

## **Raport privind dezvoltarea bioeconomiei în România pentru perioada 2016-2030, detaliate pe tipuri pe categorii de activități economice, categorii de bioresurse, bioproduse, producători și consumatori**

### **Raport privind stabilirea acțiunilor cheie propuse pentru realizarea priorităților de dezvoltare a bioeconomiei în România**

#### Cuprins

Raport privind dezvoltarea bioeconomiei în România pentru perioada 2016-2030, detaliate pe tipuri pe categorii de activități economice, categorii de bioresurse, bioproduse, producători și consumatori.....	4
1. Prioritățile de dezvoltare a sectoarelor producătoare de bioresurse în România.....	14
2. Prioritățile de dezvoltare a sectoarelor procesatoare de bioresurse în România.....	30
Raport privind stabilirea acțiunilor cheie propuse pentru realizarea priorităților de dezvoltare a bioeconomiei în România .....	49
3. Rolul cheie al cercetării și inovării în dezvoltarea bioeconomiei .....	50
3.1. Inovarea deschisă.....	53
3.2. Productivitatea sectoarelor din bioeconomie.....	55
3.3. Corelarea cu proiectul de țară DANUBIUS-RI (Centrul Internațional de Studii Avansate pentru fluvii- mari).....	56
4. Tematici pentru proiecte de cercetare și inovare cu rol cheie în implementarea priorităților de dezvoltare identificate pentru sectoarele de producere bioresurse .....	58
4.1. Tematici de cercetare pentru bioresursele din agricultură.....	59
4.2. Tematici de cercetare pentru bioresursele din silvicultură .....	66
4.3. Tematici de cercetare pentru bioresursele din zootehnie .....	68
4.4. Tematici de cercetare pentru bioresursele din piscicultură și acvacultură .....	69
5. Tematici pentru proiecte de cercetare și inovare cu rol cheie în implementarea priorităților de dezvoltare identificate pentru sectoarele de procesare bioresurse.....	71
5.1. Tematici de cercetare pentru procesarea bioresurselor pentru energie .....	72
5.1. Tematici de cercetare pentru procesarea bioresurselor prin biotehnologie și în cadrul bioeconomiei circulare. ....	76
Referințe .....	85

## Rezumat

A fost realizat un Raport privind prioritățile de dezvoltare a bioeconomiei în România pentru perioada 2016-2030, detaliat pe tipuri, categorii de bioresurse, producători și consumatori. În acest moment România este țara din cadrul Uniunii Europene cu cea mai mică productivitate în bioeconomie. Prioritățile pentru recuperarea handicapului sunt prezentate în continuare pe tipuri, categorii de bioresurse, producători și consumatori sunt detaliate în cele ce urmează.

Pentru bioresursele din agricultură principalele priorități de cercetare-dezvoltare sunt: (i) noi soiuri/ hibrizi și/sau noi specii de cultură, cu rezistență crescută la factorii de stres biotici și abiotici; (ii) dezvoltarea tehnologiilor de cultură de precizie de tip *low-input*, cum sunt sistemele de cultură conservative, exploatațiile agricole ecologice / organice sau culturile releu, adaptate schimbărilor climatice; (iii) limitarea dezvoltării populațiilor de agenți fitopatogeni, organisme dăunătoare, buruieni, inclusiv buruieni parazite (de ex. datorită cererii crescute de floarea-soarelui nu se mai respectă cerințele de rotație, astfel încât lupoaia, *Orobanche cumana*, este în continuă extindere).

Pentru producerea de bioresurse în silvicultură prioritățile CDI sunt (i) Tehnologii de gestionare de precizie, geo-spațiale și geo-informatică, pentru managementul de precizie al pădurilor; (ii) Strategii și instrumente de ameliorare a speciilor forestiere, pentru sisteme de producție cu reziliență crescută la schimbările climatice și hazardele naturale; (iii) Creșterea eco-eficienței de utilizare a resurselor forestiere, prin utilizarea unor abordări eco-inovative de dezvoltare a tehnologiilor de recoltare, transport și procesare; (iv) managementul durabil al bolilor și dăunătorilor.

Pentru creșterea animalelor și medicina veterinară, care au un rol major în asigurarea sănătății globale, asigură o valorificare superioară producției vegetale și furnizează resurse regenerabile importante pentru ramurile de procesare ale bioeconomiei, prioritățile CDI sunt: (i) lanț eficient de furajare, cu abandonarea utilizării unor aditivi controversați (ca de ex. antibioticele utilizate pentru stimularea creșterii și dezvoltării animalelor); (ii) Valorificarea excretei și a deșeurilor, în conformitate cu principiile economiei circulare, pentru producerea de furaje, fertilizanți, biostimulanți pentru plante, energie; (iii) asigurarea „sănătății globale” prin combaterea epizootiilor și validarea de noi instrumente și metode de diagnostic precoce; (iv) Continua ameliorare a speciilor de animale domestice, pentru reziliență și eficiență; (v) dezvoltarea unor sisteme de management de precizie al exploatațiilor zootehnice, prin implementarea pe scară largă a noilor tehnici și instrumente IT.

Pentru piscicultura și acvacultura, care contribuie la asigurarea securității alimentare și oferă soluții de utilizare durabilă a resurselor în zonele umede, prioritățile de dezvoltare sunt (i) ridicarea la scară și comercializarea inovării pentru obținerea de produse durabile din zone umede (inclusiv Lunca și Delta Dunării și zona litorală); (ii) dezvoltarea sistemele integrate, de agro-acvacultură, cu prevenirea și reducerea eroziunii și eutrofizării; (iii) dezvoltarea sistemelor de management de precizie al sistemelor piscicole și de acvacultură; (iv) noi soluții inovative pentru creșterea contribuției la securitatea alimentară.

Pentru producerea de biogaz și de combustibili lichizi (de ex. etanol lignocelulozic), care reprezintă o modalitate eficientă de a converti biomasa recalcitrantă și deșeurile în purtători de energie „verde”, prioritățile de dezvoltare sunt: (i) optimizarea etapelor critice de conversie a biomasei recalcitrante și deșeurilor în purtători de energie „verde”; (ii) conversia biogazului în metan, inclusiv prin fixarea bioxidului de carbon în fotosinteză micro-algală; (iii) Reciclarea nutrienților din efluxuri, ca de ex. a fosfatului din digestatul

lichid de la producerea de biogaz, sau din vinasă de la producerea de etanol lignocelulozic; (iv) valorificarea superioară a ligninei reziduale.

Pentru biotehnologii, care reprezintă baza dezvoltării bioeconomiei, prioritizările sunt: (i) Biotehnologii agro-alimentare; (ii) Biotehnologii medicale și farmaceutice; (iii) Biotehnologii industriale; (iv) Biotehnologii de mediu; (v) Bionanotehnologii; (vi) Bioanaliza.

Au reieșit implicit și teme de cercetare de interes pentru agenții economici. Un exemplu de astfel de temă este cea a realizării unor materiale plastice de uz agricol. Una din utilizările acestor materiale plastice este realizarea de silo-bag-uri, soluții de stocare temporare, pentru stocarea pe 6-9 luni a recoltei de cereale, pentru a asigura o valorificare superioară a acesteia. O astfel de soluție este destinată contracarării dezavantajului competitiv în valorificarea producției agricole, dat de infrastructura de stocare insuficient dezvoltată. De asemenea agenții economici din sectorul producției bioresurselor au fost interesați de soluțiile prin care se recuperează nutrienții din fluxurile laterale ale bioeconomiei (fertilizanți mai ieftini) sau de noi inputuri în tehnologiile de cultură (cum sunt de exemplu biostimulanții pentru plante), care să asigure producții stabile în condițiile schimbărilor climatice.

S-a realizat un raport privind direcțiile strategice și obiectivele prioritare de cercetare-dezvoltare pentru susținerea dezvoltării bioeconomiei în România. O problemă cheie este cea a bioeconomiei circulare. Un exemplu ilustrativ este cel al conversiei sub-produselor de la agro-procesarea industrială a cerealelor (borhot de ex.) în produse non-alimentare cu valoare adăugată mare, pentru a limita introducerea în lanțul alimentar a micro-toxinelor formate în timpul vegetației și concentrate în aceste sub-produse. Cerealele boabe, în special grâul și porumbul, sunt contaminate în timpul vegetației cu micotoxinele formate de ciupercile microscopice toxigene care infectează boabele în curs de formare. Introducerea sub-produselor industriale cerealiere în lanțul alimentar (datorită folosirii lor uzuale, ca furaje, în special pentru rumegătoare) crește riscul de cancer și generează pierderi economice mari în anii cu condiții climatice favorabile (secetă în timpul umplerii bobului la porumb pentru aflatoxine, umiditate ridicată în timpul antezei la grâu pentru DON). De menționat aici pierderile masive ale producătorilor de lapte, datorită contaminării cu aflatoxină M<sub>1</sub>, în anii imediat următori unor secete grave, cum a fost și situația în România în martie 2013.

Alte direcții de cercetare în reieșite din discuțiile cu agenții economici din domeniul bio-economiei sunt: Dezvoltarea unor inputuri tehnologice inovative, formulate în structuri inteligente, care răspund specific la factori de mediu, eliberând precis ingredientelor active; Procesarea avansată a biomasei pentru obținerea de compuși activi, inclusiv pentru nutriția, stimularea și protecția plantelor; biocarburanți de generația a doua și a treia, din deșeuri, reziduuri, material celulozic de origine nealimentară și material lignocelulozic, în conformitate cu prevederile art. 21 (2) din Directiva 2009/28/CE; noi biomateriale, inclusiv pe bază de bio-plastice și bio-nano-compozite; noi ingrediente pentru alimente și furaje; noi purtători de energie din surse regenerabile; Reutilizarea apei, nutrienților și energiei reziduale din sub-produsele rezultate prin procesarea biomasei și sechestrarea durabilă a bioxidului de carbon, prin fotosinteză micro-algală (inclusiv mixotrofă), cu generarea unei noi resurse biologice pentru bio-procesare / bio-rafinare.

