehm. Astfel, cantitățile de specii acide, determinate din curbele conductometrice în punctul E₂, concordă cu cantitățile de grupări carboxilice “puternic acide” determinate din titrările cu NaHCO₃. Diferența [E₃ – E₂] din curbele conductometrice se corelează satisfăcător cu diferența din titrările [Na₂CO₃ – NaHCO₃], atribuită, după Boehm, cantităților de grupări carboxilice “slab acide”. Cantitatea însumată de grupări carboxilice, determinată după Boehm, concordă cu valorile estimate în punctul E₃ pe curba conductometrică. De asemenea, se constată o concordanță bună între cantitatea totală de grupări acide determinată după Boehm și conținutul speciilor acide

indicat în punctul E₄ pe curba conductometrică. Diferența titrărilor [NaOH–Na₂CO₃], atribuită după Boehm grupărilor acide de tip fenolic, este în concordanță cu mărimea determinată din diferența [E₄–E₃] de pe curba de titrare.

În ansamblu, din datele prezentate în tabelele 7 și 8 se constată că adsorbanții carbonici, obținuți prin activare chimică cu acid fosforic din coji de nuci, din sămburi de prune sau din semințe de struguri, posedă preponderent grupări funcționale acide pe suprafață, în componența cărora sunt preponderente grupările carboxilice. Cantitatea însumată de grupări carboxilice (“puternic acide” și “slab acide”), estimată în punctul E₃ pe curba conductometrică, depășește de cca. 2-3 ori conținutul grupărilor acide fenolice, estimat din diferența (E₄ – E₃).

Pe suprafața cărbunilor activi prin metoda chimică cu acid fosforic se acumulează de asemenea, în cantități minore, grupări funcționale bazice. Pe suprafața cărbunelui activ obținut din semințe de struguri, pe lângă concentrațiile predominante de grupări acide (2,25 mechiv/g, tabelul 8), grupările bazice determinate din titrările pH-metrice indirecte ating valoarea de 0,3 mechiv/g.

Analizele spectrale ale cărbunilor activi, obținuți prin activare chimică cu acid fosforic din coji de nuci (CAN-7),

Tabelul 8
CONȚINUTUL (MG-ECH/g) GRUPĂRILOR ACIDE DE PE SUPRAFAȚA CĂRBUNILOR ACTIVI CAPr-1 și CAS-4

Mostre	Titrare conductometrică alcalimetrică. Conținutul de specii acide estimate în punctele stoichiometrice E ₁ ... E ₄				Neutralizare cu exces de titrant (NaOH). Conținut total de grupări acide
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	
CAPr-1	0,46±0,04	1,07±0,04	1,58±0,06	1,98±0,07	1,98
CAS-4	0,13±0,02	0,65±0,03	1,72±0,04	2,25±0,03	2,12

Tabelul 9
ABSORBȚIILE ÎN DOMENIUL UV-VIS-NIR ALE CĂRBUNILOR ACTIVI CAN-7, CAPr-1 și CAS-4

Mostre	UV-VIS, nm	NIR, nm			
	Structuri aromatice cu grupări funcționale	OH (alcooli, fenoli)	>C=CH ₂	-CH=CH ₂	-CH ₃
CAN-7	268	2076	-	2190	2274
CAPr-1	272	2048	2128	-	2260
CAS-4	270	1992	2112	2198	2272

Tabelul 10
BENZILE CARACTERISTICE ÎN DOMENIUL INFRARO-U (FTIR) ALE CĂRBUNILOR ACTIVI CAN-7, CAPr-1 și CAS-4

Mostre	Atribuiri						
	ν(OH)	ν(CH), ν(CH ₂)	ν(C=O)	ν(C=C), ν(C=O)	δ CH ₂ , δ CH ₃	ν(C-O) δ(OH) ν(P=O) ν(P-O)	ν(C-C) γ (CH) δ(OPO)
CAN-7	3426 i	2917 s	1710 u	1640 u	1459 i	1230 s	874 m
		2850 s	1687 s	1620 m	1380 u	1150 m	756 s
				1560 m		1050 u	475 u
CAPr-1	3442 i	2926 s	1720 s	1640 u	1459 m	1250 s	875 s
		2856 s	1680 s	1623 m	1380 u	1120 m	680 s
				1570 u		1050 u	470 u
CAS-4	3430 i	2923 s	1750 u	1635 u	1460 m	1250 u	875 s
		2844 s	1703 m	1623 m	1375 u	1152 m	730 s
						1050 u	476 s

Atribuirea intensităților absorbției: i – intensă, m – medie, s – slabă, u – umăr

sâmburi de prune (CAPr-1) și semințe de struguri (CAS-4) demonstrează complexitatea chimiei suprafeței lor, evidențiind prezența unui set de grupări funcționale (tabelul 9 și 10).

Spectrele în domeniul infraro-u cu transformata Fourier (FTIR) indică prezența în scheletul cărbunilor a structurilor alifactice, benzi în domeniul 2830-2930 cm⁻¹, atribuite legăturii C-H din grupările CH, CH₂ și CH₃ și în domeniul 1370-1470 cm⁻¹ (δCH₂ și δCH₃). Benzile din regiunea 700-900 cm⁻¹ indică prezența structurilor aromatice polinucleare cu diferite substituții pe inelele benzenice [7, 9].

Conform spectrelor FTIR, pe suprafața cărbunilor activi sunt prezente o serie de structuri organice (tabelul 10).

