

Școala românească de celuloză și hârtie (Romanian school of pulp and paper)

VALENTIN I. POPA

Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași, Blvd. Mangeron 71, 700050, Iași

The paper manufacture has a long tradition on the Romanian territory. The Romanian school of pulp and paper was founded in the Polytechnic Institute of Iași in 1949 and here it is alone place in Romania where the chemical engineers are prepared as specialists in this field. This paper presents main achievements obtained during the years in the education and research activities, recognized at national and international levels. Among them, it worth mentioning, along with education and scientific results the international symposia in the chemistry and technology of cellulose (14) and the foundation of peer reviewed international journal "Cellulose Chemistry and Technology" (1966). At present, the production of pulp and paper is among the very few industries corresponding to the principles of sustainable development and which can be integrated in an industrial complex based on biorefining for full valorization of biomass resources. Therefore, in the next future Romanian school of pulp and paper could be developed toward approach the education and research in the inter- and trans-disciplinary fields.

Keywords: Pulp, Education, Research, Chemical engineers, Sustainable Development, Biorefining, Biomass

Începuturile educației în domeniul celulozei și hârtiei se confundă cu apariția acestei industrii pe teritoriile Principatelor Române și cu primii muguri de învățământ superior iviți la Academia Mihăileană din Iași, fondată la 14 iunie 1835.

Anticipând parcă ceea ce avea să se întâmple la nivel industrial, la 14 ianuarie 1843, direcția de învățământ a Academiei Mihăilene solicită profesorului Alexandru Costinescu, titular al catedrei de geometrie analitică și descriptivă și al celei de inginerie civilă, să pregătească pentru expoziția publică, prilejuită de examenul semestrial de iarnă, mai multe planuri printre care și cel al unei fabrici de hârtie [1].

Referitor la fabricarea hârtiei, iată un tablou făcut de istoricul C.G. Giurescu [2]:.

„Structurarea învățământului tehnic în Principatele Române, la mijlocul secolului trecut, a fost impulsivă și de spiritul progresist al tinerilor formați în universități europene, impresionați de realizările științifice și tehnice ale epocii în domeniile gazului de iluminat, zahărului din sfeclă, coloranților sintetici, chibriturilor, fotografiei, generatoarelor și mașinilor electrice etc. În plus, dezvoltarea micii industrii în Țările Române (morăritul, tăbăcăritul, fabricarea cherestelei, hârtiei, postavului etc.) impunea un învățământ specializat”.

Fabricile de hârtie și mucava se semnalează în secolele XVI-XVIII în Transilvania și XVII-XVIII în

Muntenia și utilizau ca materie primă cârpele de cânepă, în și bumbac. În secolele XIX-XX apar fabricile care folosesc lemnul. În "Descrierea Transilvaniei" din 1867, E.A. Bielz arăta că existau atunci 14 "fabrici de hârtie și mori de hârtie", dintre care două cu mașini pentru hârtie continuă la Orlat și Cârța de Sus și douăsprezece de hârtie de mână și de mașină. Nu se precizează care dintre ele foloseau lemnul, dar se bănuiește că erau cele din Sibiu, Brașov, Cluj și Făgăraș. În anul 1857, se înființează două fabrici moderne: una la Petrești, finanțată de comercianții din Sibiu și preluată în 1871 de capitaliștii austrieci, și alta la Zărnești, fondată de românii din Brașov. Aceasta a utilizat, la început, ca materie primă, tot cârpele, apoi din 1864, s-au adăugat paie, iar din 1872 lemnul, instalându-se primul defibrator, după care au urmat în 1880, altele două. În „Gazeta Transilvaniei” se oferă informații despre fabrica de la Zărnești, care avea mașini aduse din Belgia. În ziarul din București se arată că „fabrica de hârtie mecanică de la Zărnești... se recomandă cu tot felul de hârtie de tipar și de scris albă și vânătă, cu prețuri cumpătate”. Depozitul fabricii e la Brașov. În „Gazeta de Moldavia” apar două anunțuri: fabrica are de vânzare orice fel de hârtie cu prețuri "oricât de ieftine" și la Iași s-a deschis un depozit al fabricii. În sfârșit, „Telegraful Român” din Sibiu subliniază că la Zărnești și-a

început activitatea fabrica de hârtie “într-o zidire foarte măreață” cu o mașină adusă din Anglia.