O altă direcție de cercetare din domeniul inputurilor tehnologice alternative și inovative pentru cultura plantelor este cea a mijloacelor prin care se integrează fertilizarea cu azot și biostimularea plantelor (inclusiv prin activarea unor căi de rezistență menționate mai sus) în cadrul unei abordări biomimetice direcționate spre agrosisteme cu nitrificare redusă.

În cadrul acestei direcții de cercetare referitoare la noi inputuri pentru sectorul de producere bioresurse au mai fost propuse următoarele teme:

- ✓ Fertilizanți cu azot incluși în structuri cu eliberare controlată în funcție de factorii de mediu (inclusiv nivel azotat) și bioproduse care favorizează acumularea de poliamine / azot organic în sol (compost supresiv peletizat, extracte de micro-alge, hidrolizate de aminoacizi, bioproduse microbiene care stimulează formarea de poliamine în sol din resturi vegetale);
- ✓ Noi bio-fertilizanți cu fixatori biologici de azot cu eficacitate crescută, inclusiv datorită complexării cu stimulatori ai formării simbiozelor fixatoare de azot (microbieni sau produși din bio-resurse);
- ✓ Bioproduse microbiene pe baza tulpinilor / consorțiilor de microorganisme cu activitate complexă (antagoniste pentru fitopatogeni și/sau specific inhibitoare pentru buruieni; cu activitate de favorizare a dezvoltării plantelor și a biotei benefice din sol, inclusiv a simbiozelor micorizale; care cresc eficiența utilizării azotului de către plantele de cultură);
- ✓ Obținerea din resurse biologice regenerabile a bio-produselor necesare pentru cultivarea plantelor rezistente la secetă (sorg, mei american, camelina, muștar etiopian, linte) în mulci bioactiv format din culturi (verzi) de protecție în timpul iernii;
- ✓ Sinteza din intermediari proveniți din bioresurse a unor analogi biomimetici de alomoni (strigolactone, hormoni care reglează dezvoltarea plantelor și formarea simbiozelor cu rol în nutriția plantelor, inclusiv cu azot; sorgoleone, cu activitate de inhibitor biologic de nitrificare);
- ✓ Dezvoltarea de biosenzori pentru determinarea in-situ (în soluții ale solului colectate cu lizimetre de sucțiune) a nitritului, nitrozaminelor, oxidului de azot și a peroxinitritului.
- ✓ Bioproduse pentru biodiseminarea inoculativă a agenților biologici pentru protecția plantelor sau pentru rizoremedierea solurilor;
- ✓ Mulci biodegradabil care se formează prin stropire pentru cultura legumelor și a arbuștilor fructiferi;
- ✓ Mijloace pentru reducerea riscului contaminării cerealelor boabe cu micotoxine în timpul vegetației;
- ✓ Amelioratori de sol pe bază de biocărbune din deșeuri pentru ameliorarea și refacerea solurilor;
- ✓ Bio-produse destinate tratamentului albinelor împotriva acarienilor paraziți (în special *Varroa destructor*) și a agenților patogeni;
- ✓ Suplimente nutritive veterinare pentru stimularea producției de lapte, în special la rumegătoarele mici, și pentru modificarea profilului lipidic al laptelui;
- ✓ Aditivi furajeri inovativi pentru reducerea conținutului de colesterol în carnea de porc.

O direcție de cercetare de interes pentru agenții economici (mari) din domeniul procesării bioresurselor este cea a solvenților eutectici naturali, cu punct scăzut de topire. Acești solvenți ai secolului 21, au o serie de caracteristici (capacitatea de a solubiliza lignina și celuloza, compatibilitatea cu sistemele enzimactice utilizate în biorafinare), care îi fac ideali pentru industria de biorafinare sau pentru industria de celuloză și hârtie (unde permit implementarea conceptului de "omnivorous pulping").

Au fost realizate 8 dezbateri regionale și o dezbateri națională referitoare la prioritățile de dezvoltare a bioeconomiei și la direcțiile tematice prioritare.

Au fost **realizate toate activitățile proiectului prevăzute pentru această etapă** și au fost **obținute rezultatele necesare pentru atingerea obiectivelor de etapă**. Nu au fost înregistrate costuri suplimentare față de Planul de realizare propus.

## Raport privind dezvoltarea bioeconomiei în România pentru perioada 2016-2030, detaliate pe tipuri pe categorii de activități economice, categorii de bioresurse, bioproduse, producători și consumatori

Bioeconomia este un domeniu major în cadrul strategiei care trebuie să îi permită Uniunii Europene (UE) să atingă o creștere: inteligentă, prin dezvoltarea cunoștințelor și a inovării; durabilă, bazată pe o economie mai ecologică, mai eficientă în gestionarea resurselor și mai competitivă; favorabilă incluziunii, vizând consolidarea ocupării forței de muncă, a coeziunii sociale și teritoriale. Bioeconomia (figura 1) este acel tip de economie care produce și prelucrează resurse biologice, din (agro)ecosisteme terestre și acvatice, și include agricultura, silvicultura, pescuitul, acvacultura, industria alimentară, industria celulozei și a hârtiei, precum și o parte a industriei chimice, biotehnologice și energetice [1]

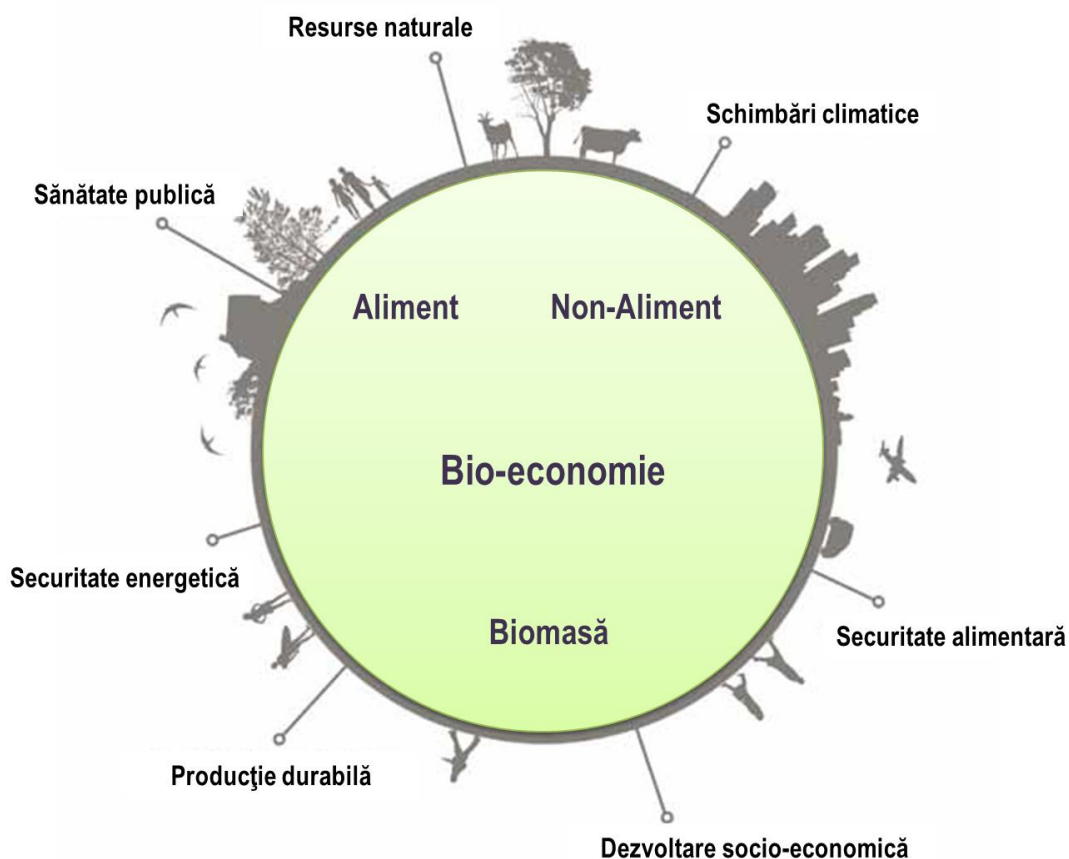


Fig. 1. Bio-economia din Uniunea Europeană. După White paper - The European Bio-economy 2030, KBBE-2008-226526: BECOTEPS

Bioeconomia la nivelul UE are deja o cifră de afaceri de peste 2 000 de miliarde EUR și oferă locuri de muncă pentru peste 22 de milioane de oameni,

ceea ce reprezintă 9 % din totalul forței de muncă ocupate din UE [2]. Caracterul trans-sectorial al bioeconomiei oferă o oportunitate unică de a aborda în mod cuprinzător provocări societale interconectate, precum securitatea alimentară, resursele naturale limitate, dependența de resursele fosile și schimbările climatice, asigurând în același timp o creștere economică durabilă. Având în vedere importanța domeniului bio-economiei, Comisia Europeană a elaborat o strategie intitulată „Inovarea în scopul creșterii durabile: o bioeconomie pentru Europa”, COM (2012) 60 [3].