Banda intensă în domeniul 3350-3550 cm⁻¹ se datorează grupelor OH din alcooli, fenoli și acizi carboxilici [7, 11]. Absorbțiile din domeniul 1680-1750 cm⁻¹ sunt datorate vibrației de valență a grupării C=O în diferite structuri organice. Localizarea benzilor în acest domeniu se modifică, în funcție de componența acestor structuri organice, sugerând prezența acizilor carboxilici, cetonelor și aldehydelor pe suprafața cărbunelui obținut din coji de nuci (cu benzi la 1710 și 1687 cm⁻¹), a lactonelor, acizilor carboxilici și cetonelor pe suprafața cărbunelui obținut din sâmburi de prune (benzi la 1720, 1680 cm⁻¹).

Deplasarea benzilor de absorbție de la 1703 și 1750 cm⁻¹ pentru cărbunele obținut din semințe de struguri sugerează prezența acizilor carboxilici, esterilor și

lactonelor pe suprafața lui [7, 9, 11]. Benzile în domeniul 1560-1640 cm^{-1} în spectrele cărbunilor sugerează existența pe suprafața lor a chinonelor, enolilor (hidroxicetonelor) sau cetonelor conjugate [7]. Banda lată în domeniul 1000-1300 cm^{-1} , cu maximum la 1120-1150 cm^{-1} , și umerii de la 1040-1050 și 1230-1250 cm^{-1} pot fi atribuite vibrațiilor ν C-O în alcooli, fenoli, acizi, eteri și esteri [7, 9]. Umărul din regiunea 1230-1250 cm^{-1} poate fi atribuit vibrațiilor de deformare a grupării O-H în fenoli [9]. Spectrele din domeniul UV-VIS de asemenea indică prezența structurilor fenolice (absorbțiile în domeniul 268-272 nm) pe suprafața cărbunilor [12]. Datele sunt confirmate și de spectrele în domeniul infraroșu apropiat (NIR), indicând prezența unor benzi în regiunea 1990-2275 nm, care pot fi atribuite structurilor alifactice (grupărilor metilenice) și grupărilor OH din alcooli și fenoli [12].

Concluzii

S-a evidențiat structura chimică a suprafeței (grupările funcționale) și proprietățile acido-bazice ale cărbunilor activi obținuți din materii prime vegetale prin diferite metode de activare.

Cărbunii activi obținuți din sămburi de prune și piersici prin metode de activare fizico-chimice (cu vapori de apă, anhidridă sulfuroasă sau soluție amoniacală) posedă în concentrații predominante grupări funcționale bazice pe suprafață. În cantități minore, pe suprafața acestor cărbuni se acumulează de asemenea și grupări funcționale acide. Spectrele FTIR sugerează prezența pe suprafața cărbunilor activi a grupărilor alcoolice și fenolice, al chinonelor și enolilor.

Cărbunii activi obținuți din sămburi de prune, coji de nuci și semințe de struguri prin activare chimică cu acid fosforic posedă preponderent grupări funcționale acide pe suprafață, în componența cărora predomină grupările carboxilice, depășind de 2-3 ori conținutul grupărilor fenolice. Metoda conductometrică în varianta propusă a

permis determinarea proporției de grupări carboxilice, grupări fenolice și a conținutului total de grupări acide de pe suprafață. Spectrele FTIR au indicat prezența pe suprafața cărbunilor a unor structuri organice, de tipul acizilor carboxilici, cetonelor, aldehydelor, chinonelor, lactonelor și esterilor, ca și a alcoolilor și fenolilor, structurile acestea fiind confirmate și prin determinări spectrale în domeniile UV-VIS și NIR.

Bibliografie

1. HAYASHI J., KAZEHAHA A., KATSUHIKO M., ATKINSON A. Carbon, **38**, No. 13, 2000, p. 1873
2. LILLO-RÓDENAS M.A., CAZORLA-AMORÓS D., LINARES-SOLANO A. Carbon, **41**, No. 2, 2003, p. 267
3. KAMEGAWA K., NISHIKUBO K., YOSHIDA H. Carbon, **36**, No. 4, 1998, p. 433
4. NASTAS R., LUPASCU T. Comunicare la Simpozionul Internațional "Mediul și Industria", București, 29-31 octombrie 2003, p. 45
5. NASTAS R., RUSU V., LUPASCU T. Comunicare la Simpozionul Internațional "Mediul și Industria", București, 19-21 octombrie 2005, p. 185
6. BOEHM H.P. Advances in Catalysis, **16**, 1966, p. 179
7. ZAWADZKI J. Infrared spectroscopy in surface chemistry of carbons, in: Chemistry and physics of carbon, Thrower P.A. (Ed.), **21**, New York: Marcel Dekker, 1989, p.147
8. KAMEGAWA K., NISHIKUBO K., KODAMA M., ADACHI Y., YOSHIDA H. Carbon, **40**, No. 9, 2002, p. 1447
9. PAINTER P.C., SNYDER R.W., STARSINIC M., COLEMAN M.M., KUEHN D.W., DAVIS A. Applied Spectroscopy, **35**, No. 5, 1981, p. 475
10. BĂDILESCU S., TOADER M., GIURGINCA M., TĂLPU^a V. Spectroscopia în infraroșu a polimerilor și auxiliarelor. București: Ed. Tehnică, 1982
11. FANNING P.E., VANNICE M.A. Carbon, **31**, No. 5, 1993, p. 721
12. LUPA^aCU T. NASTAS R., ABDULFATAH Z., GIURGINCA M., MEGHEA, A., Rev. Chim. (București), **55**, Nr. 10, 2004, p. 805

Intrat în redacție: 11.01.2007