În 1881, ianuarie 17, se promulga legea de încurajare a industriei de hârtie și, în același an, se hotărăște înființarea fabricii de hârtie „Letea” de la Bacău, care în 1885 începe producția în mare, cu mașini moderne. În jurul anilor 1882, frații Carol și Samuel Schiel construiesc la Bușteni o fabrică de mucava și carton, materia primă fiind lemnul. În 1906, fac același lucru și la Piatra Neamț; pe lângă fabrica de cherestea, ia ființă o fabrică de hârtie. Anterior, în 1841, Gheorghe Asachi construise aici o fabrică de hârtie care se producea pe o mașină cu sită rotundă și folosea cârpele ca materie primă. La Scăeni în Prahova, încă din 1883, lucra o nouă fabrică de cartoane și mucava; celuloza, la început importată, este fabricată din 1883 înainte, de fabrica din Cheia pe Teleajen.

Pentru a nu-și face concurență pe piața internă, încă din 1903, se constituie sindicatul de producție și desfacere a hârtiei „Biroul de vânzare a hârtiei”, care în 1931, în plină criză, se transformă în „Oficiul de vânzare a hârtiei” produse în țară. A fost un organism cu caracter monopolist, unul din acele organisme care funcționa alături de „Distribuția” pentru petrol și derivatele lui. Împreună cu Oficiul zahărului, cel al tablei etc. au dominat piața internă, impunând prețurile lor și apărându-le împotriva importului prin legi protecționiste.

În 1900, la Expoziția universală de la Paris, organizată pe Champs-de Mars, în Place de la Concorde și la Bois de Vincennes, este reprezentată și industria hârtiei din România [3].

Hârtia ca obiect de studiu apare în Laboratorul de Chimie Tehnologică (Director prof. dr. Cristea Niculescu Otin, asistent I. Hanganu, preparator Gh. Alexa). Celuloza era tratată în cursul de Chimie Tehnologică. În Programă cursurilor pentru anul școlar 1918/1919 de la Universitatea din Iași, republicată în 1918, se întânleşte o prezentare a laboratorului de Chimie Tehnologică. Aceasta „oferă posibilitatea absolvenților să-și apropie toate cunoștințele generale și să se familiarizeze cu cât mai multe probleme industriale”.

Începând din anul 1923, durata cursurilor la Institutul de Chimie Tehnologică, care a apărut ca urmare a legii nr.133 din 13 sept. 1923) era de 4 ani și în cadrul cursului domeniului Chimie industrială se preda de fapt un curs de Chimie tehnologică specială la care Gheorghe Alexa, numit conferențiar suplinitor la 1 noiembrie 1921, preda capitole speciale de Tehnologie Chimică Organică (celuloză, hârtie, fibre textile artificiale, zahăr, grăsimi, uleiuri, tăbăcărie, explozivi, gaze de luptă, distilarea uscată a lemnului, lacuri și vopsele).

Practica avea o durată de trei luni, iar pentru efectuarea laboratorului se percepeau taxe.

În paralel, se desfășoară cercetări în domeniul produselor naturale concretizate în lucrări științifice sau teze de doctorat. (C. Niculescu Otin, M.Dima, Chemisch Technische Untersuchungen Über Die Aus Traubenkernen Ausgenen Oele Verschiedener Weigegenden Rumäniens,- Cercetări chimico-tehnice asupra uleiului extras din sămburi de struguri din diferite regiuni viticole din România-publicată în Allgemeine Oel-und Fett-Zeitung, 1933, Heft 2, p.71-77 și Heft 3, p.135-144; Einige Datten Über Des Traubenöls-). Câteva date asupra comportării uleiurilor din sămburi de struguri au fost publicate în Allgemeine Oel-und Fett-Zeitung, 1934, Heft 3, p.107-115). Caracterizarea ca materie tanantă a cojii de molid românesc și noi contribuții la îmbunătățirea extractului respectiv (Gh. Huidovici, teză de doctorat, 1931). În 1935, Haralamb Vasiliu, profesor al catedrelor de Chimie agricolă și Chimie alimentară, cu contribuții deosebite la implementarea învățământului de inginerie chimică la Politehnica ieșeană, publică variante pentru structurile moleculare ale celulozei și amidonului [4].

În perioada 1946-1948, cadrele didactice ale Institutului Politehnic Iași au acordat consultații pentru refacerea după război a industriei de celuloză și hârtie din România.