În acest moment România este țara din cadrul Uniunii Europene cu cea mai mică productivitate în bioeconomie [4]. Pentru România bio-economia este practic sectorul care cel mai important sub aspectul ponderii în populația activă – tab. 1. Predomină însă ramurile economice care produc bioresurse (agricultură, silvicultură și pescuit) sau care prelucrează aceste bioresurse cu valoarea adăugată (relativ) mică – ca de ex. industria alimentară.

Tab. 1. Bioeconomia în România\*

	% PIB	% populația activă
<b>Agricultură, silvicultură și pescuit</b>	<b>5,62%</b>	<b>29,10%</b>
<b>Industrii care prelucrează bioresurse</b>	<b>7,91%</b>	<b>3,23%</b>
Industria alimentară	5,38%	2,10%
Celuloză și hârtie	1,67%	0,82%
Energie din bioresurse	0,72%	0,28%
Chimie „verde”	0,14%	0,03%

\*date prelucrate din Anuarul statistic 2015, <http://www.insse.ro/cms/ro/content/anuarul-statistic-2015>

Ponderea sectoarelor bioeconomice cu productivitate ridicată, care produc o plus-valoare semnificativă și care contribuie major la calitatea vieții, cum sunt de exemplu chimia verde (care aduce o semnificativă plus valoare prin conversia diferitelor fluxuri laterale în produse cu valoare adăugată mare) este redusă la nivelul României. Situația nu este numai a României, bioeconomia din majoritatea țărilor din estul UE fiind dominată de sectoarele primare de producere a bioresurselor. O analiză pe baza: (i) gradului de concentrare a forței de muncă în sectoarele de producere a bioresurselor versus cel al prelucrării bioresurselor; (ii) cifra de afaceri medie generată de o persoană angajată în bioeconomie, duce la gruparea țărilor din în trei categorii: Grupa A - sub media europeană pentru productivitatea muncii în bioeconomie și peste media europeană ca pondere a sectoarelor de producere bioresurse; Grupa B - sub media europeană pentru productivitatea muncii în bioeconomie și peste media europeană ca pondere a sectoarelor de prelucrare bioresurse; Grupa C - peste media europeană pentru productivitatea muncii în bioeconomie și peste media europeană ca pondere a sectoarelor de prelucrare bioresurse. Cele trei categorii sunt prezentate în figura 2.

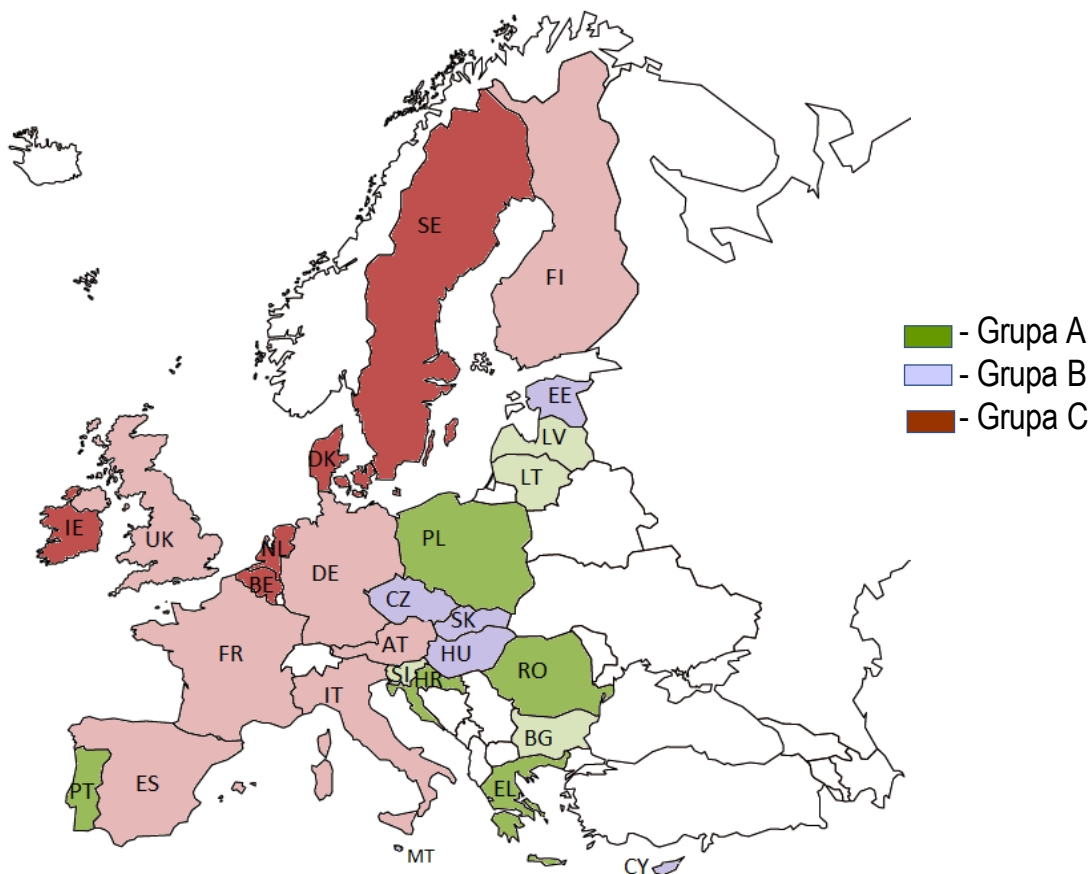


Fig. 2. Țările UE din punct de vedere al productivității muncii și al ponderii ramurilor bioeconomice cu profitabilitate ridicată.

O reprezentare cantitativă a situației relevă particularitatea bioeconomiei din România, în care ponderea populației active angajate în ramurile de producere a bioresurselor este cu mult peste cea din oricare altă țară din cadrul UE, iar productivitatea muncii este de departe cea mai redusă. Agricultură joacă un rol important în România, raportat la mărimea populației rurale și la gradul de ocupare a forței de muncă. Aproximativ 45,7% din populația din România locuiește în mediul rural, comparativ cu aproximativ 23,6% în statele membre UE. Aproximativ 30% din populație este angajată în agricultură, comparativ cu aproximativ 2% în vechile state membre (UE- 15) și 3-14% în noile state membre (UE-8). Există diferențe majore între zonele rurale și cele urbane, primele fiind marcate de un nivel de sărăcie semnificativ mai mare și de un nivel de trai corespunzător mai mic. Dezvoltarea agriculturii și furnizarea de bunuri publice în zonele rurale este prin urmare esențială pentru integrarea europeană a României și pentru îndeplinirea obiectivelor de coeziune socială. În comparație cu alte țări din UE, sectorul agricol din România are o pondere relativ ridicată în valoarea adăugată brută (VAB), dar a rămas în urmă în ceea ce privește productivitatea muncii. Datele reprezentate în figura 3 sunt reprezentative pentru situația specială a bioeconomiei din România.

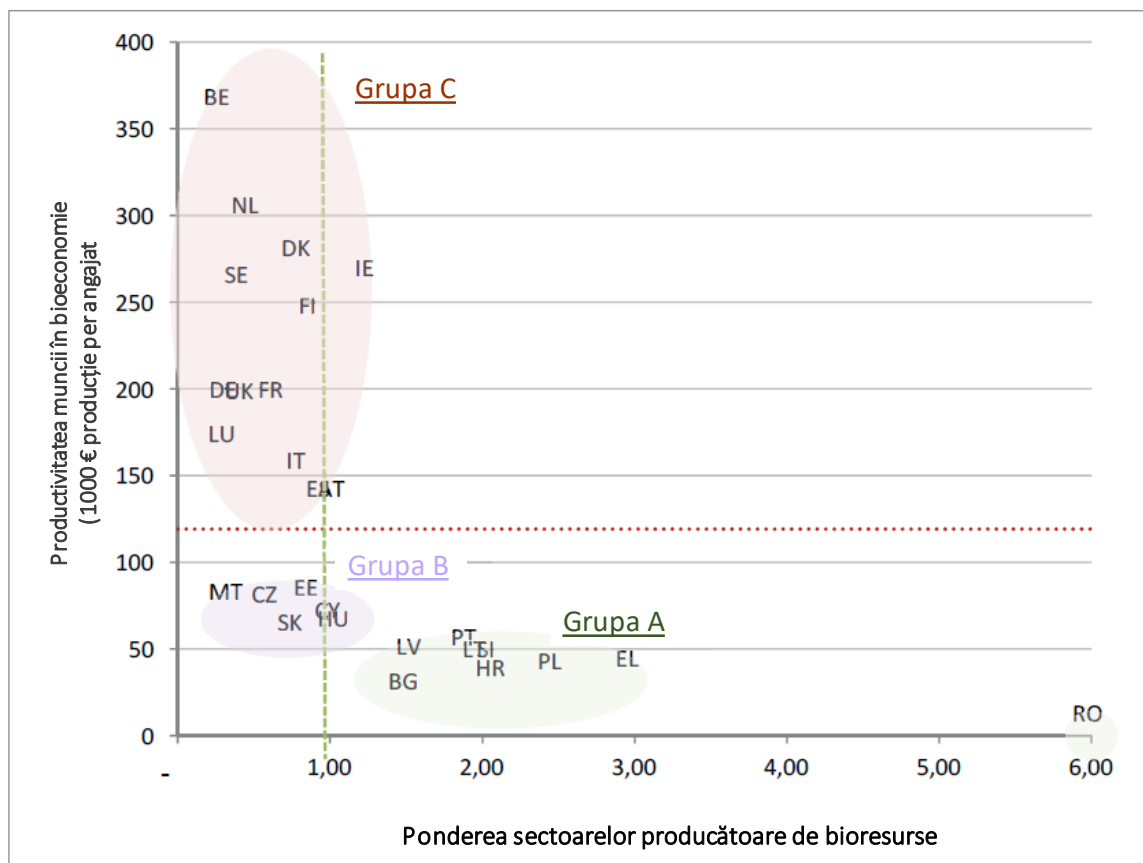


Fig. 3. Ilustrarea specificului actual al bioeconomiei din România, cu cea mică productivitate din UE și cu cea mai mare pondere a sectoarelor producătoare de bioresurse.