Legea de reformă a învățământului din 1948 a permis crearea de secții de specializare. În 1949, Facultatea de Chimie industrială din Iași a fost reorganizată pe două secții de specializare: secția de industrii anorganice și secția de industrii organice. La secția de industrii organice s-au propus 3 grupe de specializare, și anume: grupa sinteze organice, grupa celuloză și hârtie și grupa de pielărie și extracte tanante.

În 1955, secția de celuloză și hârtie își extinde profilul devenind Tehnologia celulozei, hârtiei și fibrelor artificiale. Ulterior, prin contribuția fondatorilor și a urmașilor lor s-a creat o valoroasă școală, recunoscută pe plan intern și internațional. Istoria sa a fost prezentată pe larg într-o lucrare monografică publicată în 1999 [5] (cu ocazia celui de-al XII-lea Simpozion Internațional de Chimie și Tehnologia Celulozei și Hârtiei-Iași) și actualizată în 2012 [6] (monografie publicată cu prilejul aniversării a 100 de ani de învățământ de inginerie chimică la Iași).

După cel de-al Doilea Război Mondial, la cele 12 fabrici existente cu capacități reduse de producție, în etapa următoare de industrializare (1960-1970) s-au adăugat 7 mari combinate de celuloză și hârtie și 3 investiții noi în fabrici de fibre artificiale. În acest context, s-a impus asigurarea condițiilor necesare

pentru pregătirea inginerilor și care s-au concretizat în înființarea în 1948, și apoi dezvoltarea secției de Tehnologia Celulozei și Hârtiei [7]. Anterior, specialiștii erau formați într-un profil mai larg în facultățile de Chimie industrială ale institutelor politehnice din România.

În anul universitar 1949/1950, secția de Celuloză înființată cu un an în urmă la București este transferată la Iași, iar răspunderea pentru organizarea acestei specializări revine academicianului Cristofor Simionescu, pe vremea aceea conferențiar. Se formează un nucleu de bază alcătuit din Conf. ing. Vasile Diaconescu (ulterior profesor) și viitorii profesori Elena Calistru și Emanuel Poppel. Echipa este completată apoi cu Dorel Feldman, Grigore Stejar, Elena Corlățeanu, Gheorghe Rozmarin, care, odată cu trecerea anilor, își aduc contribuția la pregătirea specialiștilor din domeniul celulozei, hârtiei și fibrelor artificiale și dezvoltarea unor direcții de cercetare științifică [8,9].

Istoric vorbind, școala de celuloză, hârtie și fibre a parcurs mai multe etape. Paralel cu depășirea dificultăților inerente începutului, se abordează primele cercetări privind valorificarea proteinelor vegetale, înclieirea hârtiei, obținerea fibrelor proteino-celulozice, a celulozelor de mare randament, sinteza unor derivați celulozici, înregistrându-se primele succese de afirmare profesională (1949-1952) [10].

Următorii ani (1952-1963) se remarcă prin preocupări majore de dezvoltare a spațiilor de învățământ și îmbunătățire a condițiilor de cercetare. Asistăm în această perioadă la cristalizarea rezultatelor acumulate în cercetare prin prezentarea primelor teze de doctorat în domeniile: fracționarea celulozei (Elena Calistru), prehidroliza stufului (Dorel Feldman), cercetări de chimie aplicată în tehnologia hârtiei (Emanuel Poppel), obținerea carboximetilcelulozei (Nicolae Asandei), distrucția celulozei (Gheorghe Rozmarin). În același timp, apar și primele satisfacții oferite de absolvenții secției. Aceștia participă și își aduc contribuția la dezvoltările industriale, se afirmă în funcțiile de management, inițiază domenii de cercetare în institutul departamental și abordează cu succes problemele de proiectare necesare noilor investiții. În aceeași perioadă, se organizează primele grupuri de cercetare care se ocupă cu aspecte privind chimia lemnului la Institutul de Chimie Macromoleculară „Petru Poni” din Iași, la care participă și cadrele didactice de la secția de Celuloză. Astfel, se aduc contribuții importante la caracterizarea chimică a speciilor lemnoase din țara noastră și se abordează cu succes studiul tumorilor vegetale. Un colectiv condus de profesorul Simionescu elaborează teoria