Bioeconomia din România trebuie să facă față și provocărilor date de îmbătrânirea semnificativă a populației rurale și de schimbările climatice. România va fi una dintre țările afectate de această tendință. Până în 2050, este de așteptat ca populația totală a României să scadă la puțin peste 18 milioane, ceea ce reprezintă o scădere cu 10% față de 2011. Aceasta este una dintre cele mai puternice scăderi din UE-27, fiind depășită numai de Bulgaria (-22,5%), Letonia (-20,5%) și Lituania (-18,7%). Deși se încadrează în tendința generală care afectează NSM (-10,5%), acest lucru contrastează cu previziunile pentru vechile state membre (+8,3%). Îmbătrânirea populației va afecta, de asemenea, România mai mult decât Europa în medie, iar până în 2050, vârsta medie va ajunge la 51,4 ani, cu o populație în vârstă de 65 de ani reprezentând 30,8% din total.

Schimbările climatice vor avea un impact din ce în ce mai mare asupra securității alimentare a UE în general. Se așteaptă ca încălzirea globală să genereze efecte mixte și inegal distribuite în întreaga UE. Într-un scenariu de încălzire moderat, se preconizează că Europa va beneficia în ansamblu de mici creșteri de productivitate în sectorul vegetal, în paralel cu existența unor variații regionale. Europa de Nord și zonele înalte (mai ales regiunile alpine) vor înregistra



inițial o creștere a productivității și o expansiune a culturilor și a terenului agricol, dar regiunile sudice vor fi afectate în mod negativ de încălzirea globală și de deficitul de apă. Totuși, este de așteptat ca aceste beneficii inițiale să fie depășite de inundații mai frecvente și de instabilitate a solului în zonele menționate anterior. Se preconizează că pe termen mediu și lung schimbările climatice vor afecta din ce în ce mai mult România și sectorul său agricol. România va trebui să se aștepte la o creștere constantă a temperaturii medii anuale, asemănătoare cu proiecțiile pentru Europa, care poate varia între 0,5 °C și 1,5 °C până în 2029 și între 2,0 °C și 5,0 °C până în 2099, în funcție de scenariul global. Este de așteptat ca modelele de precipitații să se schimbe în mod semnificativ și să producă un impact teritorial diferențiat în România. Partea de nord a țării va obține probabil câștiguri de productivitate a culturilor pe termen mediu, dar va fi supusă la inundații mai mari pe timpul iernii și la probleme din cauza lipsei de apă în timpul verii. Sudul și sud-estul României vor fi mai grav afectate, iar valurile de căldură și de secetă vor duce la o scădere generală a productivității și a producției din sectorul vegetal.

Mai precis, unele modele climatice [5] prevăd că, în absența acțiunilor de atenuare a efectelor schimbărilor climatice, recoltele și randamentele individuale ar putea fi afectate în modul următor:

*-Porumb:* într-un scenariu „cald”, UE se confruntă cu o posibilă scădere a producției cu 9%, comparativ cu o valoare inițială din 2000, iar acest lucru va afecta în principal Franța, România, Italia, Ungaria și Spania. Într-un scenariu "rece", totuși, România s-ar putea chiar să înregistreze o creștere de 15-20% a producției de porumb.

*-Floarea soarelui:* atât în scenariul cald cât și în cel rece, România trebuie să se aștepte la o scădere a producției de floarea-soarelui de până la aproximativ 14% până în 2030. Se preconizează că și alți producători din UE (Bulgaria și Ungaria) vor fi afectați în mod similar.

*-Grâu:* România ar putea fi afectată în mod semnificativ în scenariul rece (-25% până în 2030), dar aceasta ar putea beneficia de fapt de o creștere a producției în cadrul unui scenariu cald (7%). Comparativ, un scenariu cald ar afecta Europa de Nord și de Vest (Franța, Belgia, nordul Germaniei, Polonia, Lituania) și ar favoriza țările din sud, în timp ce un scenariu rece ar afecta cel mai semnificativ Polonia și anumite părți ale Germaniei.

Pentru România bioeconomia este considerată ca fiind unul dintre domeniile de specializare "inteligentă", ambele documente strategice pentru perioada 2014-2020, referitoare la activitatea de cercetare, dezvoltare și inovare [2] la competitivitatea națională [3] menționând acest lucru. România are un potențial semnificativ pentru producerea de resurse regenerabile. Producția agricolă a crescut în ultimii ani, în principal datorită crescut utilizării eficiente a terenurilor. [4].

În pofida creșterii producției agricole medii, există încă un potențial semnificativ pentru creșterea producției agricole, randamentele medii ale culturilor agricole din România fiind semnificativ sub media Uniunii Europene, și fiind extrem de receptive la îmbunătățirea sistemului de management agricol [5]. Pădurile acoperă mai mult de o treime din România și au o producție potențial peste media europeană [6]. Fluxuri laterale de biomasă din agricultură și silvicultură, în medie de 228,1 PJ, sunt disponibile pentru producția de bioenergie / biorafinare [7]. Bazinul Dunării inferioare (care acoperă aproape toată România), Delta Dunării și nord-vestul Mării Negre s-au dezvoltat ca un "ichthyosystem", care a demonstrat istoric un nivel semnificativ de reziliență și adaptare [8].

România are o mare biodiversitate. Suprapunerea biogeografiei în România, care leagă Europa Centrală, Europa de Sud-Est și Europa de Est este combinată cu un relief diversificat care oferă condițiile necesare pentru un mozaic de specii de plante, datorită eterogenității de condițiilor climatice, în special regimul de temperatură și cel de precipitații [6]. O suprafață mare de pajiști, încă gestionate în mod tradițional [7], exploatațiile agricole de intensitate redusă, contribuie de asemenea la susținerea biodiversității [8]. Diversitatea de plante aromatice, combinată cu eterogenitatea condițiilor microclimatice, facilitează acumularea de compuși bioactivi [9], și asigură condițiile necesare pentru dezvoltarea industriei bazate pe plante medicinale și aromatice, care are o cifră de afaceri de peste 300 milioane de euro, din care 200 milioane export / comerț intra-comunitar [10]. Bioeconomia în România beneficiază, de asemenea, de o forță de muncă calificată, ca și de dezvoltarea competitivă a companiilor din sectoarele de (bio)rafinare și produse (bio)chimice [11].

Cu toate acestea, culturi agricole care depind exclusiv de precipitații sunt predominante în agricultura românească, iar riscurile de secetă severă, care a crescut datorită schimbărilor climatice, ar putea afecta în mod semnificativ producția agricolă [12]. Indicele de ariditate este în creștere în ultimele decenii pentru regiunile fertile din România – de ex. Dobrogea și Bărăgan [13] sau Câmpia Olteniei [14]. Numai pe Câmpia Olteniei (din sud-vestul României) zona cu risc de aridizare depășește 700.000 hectare [14]. O structură îngustă de culturi de câmp, dominată de porumb, la care productivitatea este legată de aprovizionare cu apă [15], crește vulnerabilitatea agriculturii din România la fenomenul de secetă. Capacitatea pădurii de a genera resurse regenerabile este influențată în România de defrișările ilegale (care sunt favorizate de schimbările de proprietate asupra terenurilor și de schimbări instituționale [16], normele legale de gestionare, care interzic tăierile de întreținere [17] și moștenirile unui management istoric inadecvat [18]. "Ichthyosystemul" din România a fost semnificativ afectat de activitățile umane, care a redus semnificativ calitatea apei, a diminuat diversitatea habitatelor și biodiversitatea speciilor native de peste,

inclusiv prin introducerea de specii alogene de peste, considerat ca fiind mai productiv [19].

Punctele slabe socio-economice se asociază acestor vulnerabilități naturale și amplifică și mai mult provocarea dezvoltării durabile și reziliențe a bioeconomiei în România. În general productivitatea muncii este scăzută în bioeconomia din România, datorită unei forțe de muncă ocupate în agricultură și a unui nivel de calificare redus la categoriile socio-profesionale de bază [20]. România nu a beneficiat pe deplin de beneficiile de sprijinul Politicii Agricole Comune a Uniunii Europene (PAC) în ultima perioadă de programare, 2007-2013 [21]. Ponderea scăzută a fermelor de subzistență, de mici dimensiuni în agricultura românească [22], combinată cu o performanță scăzută administrativă, în special privind implementarea de instrumente mai complexe legate de pilonul de agro-mediu [23], sunt responsabile pentru aceasta performanță, mai slabă decât media noilor state membre ale UE. Industria alimentară, care este sectorul industrial cu cea mai mare contribuție la PIB, este caracterizat prin lanțuri de valoare liniare, care generează cantități mari de co-produse perisabile, și care este caracterizat de o calificare destul de scăzută a forței de muncă și de un nivel tehnologic scăzut [11].

Potențialul de producere a bioresurselor în România, în mod evident sub-utilizat, ar putea fi valorificat superior prin abordările specifice bio-economiei. Pentru a realiza această valorificare superioară sunt necesare noi soluții pentru intensificarea durabilă a producerii resurselor biologice și pentru valorificarea inteligentă a bio-resurselor. Dezvoltarea și implementarea practică a acestor noi soluții presupune însă o investiție semnificativă în educație și cercetare. Ramurile bio-economice cu valoarea adăugată mare sunt ramuri ale economiei bazate pe cunoaștere. Intensificarea durabilă a producerii bioresurselor și valorificarea inteligentă a bio-resurselor presupun de asemenea o economie în care noile cunoștințe sunt utilizate pentru creșterea productivității muncii.

Importanța dezvoltării cercetărilor de bioeconomie, ca și a formării profesionale specifice în domeniu, este recunoscută în diferitele strategii structurale realizate până în prezent la nivel național. *Strategia Națională de Cercetare, Dezvoltare și Inovare 2014–2020* [24] stabilește bio-economia ca un domeniu național de specializare inteligentă, cu următoarele sub-domenii: Produse alimentare sigure, accesibile și optimizate nutrițional; Dezvoltarea de noi produse, practici, procese și tehnologii în sectorul horticol; Adaptarea sectorului de zootehnie, medicină veterinară, pescuit și acvacultură, la provocările secolului XXI; Dezvoltarea durabilă a sectorului forestier, creșterea competitivității acestuia și a calității vieții; Dezvoltarea durabilă a producției culturilor de câmp adaptate impactului schimbărilor climatice globale; Bioenergie – biogaz, biomasă, biocombustibil; Bionanotehnologii; Biotehnologii de mediu; Biotehnologii agro-alimentare; Biotehnologii industriale; Biotehnologii medicale și farmaceutice; Bio-

analiză. Programul Operațional Competitivitate (POC) 2014-2022 include bio-economia printre domeniile de specializare inteligentă susținute. În documentul programatic publicat pentru consultare se consideră că „Domeniul beneficiază de potențialul uriaș al agriculturii românești, în contextul unei industrii alimentare locale tot mai active și cu standarde în creștere, al cercetării aplicative de succes din domeniu și din industria farmaceutică, precum și în contextul unor tendințe globale ca cererea ridicată de produse alimentare. Siguranța și optimizarea produselor alimentare, dezvoltarea sectoarelor horticol, forestier, zootehnic și piscicol sau valorificarea biomasei și a biocombustibililor reprezintă subdomenii cu potențial evident.”

Propunerea de *Strategia CDI pentru agro-bio-economie* (bioresurse alimentare și non-alimentare) a *Ministerului Agriculturii și Dezvoltării Rurale*, pentru perioada 2014-2020/2025, aflate încă în stadiu de propunere în curs de evaluare[25], include următoarele obiective strategice generale:

I. Evaluarea fezabilității pe termen mediu și lung a potențialului bio-economic național pentru producerea de bioresurse non-alimentare sub impactul modificărilor climatice globale;

II. Consolidarea infrastructurii de cercetare prin finanțare de la BS și crearea unei mase critice de cercetători care să abordeze cercetările specifice domeniului agro-bio-economiei prin accesarea oportunităților oferite de programul european Marie Curie;

III. Abordarea multidisciplinară a potențialului de producere și valorificare a bio-resurselor non-alimentare în spațiul rural;

IV. Cercetări pentru conversia reziduurilor agricole în biocombustibili de generația a II;

V. Dezvoltarea bazei de cunoștințe, a activității de dezvoltare, demonstrare, introducere progresului tehnic și a inovării specifice domeniului; transfer de cunoștințe și introducerea inovării în spațiul rural prin mecanismele specifice PNDR, respectiv PAC;

VI. Încurajarea achizițiilor publice și ale publicului consumator pentru produsele obținute din bio-materii prime prin acțiuni concrete și coerente de comunicare, formare profesională și extensie a rezultatelor CDI, inclusiv prin acțiuni de natură fiscală.

*Strategia pentru dezvoltarea sectorului agroalimentar pe termen mediu și lung – orizont 2020/2030* vizează valorificarea inteligentă și durabilă a potențialului agroalimentar și dezvoltarea spațiului rural, fiind un document suport vizionar, care susține progresul agriculturii și dezvoltării rurale în România. Strategia constituie baza noii perioade de programare financiară europeană 2014-2020, ca angajament al României față de UE pentru realizarea PAC.1

În vederea elaborării și aprobării *Strategiei pentru sectorul agro-alimentar* au fost inițiate mai multe demersuri, astfel:

a) au fost analizate /studiate documente relevante: rapoartele de evaluare a implementării Programului Național de Dezvoltare Rurală (PNDR) 2007-2013 (ex-ante, intermediare), analiza socio-economică a spațiului rural românesc, identificarea nevoilor și analiza SWOT elaborate în vederea pregătirii PNDR 2014-2020, Cadrul național strategic pentru dezvoltarea durabilă a sectorului agroalimentar și a spațiului rural în perioada 2014-2020-2030, cadrul normativ și strategic european, regulamentele cu privire la activitățile agroalimentare și dezvoltarea spațiului rural, Strategia Europa 2020, Strategia UE pentru Regiunea Dunării, politicile de mediu și reglementările referitoare la schimbările climatice, recomandările specifice de țară, documente strategice naționale pentru următoarea perioadă de programare 2014-2020 (Strategia Națională pentru Dezvoltare Durabilă a României-orizonturi 2013-2020-2030, Strategia națională pentru competitivitate, Strategia națională de cercetare, dezvoltare și inovare, Strategia națională a României privind schimbările climatice etc), date statistice, studii și rapoarte tehnice din domeniile agroalimentar, socio-economic, mediu, sănătate, elaborate de către instituții și organizații naționale și internațional, etc;

b) a fost parcurs un amplu proces de consultare ce a avut loc în perioada iulie – septembrie 2013. Demersul de consultare a unui număr mare și relevant de actori cheie din domeniu a avut scopul de a stabili un cadru instituțional pentru continuarea discuțiilor și implicarea părților interesate în elaborarea unui document de viziune în ceea ce privește dezvoltarea sectorului agroalimentar și a spațiului rural din România. Procesul de elaborare /dezvoltare a viziunii și a strategiei a inclus 3 sesiuni de consultări la nivel central și opt conferințe regionale. Consultările la nivel central au beneficiat de participarea și îndrumarea strategică a conducerii MADR, a mediului academic și a specialiștilor din cadrul Comisiei prezidențiale, în timp ce conferințele regionale au reunit peste 700 de participanți din administrația publică locală, administrația agricolă, cadre universitare, fermieri, procesatori și agenți economici din domeniu. La acest demers s-a adăugat și un amplu proces consultativ realizat prin intermediul unui sondaj pe bază de chestionare, aplicat participanților la conferințele regionale. În timpul consultărilor desfășurate au fost identificate direcțiile strategice pentru dezvoltarea sectorului agroalimentar și a spațiului rural.

Strategia Națională pentru Energie – capitolul Energie bio-regenerabilă, se referă de asemenea la (agro)-bio-economie. De ex. potențialul României de producție pentru bio-etanol de generația a II (bio-etanol din reziduuri, deșeuri și producție agricolă secundară) este 200.000 TEP/an, considerând ca bioresurse agricole non-alimentare numai 17,5 % din producție secundară a culturilor de

porumb, grâu, sfeclă de zahăr. Impactul producerii bio-etanolului de generația a II-a este de asemenea semnificativ:

- Locuri de muncă în spațiul rural – min. 3200/an;
- Potențial de bio-etanol – 200.000 TEP;
- Profit: 1,1 miliarde euro;
- Potențial de reducere a gazelor cu efect de seră: echivalent 1,6 miliarde tone de CO<sub>2</sub>.

Inovarea și generarea de cunoaștere sunt considerat de IMM-urilor din România [26] și de Agențiile de Dezvoltare Regională [27] ca principalele soluții la provocările rezultate din vulnerabilitățile naturale și din punctele slabe socio-economice. Activitățile de cercetare și inovare orientate către aplicațiile practice ar trebui să reducă impactul acestor puncte slabe, îmbunătățind gestionarea amenințărilor, sporind valorificarea punctelor forte și crescând beneficiile oportunităților pentru bioeconomia din România – fig.4.

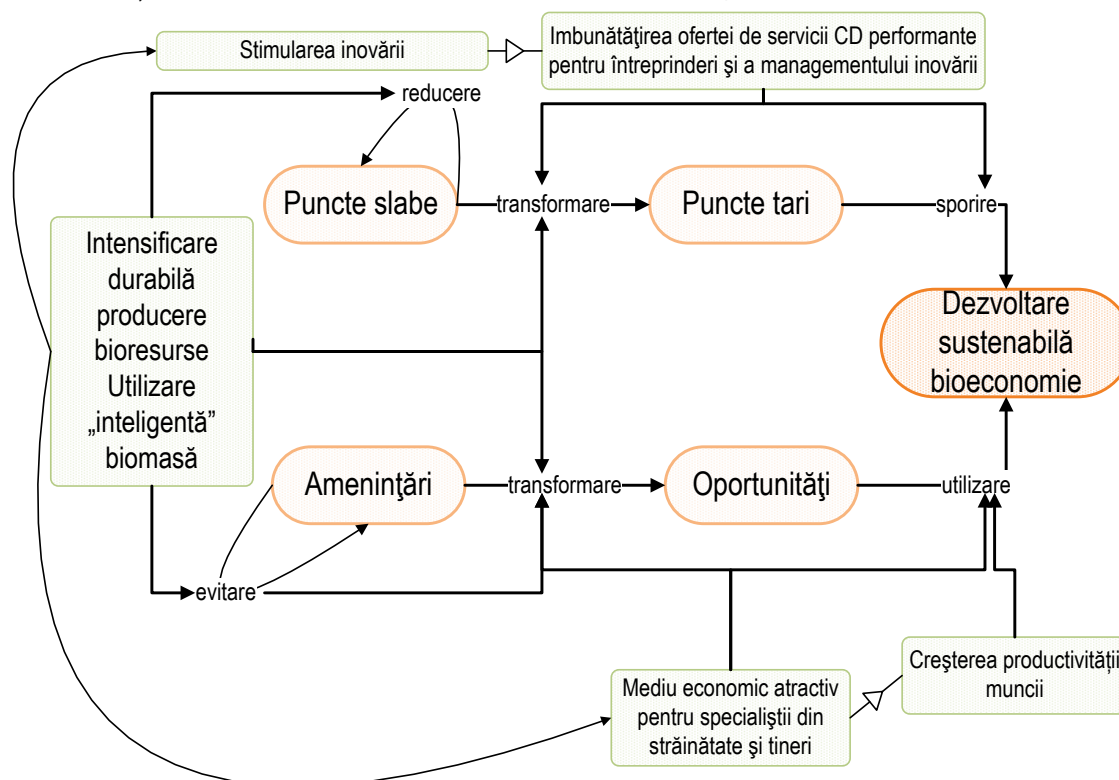


Fig.4. Principalele direcții de intervenție pentru dezvoltarea sustenabilă a bioeconomiei în România.