dezvoltării tumorilor și verifică practic rolul antioxidantilor în inhibarea cancerului vegetal. Este un domeniu, care, în prezent, este intens studiat la nivel internațional și național cu consecințe importante în manipularea genetică a organismelor vegetale și în folosirea antioxidantilor naturali pentru reglarea proceselor metabolice în lumea plantelor, microorganismelor, animalelor și organismului uman [11]. Astfel, prin manipulare genetică este posibilă modificarea compoziției chimice a lemnului și a dimensiunii fibrelor celulozice. Compușii polifenolici cu proprietăți antioxidante pot fi separați din diferite resurse vegetale (deșeuri forestiere și agroalimentare) printr-un proces de biorafinare (tehnologie propusă de cercetătorii de la catedră împreună cu cei de la Institutul „Petru Poni”, și care permite separarea fracționată și recuperarea tuturor componentelor utilizabili pentru valoarea lor chimică și energetică [12].

Acumularea unei experiențe bogate în câmpul investigației științifice a permis abordarea sistematică a chimiei ligninei din stuf în cadrul unei teze de doctorat. Acest studiu efectuat cu curaj în perioada în care se publicau formule de structură a ligninei datorate lui Freudenberg și Adler (chimisti vestiți în domeniul ligninei), s-a finalizat cu un model al structurii ligninei din stuf și cu evidențierea unor interesante reacții de modificare a polimerului aromatic (nitrare, diazotare, cuplare-pentru obținere de coloranți și grefare).

În planul contribuțiilor fundamentale, s-a urmărit de asemenea, comportarea ligninelor izolate din diferite specii de foioase, conifere și plante anuale în cadrul unor procese de distrucție mecano-chimică. Folosind o gamă largă de condiții experimentale (măcinare în atmosferă activă-monoxid de azot și inertă-azot), s-au evidențiat transformările produse printr-un ansamblu de tehnici de investigație.

Un alt domeniu, în care s-au obținut numeroase contribuții, este acela al modificării celulozei și a altor polizaharide prin reacții de grefare. La vremea respectivă, s-au investigat numeroase sisteme de inițiere, un număr important de monomeri, ca și proprietățile structurale și comportamentale ale celulozelor modificate. S-au testat posibilitățile de utilizare a celulozelor grefate ca suport pentru eliberarea controlată a medicamentelor sau pentru imobilizarea unor enzime. În prezent, transformările menționate sunt din nou în atenția cercetătorilor având în vedere posibilitățile oferite de celuloză ca material biodegradabil și de modificările ce se pot aplica pentru a asigura compatibilitatea polimer natural-polimer sintetic, cu intenția obținerii de materiale compozite.

Direcțiile de cercetare abordate n-au fost întâmplătoare sau conjuncturale, fiind în concordanță cu cele întâlnite în școli similare la nivel mondial [13].

În consecință, domeniile investigate au permis specialiștilor români obținerea unor rezultate originale, care au contribuit la ocuparea unor poziții de vârf în domeniul celulozei, hârtiei și fibrelor artificiale (1963-1973).

Venise momentul confruntării internaționale. În septembrie 1961, se înregistrează primul succes, **Primul Simpozion Internațional de Chimia și Tehnologia celulozei**. Manifestarea devine tradițională și sub conducerea profesorului Cristofor Simionescu au fost organizate 13 ediții. Cea de-a 14-a a fost una omagială dedicată aniversării a 90 de ani de la nașterea profesorului Cristofor Simionescu. Simpozioanele internaționale s-au bucurat, în decursul timpului, de participarea unor personalități de prestigiu ale domeniului din diferite țări ale lumii. În acest fel a fost posibilă crearea primelor contacte internaționale, cadrele didactice ale secției efectuează vizite și schimburi de experiențe, stagii de cercetare, sau funcționează ca profesori asociați în diferite centre științifice din Franța, Germania, Austria, Cuba, Coreea de Nord, Canada, Finlanda, Uniunea Sovietică, SUA etc.

Perioada fertilă menționată este caracterizată de o activitate publicistică concretizată în mai multe monografii, în care sunt sistematizate rezultatele cercetătorilor români: C. Simionescu, M. Grigoraș, A. Cernătescu-Asandei „Chimia lemnului din România” (Editura Academiei, București, 1964), C. Simionescu, M. Grigoraș, A. Cernătescu-Asandei, Gh. Rozmarin, „Chimia lemnului din România: Plopul și salcia” (Editura Academiei, București, 1973); C. Simionescu, Gh. Rozmarin, „Chimia stufului” (Editura Tehnică, București, 1966); (C. Simionescu, V. Rusan, V. I. Popa „Chimia algei marine”, Editura Academiei, București, 1974) și în articole acceptate de valoroase reviste din străinătate.