În cadrul acestei etape au fost stabilite printr-un studiu de foresight care a implicat consultarea *on-line* a experților interesați, prioritățile de dezvoltare a bioeconomiei din România, pentru ramurile producătoare de bioresurse și care prelucrează bioresurse, ca și direcțiile strategice și obiectivele prioritare de cercetare-dezvoltare pentru susținerea dezvoltării bioeconomiei în România, detaliate la fel, pentru ramurile pentru ramurile producătoare de bioresurse și care prelucrează bioresurse.

## **1. Prioritățile de dezvoltare a sectoarelor producătoare de bioresurse în România**

Viziunea pentru 2030 a acestei strategii este că România va avea o bioeconomie durabilă și competitivă, centrată pe exportul de produse cu valoare adăugată înaltă, rezistentă la provocările globale, care asigură bunăstare și condiții de viață în mediul rural apropiate cu cele din mediul urban.

Prioritățile de dezvoltare a României în cadrul sectoarelor producătoare de bioresurse din România au fost stabilite și ținând cont de contextul mondial și european. Se previzionează că, la nivel global, cererea de alimente va crește cu 70% până în 2050 [28], ca urmare a populației din ce în ce mai numeroase și a sporirii veniturilor. Țările în curs de dezvoltare vor contribui cel mai mult la această tendință, cererea lor de hrană urmând a se dubla în următorii ani. Se estimează că populația mondială va crește de la 7 miliarde, cât este în prezent, la 9 miliarde până la mijlocul acestui secol, iar 95% din această creștere va avea loc în țările cele mai puțin dezvoltate (în 50 dintre cele mai puțin dezvoltate țări din întreaga lume) [29]. Veniturile globale în creștere vor fi în cea mai mare parte asociate cu urbanizarea sporită (se așteaptă ca 70% din populația lumii să locuiască în mediul urban până în 2050, față de 49% în prezent [30] și cu o creștere economică rapidă, în unele dintre cele mai populate țări (de exemplu, Brazilia, China, India și Rusia). Spre deosebire de tendința la nivel mondial, se preconizează că populația europeană va îmbătrâni și va stagna. Îmbătrânirea populației este considerată a fi una dintre provocările socio- economice fundamentale ale Europei în următorii cincizeci de ani. Cu o vârstă medie de 46,8 ani, și cu peste 27,8% din populația sa în vârstă de cel puțin 65 de ani, această provocare ajunge la niveluri fără precedent. De asemenea, pe măsură ce generația născută în perioada de creștere însemnată a ratei natalității iese la pensie, este de așteptat ca populația activă să scadă. În același timp, numărul de persoane cu vârsta de peste 60 de ani va crește de două ori mai repede decât înainte de 2007, cu circa 2 milioane pe an.

Pentru sectorul de producere bioresurse aceste aspecte constituie atât o oportunitate, cât și o provocare. Perspectivele de creștere a pieței agro-alimentare constituie un avantaj semnificativ pentru fermierii din întreaga lume. Cu toate acestea, se preconizează că infrastructurile de piață imperfecte și vulnerabilitățile socio-economice din zonele cele mai dens populate ale lumii vor spori insecuritatea alimentară. În plus, sistemele agricole mondiale se vor confrunta din ce în ce mai mult cu efectele negative ale schimbărilor climatice (schimbarea modelelor de precipitații, fenomenele meteorologice extreme, penuria de apă) precum și cu volatilitatea prețurilor.

În afara cerințelor pentru hrană a exista o din ce în ce mai mare cerere pentru biomasă destinată biorafinării, pentru obținerea de Produse

(bio)farmaceutice, Produse (bio)chimice, bioplastice, cauciuc natural, biocombustibili, bioenergie, inclusiv bio-hidrogen și bio-electricitate.

În acest context global, emisfera nordică (inclusiv Europa) va fi bine poziționată în vederea continuării aprovizionării piețelor globale cu numeroase produse agroalimentare esențiale. Perspectivile sunt pozitive, de exemplu, pentru producția de cereale în zonele temperate și zonele favorabile pentru producția vegetală s-ar putea extinde chiar spre nord pe măsură ce temperatura va crește. La rândul lor, țările din emisfera sudică, precum și cele din zonele (sub)tropicale uscate vor fi probabil puternic afectate de schimbările climatice, prin scăderea randamentelor și creșterea frecvenței fenomenelor climatice extreme (secetă și inundații).

Aceste tendințe au implicații serioase în ceea ce privește cererea de produse agroalimentare, deoarece se preconizează că piețele europene vor oferi posibilități limitate de extindere. Pentru culturile arabile, perspectivele pe termen mediu privind mărfurile în Europa (în 2022) sugerează doar creșteri ușoare ale consumului în UE-27 [31]. Cererea de alimente și furaje va fi supusă unei creșteri lente, cu excepția notabilă a biocarburanților, care vor continua să fie un segment de piață dinamic. Consumul de biocarburanți în UE este de așteptat să crească între 2014 și 2022. În acest context semințele oleaginoase prezintă o perspectivă pozitivă pe termen mediu determinată de cererea puternică, dar carnea (în special cea roșie) și produsele lactate sunt de așteptat să scadă. Aceste previziuni pentru produsele de origine animală reflectă într-o mare măsură, efectele negative ale recesiunii economice recente din Europa, dar și înăsprirea cerințelor privind bunăstarea animalelor și reducerea emisiilor de carbon (în special în sectorul creșterii bovinelor, porcilor și păsărilor).

Deci la nivel mondial se va înregistra o cerere în creștere pentru bioresurse în timp ce oferta va înregistra o creștere relativ lentă. România are un potențial agricol semnificativ, un acces facil la piețele mondiale prin porturile de la Marea Neagră și Dunăre, iar aderarea la UE oferă acces la o finanțare substanțială, precum și acces la piețe importante. Pentru creșterea productivității muncii în sectoarele producătoare de bioresurse sunt necesare investiții, bune practici agricole și politici publice adecvate, cercetare și inovare.

Având în vedere toate cele descrise anterior, prioritatea principală este: **P1. Creșterea competitivității sectoarelor de producere bioresurse.** România este una dintre țările europene cu cele mai favorabile condiții pedo-climatice pentru obținerea de producții agricole de calitate și în cantități semnificative, care poate să acopere un segment important al cererii interne de produse agro-alimentare. În ciuda potențialului considerabil, randamentele din agricultura românească sunt modeste, indicând o utilizare a factorilor de producție cu mult sub valorile optime. Exploatat în mod corespunzător, potențialul existent permite



angajarea forței de muncă agricole într-un mod mult mai productiv, contribuind astfel la înregistrarea unor progrese reale pe calea reducerii sărăciei rurale și a eliminării diferențelor de venit față de cele din zonele urbane. Ca urmare, se creează premisele creșterii economice, gestionării eficiente a resurselor financiare precum și instituirii unei balanțe comerciale pozitive. Detalierea acestei priorități este pentru agricultură, horticultură, silvicultură, zootehnie creșterea animalelor, avacultură și piscicultură.

Pentru agricultură principală prioritate este **P1.1. Accelerarea tranziției structurale spre o agricultură viabilă economic cu producții cel puțin egale cu media europeană, în paralel cu aplicarea practicilor agricole prietenoase cu mediul, și reducerea treptată a forței de muncă din agricultură**. Detalierea pe tipuri de producători / bioresurse este prezentată în cele ce urmează.

Prioritățile majore pentru **culturile de câmp** sunt:

- ✓ Diversificarea structurii culturilor agricole, introducerea și extinderea în cultură a noi specii de plante, continua ameliorare a soiurilor și hibridilor
- ✓ Ameliorarea fertilității solurilor și utilizarea terenurilor degradate
- ✓ Perfecționarea tehnologiilor de cultură, inclusiv prin introducerea exploatațiilor mixte, agro-silvicultură, agro-acvacultură

În cadrul diversificării structurii culturilor agricole o prioritate pentru bioeconomie o reprezintă Stimularea cultivării plantelor de in și cânepă. Suprafețele de in și cânepă au scăzut an de an, riscând dispariția din gama culturilor agricole a acestor specii care fac parte din agricultura românească tradițională. La nivel european și internațional se constată o creștere a cererii industriei pentru fibre scurte și lungi de in și cânepă. Fiind un sector cu nișă de piață, se are în vedere creșterea suprafețelor cultivate cu in și cânepă pentru fibră, ca o alternativă la cultura cerealelor, având în vedere agrotehnica și zonele de favorabilitate. Cererea în creștere a industriei pentru fibre poate asigura un venit cultivatorilor din zonele cu pretabilitate, o alternativă la rotația culturilor precum și relansarea sectorului de procesare. Uleiul de in și cânepă are de asemenea utilizări multiple în diferite sectoare de procesare a bioresurselor (de la produse biochimice la suplimente alimentare).