În 1954, Institutului de Chimie Macromoleculară „Petru Poni”, înființat în 1951, îi revine misiunea de a efectua un studiu sistematic ale cărui rezultate sunt prezentate în monografia menționată anterior. Lucrarea este unică în felul său, pentru că, după cunoștințele mele, puține țări dispun de asemenea monografii, aceasta cuprinzând un volum mare de date experimentale fiind și în prezent de mare utilitate atât pentru silvicultori, cât și pentru chimiști. Mai mult, dacă avem în vedere faptul că prin consecințele sale poluarea se manifestă predominant în ultimii 25-30 de ani, iar pădurea poate reprezenta un barometru incontestabil al fenomenului, n-ar fi

lipsită de interes reluarea investigațiilor în domeniul chimiei lemnului în zonele caracterizate anterior, pentru a stabili în ce măsură se reflectă nivelul de poluare în procesele de biosinteză și în modificările structurale care au apărut. Academia Română, Academia de Științe Agricole și Silvicultură, sau Ministerul Mediului ar putea finanța un proiect de cercetare în acest sens, ale cărui rezultate ar fi utile și pentru asigurarea și gospodărirea resurselor forestiere, fiind unanim recunoscut că arborii înregistrează consecințele tuturor schimbărilor de mediu și participă la procesele de depoluare, contribuind la reducerea conținutului de dioxid de carbon din atmosferă. Activitatea de cercetare în domeniul chimiei lemnului a continuat ulterior și cu caracterizarea unor specii de foioase-plopul și salcia. Este de menționat și de această dată o altă contribuție originală care devansa unele preocupări ce aveau să apară mai târziu în Europa de Vest, finanțate chiar din programe europene. Plopul și salcia, ca specii lemnoase cu creștere rapidă, reprezintă speranța de transformare a lumii vegetale în surse de energie și materii prime. În același context se înscriu eforturile de studiere a plantelor anuale-stuful și paie de graminee. Cercetările efectuate au reprezentat baza unor procese tehnologice aplicate în România și care sunt citate, în prezent, în lucrări publicate de cercetători din străinătate. Din păcate, domeniul a fost abandonat la noi după 1989, în condițiile în care este relansat în multe din țările Europei sau din alte zone ale lumii, iar specialiștii străini ne vizitează pentru a se inspira din experiența noastră.

La propunerea unor specialiști străini, formulată cu ocazia simpozionului din 1965, este fondată la Iași (1966) revista cu comitet de redacție internațional **Cellulose Chemistry and Technology**, cotate ISI din anul 1992, și care, în acest an, aniversează 50 de ani de la apariție fără întrerupere la editura Academiei Române. Revista care se alătură unei publicații deja existente în România - **Celuloză și Hârtie** (1951) a permis schimbul cu reviste și cărți publicate în străinătate, oferind astfel cercetătorilor români contactul permanent cu centre de cercetare similare din întreaga lume, chiar în cele mai dificile condiții ale perioadei de dinaintea de 1989.

În cei 50 de ani, revista s-a dovedit de o reală importanță pentru a asigura participarea cercetătorilor români la schimbul de informații, pentru a le face cunoscute contribuțiile, ca și pentru aducerea în țară a peste 50 de titluri de reviste și a 30-40 de cărți anual. Cu ocazia unor simpozioane internaționale, s-au organizat întâlniri cu membrii comitetului de redacție, care au apreciat rolul important al revistei pentru contribuția sa la circulația mondială a valorilor științifice, revista constituindu-se, de-a

lungul anilor, o punte între Est și Vest sau între Nord și Sud.

Recunoașterea Școlii de la Iași este confirmată și de faptul că tineri din Zair, Grecia, Ungaria, Coreea de Nord, Gabon, Vietnam și Siria se numără printre absolvenții secției, iar alți nouă specialiști din străinătate (Coreea de Nord, Bulgaria, India, Egipt, Algeria) și-au finalizat tezele de doctorat în cadrul secției.