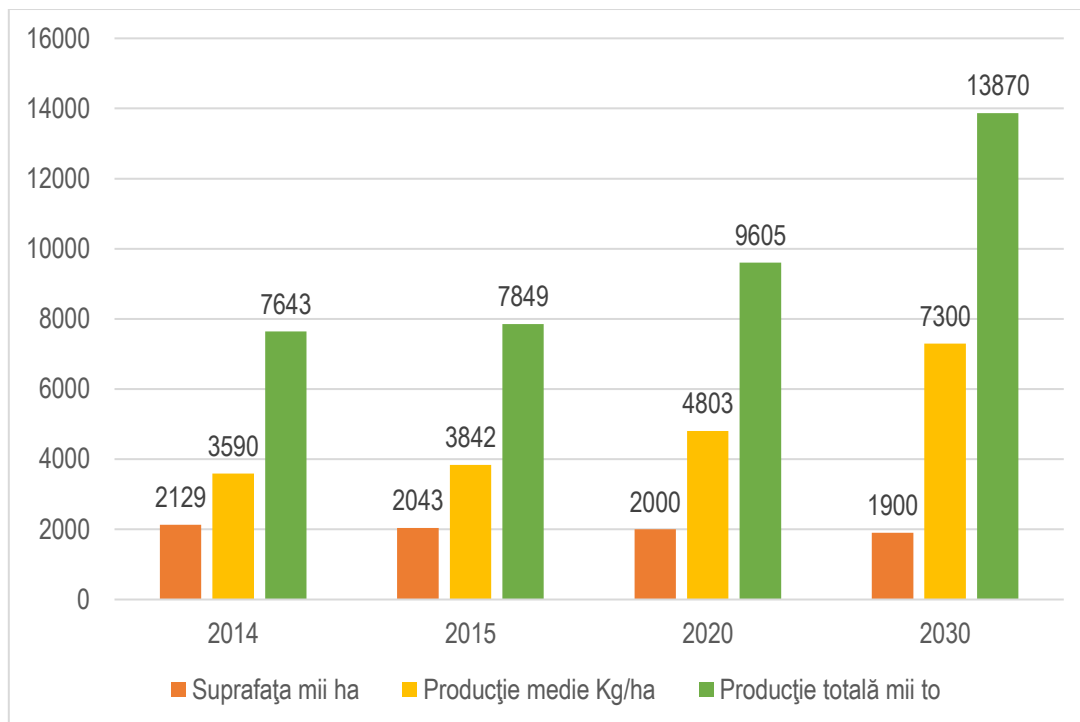
Tot în cadrul diversificării structurii culturilor agricole o prioritate este și cea de Stimulare a cultivării plantelor medicinale și aromatice care au o producție din ce în ce mai scăzută în România – tabel 2.

Tab. 2. Evoluția suprafețelor și a producțiilor de plante medicinale și arome în România.

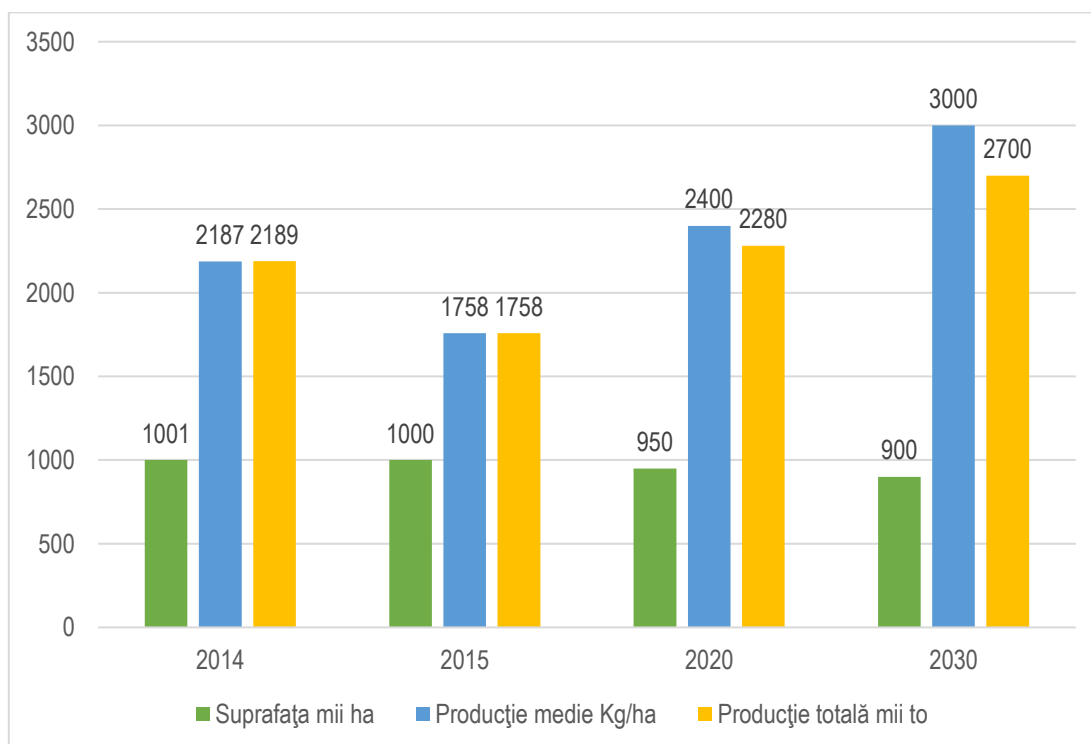
	UM	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Suprafața	mii ha	7,4	7,3	10,1	15,9	11,8	5,8	4,7	3,2	3,1
Producție medie	Kg/ha	392	1027	703	993	949	741	936	1312	677
Producție totală	mii to	2,9	7,5	7,1	15,8	11,2	4,3	4,4	4,2	2,1

Sursa: 2007-2014 - INS- Anuarul Statistic al României, 2015 Date MADR

În cazul unei evoluții până în 2030 care să ducă la producții similare cu cele europene, nivelul de producție estimat la grâu este prezentat în figura 5, la floarea-soarelui în figura 6, iar la porumb în figura 7.



*Fig. 5. Nivelul estimat al producțiilor de grâu, dacă România ajunge la nivelul anului 2030 la nivelul mediei europene ca producție medie.*



*Fig. 6. Nivelul estimat al producțiilor de floarea-soarelui, dacă România ajunge la nivelul anului 2030 la nivelul mediei europene ca producție medie.*

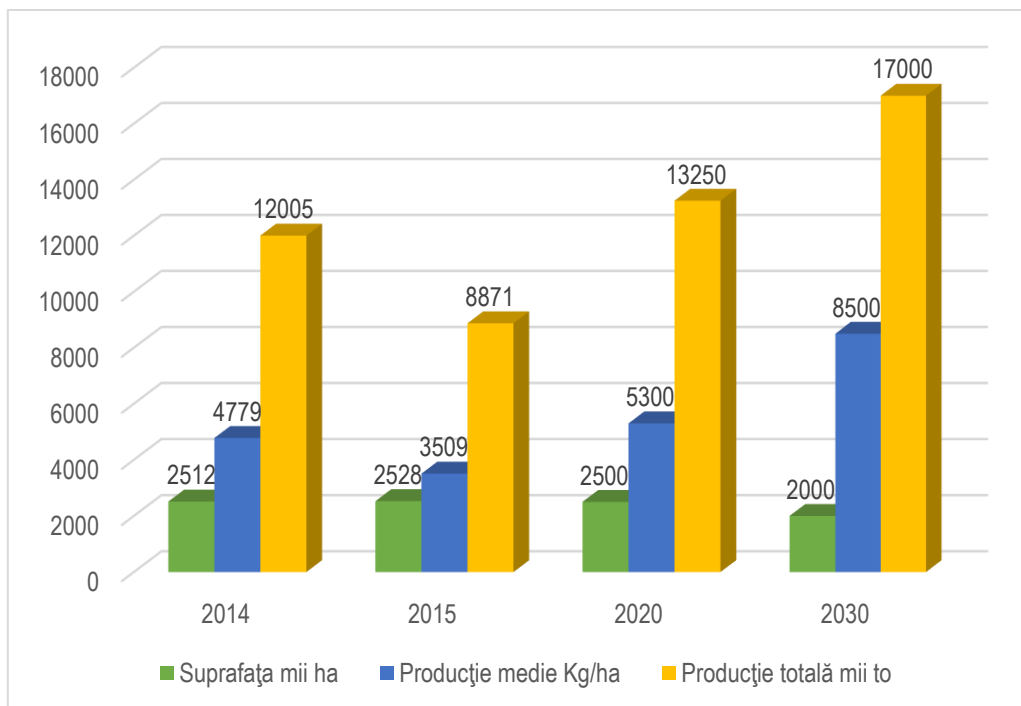


Fig. 7. Nivelul estimat al producțiilor de porumb, dacă România ajunge la nivelul anului 2030 la nivelul mediei europene ca producție medie.

Alte priorități pentru culturile de câmp sunt prezentate în tabelul 3.