Activitatea profesorului Simionescu și implicit contribuția sa la crearea și dezvoltarea Școlii românești de celuloză și hârtie au fost apreciate în 1976, când American Chemical Society îl include printre cei 20 de medaliați cu ocazia bicentenarului SUA și îl invită să publice o sinteză a cercetărilor românești într-un volum special dedicat acestei aniversări. Medalia jubiliară i-a fost înmănată profesorului Simionescu de Ambasadorul SUA în România cu ocazia primului seminar româno-american, organizat la Iași, în 1976.

Este de menționat faptul că aprecierea internațională a unora dintre cadrele didactice s-a concretizat și prin alegerea acestora în International Academy of Wood Science (C. Simionescu, E. Poppel, Gh. Rozmarin, V. I. Popa), American Chemical Society, sau în alte organisme științifice. Profesorul Nicolae Asandei a fost ales membru corespondent al Academiei Române, iar profesorul Valentin Popa este membru corespondent al Academiei de Științe Tehnice din România.

La prima generație de cadre didactice ale secției se adaugă absolvenți care continuă activitatea de cercetare, publicând sau brevetând rezultatele activității științifice, editând monografiile în țară și străinătate, participând la contracte de cercetare cu finanțare internă și internațională (Orizont 2000, CEEX: FILTRAL, LIGNOMAT, BICOP, PNII: BIOSUN, ELHART, PAPREST PNII-PAPHERCON, FP7- SORT IT, FP6- Ecobinders, EPPIC – European Pulp and Paper Industry more Competitive, EUROLIGNIN, Europolysaccharides și numeroase acțiuni COST).

S-au produs contribuții importante în domeniul hârtiilor sintetice concretizate în numeroase publicații, brevete și produse, care ar putea fi puse în practică și în prezent. Într-un program complex de cercetare s-a abordat problema valorificării biomasei vegetale finalizat cu propunerea unei tehnologii de actualitate la nivel mondial și care poartă denumirea de biorafinare [10].

Începând din anul 1974, secția beneficiază de spații noi, iar în anul 1980, intră în funcțiune o mașină pilot de fabricat hârtie cu capacitatea de producție de 500 t/an, destinată cercetării și practicii studenților. Din păcate, după 1989, ca și alte spații de cercetare și producție ale Universității Tehnice,

mașina de fabricat hârtie dispare, locul ei fiind luat de spațiile pentru distracție.

După 1989, ca urmare a tranziției spre economia de piață, în România ca și în alte țări est-europene, producția de celuloză și hârtie a scăzut. În prezent datele statistice evidențiază însă o tendință de revigorare datorită unor acțiuni de re tehnologizare, privatizare și modernizare, cooperare cu firme și investitori din vest, precum și orientarea spre noi piețe de desfacere. Pentru pregătirea superioară a cadrelor, școala de la Iași rămâne, însă, unică pentru acest profil în România [7].

Odată cu aplicarea în România a procesului Bologna, secția de Celuloză și Hârtie devine secția de **Ingineria hârtiei**, pentru a ține seama de transformările apărute în România la nivel industrial, iar programul de învățământ se desfășoară în trei cicluri, licență, masterat și doctorat în cadrul Departamentului de Polimeri Naturali și Sintetici. În secție au activat în ultima perioadă 6 conducători de doctorat.

În decursul existenței sale, activitatea Școlii de celuloză și hârtie s-a concretizat într-un număr mare de absolvenți, doctori, numeroase lucrări publicate în țară și străinătate, monografiile, brevete și proiecte de cercetare cu finanțare internă și internațională. De asemenea, secția organizează, periodic, cursuri post-universitare de scurtă durată în cadrul programelor de educație continuă (Materii prime și reciclare, Noutăți în domeniul tehnologiei Celulozei și Hârtiei, Aplicarea proceselor biotehnologice în fabricarea hârtiei, Management etc.).

În prezent, direcțiile principale de cercetare abordate sunt următoarele:

- **chimia resurselor vegetale.** Se studiază compoziția chimică și structura anatomo-morfologică a diferitelor categorii de materii prime, organizarea supramoleculară și reactivitatea componentelor matriceali ai lemnului (extractibile, lignina, polizaharidele; cinetica hidrolizei hemicelulozelor și formării furfuroului din diferite materii prime vegetale folosind catalizatori salini și acizi; valorificarea celoligninelor de la prehidroliză și a ligninelor reziduale; polimorfismul structural al celulozelor și influența acestuia în reacții chimice și enzimatic; bioadezivi.

- **biosinteza și biodegradarea componentelor chimici principali ai biomasei vegetale.** Se studiază influența unor agenți poluanți asupra proceselor de biosinteză a componentelor chimici din biomasa vegetală și implicațiile lor în procese de bioremediere; rolul unor compuși polifenolici separați prin procesul de biorafinare a biomasei asupra proceselor metabolice din plante, animale și microorganisme; antioxidanți și biocizi pe bază de

lignine și polifenoli; acțiunea enzimelor cu activitate hemicelulazică și celulazică asupra polizaharidelor cu aplicații la bioînălbirea celulozei, descernelizarea și reciclarea maculaturii; posibilități de realizare a unor reacții folosind enzime sau catalizatori mimetici; realizarea de materiale compozite pe bază de polimeri naturali și sintetici și studiul biostabilității și proprietăților fizico-mecanice.

- **procedee de delignificare.** Se efectuează cercetări privind delignificarea lemnului folosind diferiți agenți reactivi (solvenți organici: alcooli, acizii formic și acetic) și soluții alcaline în absența sau prezența catalizatorilor, în variante convenționale sau modificate. Se urmărește și dezvoltarea unor procedee cu grad redus de poluare pentru înălbirea celulozei. Se studiază potențialul unor deșeuri agricole, cum sunt paie de cereale și plantele tehnice (rapița, floarea soarelui) pentru a substitui lemnul la fabricarea celulozei.

- **chimia și fizica hârtiei.** Se urmărește dezvoltarea unor bioaditivi pe bază de polimeri naturali sau derivați ai acestora (chitosan, amidon, lignine) atât pentru controlul proceselor chimico-coloidale, ca aditivi de proces, cât și ca aditivi funcționali pentru dezvoltarea unor proprietăți specifice (de rezistență sau barieră); studiul proprietăților papetare ale celulozelor din plante anuale, precum și de creștere a potențialului papetar al fibrelor secundare din maculatură prin tratamente enzimactice de descernelizare, corelarea cu proprietățile hârtiei; în fizica hârtiei se efectuează studii de reologie la solicitări de întindere și compresie (calandrare), de hidrodinamică și reologie a suspensiilor fibroase, de optică și fenomene de frecare, de structură și fenomene de transfer (structuri filtrante); stabilitatea hârtiei de tip document la acțiunea factorilor de mediu.

Trebuie subliniat faptul că domeniul celulozei și hârtiei corespunde pe deplin conceptului de dezvoltare durabilă, întrucât se bazează pe resurse regenerabile și reciclabile, iar tehnologiile de prelucrare pot fi compatibile cu mediul înconjurător, atunci când procesele chimice se asociază cu cele biotehnologice.

Criza energetică, de materii prime și alimentară, care se manifestă, în prezent, la nivel mondial determină mutații importante în gândirea specialiștilor referitoare, pe de o parte la reintegrarea în circuitul economic a resurselor secundare, iar pe de altă parte cu privire la evaluarea și sporirea celor regenerabile [14].

Una dintre marile provocări ale societății noastre este de a găsi o modalitate sustenabilă de obținere a unor „bioproduse” din resurse regenerabile. Din acest punct de vedere materiile prime de proveniență

agricolă și forestieră au o compoziție care permite utilizarea lor pentru fabricarea de compuși chimici, materiale, fibre, combustibili sau energie. De aceea, în prezent, se discută aplicarea conceptului de **biorafinare** pentru a maximiza exploatarea biomasei cu scopul realizării de produse cu valoare adăugată [15]. Biorafinarea presupune dezvoltarea de noi metode pentru fracționarea biomasei în substanțe extractibile, hemiceluloze, celuloză și lignină în forma lor nativă și valorificarea lor ulterioară în diferite categorii de produse, care să le substituie pe cele de proveniență petrochimică. Transformările ce pot fi aplicate se pot efectua pe principiile chimiei verzi. Biomasa poate fi asigurată de subprodusele din agricultură, deșeuri municipale, deșeuri forestiere și din prelucrarea lemnului, precum și din culturi dedicate. Acestea din urmă ar putea fi realizate fără a afecta terenurile destinate agriculturii pentru asigurarea resurselor de hrană.

Compoziția complexă a biomasei vegetale, problemele de recuperare și valorificare integrală a componentelor și unele din dificultățile industriei de celuloză și hârtie au condus la conceptul de biorafinare în care toți compușii capătă valoare chimică sau energetică, cu posibilități de substituie a produselor de proveniență petrochimică cu aplicații în industriile cunoscute de mare tonaj, ca și în cele cu destinații dintre cele mai pretențioase (alimentară, farmaceutică, cosmetică și medicală) [16,17].

Prin urmare, putem aprecia că Școala de celuloză și hârtie din România își păstrează nu numai actualitatea, dar oferă deschideri pentru dezvoltarea unui nou sistem de educație ca și pentru cercetări inter- și transdisciplinare.

Bibliografie

- [1] V. I. Popa, *Începuturile educației și industriei în domeniul celulozei și hârtiei în România*, Celuloză și Hârtie, **63**(4), 3 (2014).
- [2] G. C. Giurescu, *Istoria pădurii românești din cele mai vechi timpuri până astăzi*, Ed. Ceres, București, p. 157 (1974).
- [3] I. Pârvulescu, *În intimitatea secolului 19*, Humanitas, București, p. 317 (2013).
- [4] Gh. Rozmarin, *Fundamentări macromoleculare ale chimiei lemnului*, Editura Tehnică, București, p. 221 (1984).
- [5] P. Obrocea, V. I. Popa, E. Bobu, Gavrilesco, Școala Românească de Celuloză și Hârtie, 1949-1999, Editura Plumb, Bacău, 1999.
- [6] 100 de Ani de Învățământ de Inginerie Chimică la Iași, 1912-2012, Coordonatori: T. Măluțan, V. I. Popa, D. Cașcaval, Editura Politehnicum,

- Iași, 2012.
- [7] E. Poppel, G. Borhan, C. Stanciu, V. I. Popa, *Romanian Scientific Research in the field of Pulp and Paper* (Paper presented at Paper Science Meeting, Oct., 18, 1995, Manchester, U. K.), *Celuloză și Hârtie*, **44**(4), 6 (1995).
- [8] V. I. Popa, I. Cristofor, Simionescu - Founder of Pulp and Paper Romanian School, *Zilele Academice Ieșene*, Oct.,5-8, 1995, Iași.
- [9] V. I. Popa, C. Irimia, *Professor Cristofor I. Simionescu on his 80th birth anniversary*, *Buletinul Institutului Politehnic Iași, Tomul XLVI(L)*, Fasc.1-2, 7-9 (2000).
- [10] V. I. Popa, *40 Years of Romanian education and research in the field of cellulose and paper*, *Cellulose Chem. Technol.*, **26**(6), 649 (1992).
- [11] C. I. Simionescu, E. Calistru, N. Simionescu, M. Hrihorov, *Acțiunea antioxidantilor asupra procesului de dezvoltare a tumorilor vegetale*, *St. Cercet. Șt. Chim.*, **12**, 241 (1961).
- [12] C. O. Bujor, I. A. Tâlmăciu, I. Volf, V. I. Popa, *Biorefining to recover aromatic compounds with biological properties*, *Tappi J.*,**14**(3) 187 (2015).
- [13] C. I. Simionescu, *Considerations on present-day problems regarding the chemistry and technology of cellulose and paper*, *Cellulose Chem. Technol.*, **6**(1) 9 (1972).
- [14] M. C. Area, V. I. Popa, *Wood Fibres for Papermaking*, *Smithers Rapra*, 2014, 106 p. ISBN:978-1-90903-086-2 (hardback), 978-1-90903-087-9 (ebook).
- [15] V. I. Popa, Editor, *Pulp production and processing: from papermaking to high-tech products*, *Smithers Rapra*, 2013, 520 p. ISBN-978-1-84735-633- 8 (hardback); ISBN-978-1-84735 - 634-5 (softback); ISBN-978-1-84735-637-6 (ebook).
- [16] V. I. Popa, Editor, *Polysaccharides in medicinal and pharmaceutical applications*, *Smithers Rapra*, 2011, 408 p., ISBN: 978-1-84735-436-5 (hardback).
- [17] S. Dumitriu (founder editor), V. I. Popa (editor), *Polymeric Biomaterials* (2vols), *Structure and function* (vol I-902 p.); *Medicinal and Pharmaceutical Applications* (vol II-770 p.), *CRC Press/Taylor&Francis*, Publication Date: January 16, 2013, ISBN-10:1420094726, ISBN-13:978-1420094725 | Edition: 3.

Autor corespondent: vipopa15dece@yahoo.com
vipopa@tuiasi.ro