Tab. 3. Ate priorități pentru dezvoltarea culturilor de câmp, ca sursă majoră de bioresurse pentru bioeconomia României

Priorități	Justificări
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Determinarea factorilor biotici (boli, dăunatori, buruieni) modificați de schimbările climatice, care influențează producția culturilor de câmp.</li> <li>✓ Studii de agro-bio-economie pentru evidențierea particularităților economice ale conceptului și transferul de informație către fermierii activi din domeniul culturii plantelor de câmp.</li> <li>✓ Studii socio-economice asupra mutațiilor care vor avea loc în spațiul rural și ale impactului social, economic și conceptual asupra populației rurale, în special asupra populației active, în vederea găsirii celor mai adecvate modalități de transfer al cunoștințelor și informațiilor inovative asupra potențialilor utilizatori ai rezultatelor cercetării.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Circa 5 milioane ha cultivate cu culturi de câmp necesită intervenții tehnologice inovative capabile să diminueze impactul efectelor negative ale stresului climatic și biotic asociat.</li> <li>✓ Cererea pieții pentru soiuri tolerante la stres climatic și biotic, în perioada 2015-2025, va crește, pe plan european cu cca. 50%; vor fi cerute soiuri cu rata ridicată de conversie energetică, capabile să asigure necesarul de materii prime pentru biocombustibili de generația a doua / a treia.</li> <li>✓ Creșterea cerinței consumatorilor în raport cu calitatea, sanogenitatea alimentelor și furajelor va impune o reducere drastică a volumului input-urilor de sinteză chimică (erbicide, fungicide, insecticide), pe fondul accentuării stresului biotic ca urmare a impactului modificărilor climatice și sub condiționalitatea conservării biodiversității active și asociate la nivel de sistem.</li> </ul>

În domeniul horticulturii principala prioritate **P1.2. Asigurare a managementului durabil al resurselor naturale din domeniul horticulturii.** Tendința în horticultura intensivă este de reducere a fertilității solurilor, ca urmare a folosirii excesive a fertilizanților și a pesticidelor, ca și de reducere a diversității genetice, ca urmare a extinderii în cultură a soiurilor / hibridurilor internaționale cu producții foarte ridicate și valoarea nutritivă mică, în detrimentul soiurilor locale, mai puțin productive, dar cu caracteristici organoleptice și nutritive superioare .

Prioritățile derivate sunt:

- ✓ Dezvoltarea unor sisteme integrate de gestionare a utilizării produselor agrochimice în agricultură, cu introducerea unor noi tipuri de produse, care să determine creșterea eficienței de utilizare a apei și nutrienților, creșterea toleranței plantelor la stresurile biotice și abiotice, creșterea calității recoltei.
- ✓ Conservarea biodiversității, inclusiv a soiurilor și populațiilor locale de plante cultivate, ca și a rudelor sălbatice ale plantelor de cultură

În sectorul vegetal identificarea de noi resurse genetice agricole, horticole și silvice, conservarea acestora dar și a stocurilor de resurse genetice vegetale existente deja la nivel național constituie o garanție de a răspunde provocărilor viitoare privind reducerea consumurilor de combustibili fosili pe seama creșterii consumului de biocombustibili, de reducere a emisiilor de dioxid de carbon prin bio-sechestrare, a reducerii emisiilor de gaze cu efect de seră prin fixarea unora dintre acestea la nivelul covorului vegetal. Tratatul Internațional privind Resursele Genetice Vegetale pentru Alimentație și Agricultură (2004) și Strategia Globală pentru Conservarea Plantelor (2011–2020) adoptată de Convenția pentru Diversitate Biologică în anul 2002 subliniază necesitatea conservării eficiente a resurselor genetice vegetale pentru alimentație și agricultură ca mijloc de contracarare a ratei actuale de pierdere a biodiversității la nivel global, regional, național și local. Prioritare sunt rudele sălbatice ale plantelor de cultură și populațiile locale, componente esențiale ale ecosistemelor naturale și seminaturale și deținătoare ale unor trăsături benefice, care prin ameliorare convențională sau biotehnologică pot fi transferate în varietățile moderne, îmbunătățind astfel calitatea genetică a acestora, conferindu-le rezistență la factorii de stres biotic și abiotic. Folosind drept model Strategia Europeană de Conservare a Resurselor Fitogenetice, adaptată la realitățile naționale ale domeniului, capacitățile existente privind prezervarea și utilizarea fondului genetic vegetal trebuie dezvoltate și consolidate prin parcurgerea următoarelor etape: crearea inventarelor naționale ale rudelor sălbatice ale plantelor de cultură și populațiilor locale; implementarea unor noi tehnici ex situ și in situ/ on farm de conservare sistematică, pe baze științifice a resurselor genetice vegetale; monitorizarea diversității conservate, prin folosirea indicatorilor biologiei populaționale; realizarea legăturii între conservare și utilizare. În

consecință România își propune alinierea demersului său strategic cu prioritățile FAO și cu privire la conservarea diversității biologice, așa cum este prevăzut în regulamentele CE privind dezvoltarea rurală.

Alte priorități pentru horticultură sunt descrise în tabelul 4.

Tab. 4. Ate priorități pentru dezvoltarea horticulturii, ca sursă majoră de bioresurse pentru bioeconomia României

Priorități	Justificări
<p>✓ Dezvoltarea unor tehnologii horticole inovative de fermă pentru reducerea impactului negativ al schimbărilor climatice.</p> <p>✓ Diversificarea culturilor prin introducerea în sistemele de producție a unor specii de plante noi cu valențe nutraceutice și alimentare superioare, sanogene.</p> <p>✓ Cercetări privind managementul inovativ al resurselor genetice și ameliorarea plantelor pentru crearea unor genotipuri versatile din punct de vedere al productivității și calității în condiții de stres și minime imputuri.</p> <p>✓ Sisteme tehnologice de producere a legumelor în extra- sezon în spații prin utilizarea resurselor energetice neconvenționale (energie fotovoltaică, eoliană, geo- termală) și/sau a bioresurselor energetice non-alimentare.</p> <p>✓ Cercetări privind implicarea factorilor socio-economici în adaptarea la un consum sustenabil al consumatorilor.</p> <p>✓ Studii asupra eficienței economice pentru ferma inteligentă din horticultură.</p>	<p>✓ România dispune de un genofond horticol autohton bogat facilitând elaborarea și implementarea unor tehnologii și practici moderne în vederea îmbunătățirii calitative și cantitative a produsului finit.</p> <p>✓ Din totalul de 3.856.000 exploatații agricole, peste 1 milion auspecific horticol, acestea valorificând doar 4,1% din suprafața agricolă a României de 13.298.000 ha (RGA, 2010).</p> <p>✓ În perioada 2014-2020, ca urmare a programului de reconversie/restructurare din viticultură și pomicultură, se estimează investiții de peste 1,5 miliarde Euro în exploatațiile horticole, depozite de păstrare, combinate viticole și fabrici de procesare de pe piață națională și regională.</p> <p>✓ Existența unor branduri românești: mărul de Voinești; țuica de Văleni fabricată din prunele soiului Gras românesc; Varza și ceapa roșie de Buzău; Tămâioasa românească de Pietroasele; Busuioaca de Bohotin; Grasa de Cotnari.</p> <p>✓ Prezența locală a unor multinaționale: companiile olandeze și italiene reprezintă peste 50% din investițiile din România din domeniul horticol.</p>

O prioritate majoră pe termen scurt pentru România este **P1.3. Stimularea dezvoltării pomiculturii**, aflată în declin în România – tab. 5.

Tab. 5. Evoluția suprafețelor și a producțiilor pomicole în România.

Cultura	indicator	UM	2007	2008	2009	2010	2011	2012*	2013	2014*
Măr	Suprafața	mii ha	61,3	57,9	56,4	56,0	56,0	55,4	56,9	57,5
	Producție totală	mii to	475,4	459,0	517,5	552,9	600,9	462,9	493,4	535,1
Prun	Suprafața	mii ha	83,8	80,8	65,8	69,0	78,0	68,5	68,0	70,7
	Producție totală	mii to	372,6	475,3	533,7	624,9	550,2	424,1	512,5	404,3
Alte specii pomicole	Suprafața	mii ha	60,9	68,3	82,8	73,6	21,6	18,3	19,1	17,2
	Producție totală	mii to	237,8	244,9	271,8	241,8	325,2	241,5	294,1	175,8

Sursa: 2007-2013 - INS- Anuarul Statistic al României, \* Date MADR

Suprafețele cu plantații pomicole au avut un trend descendent, principalii factori restrictivi fiind investiția deosebit de costisitoare pentru înființarea unei plantații, alături de costurile ridicate de întreținere a plantației pe rod. O prioritate pentru stimularea dezvoltării pomiculturii este zonarea speciilor pe bazine pomicole în funcție de condițiile pedoclimatice, tradiție, impact socioeconomic și de mediu. Proiectul fundamentează delimitarea arealelor, a bazinelor pomicole și face recomandări privind speciile, portaltoaiile și soiurile adaptate la condițiile pedoclimatice în schimbare.

Diversificarea utilizării fructelor, cu o stimulare a utilizării lor pentru sucuri de fructe, compoturi, gemuri și compoturi, ca și dezvoltarea stocării pe termen lung ar contribui la stimularea dezvoltării pomiculturii.

O altă prioritate este **P1.4. Creșterea ponderii suprafețelor cultivate ecologic (organic) în România.** În România, sectorul agriculturii ecologice cunoaște o dezvoltare lentă, deși există multe posibilități de extindere – tab.6.

Tab. 6. Evoluția suprafețelor cultivate ecologic în România.

Indicator	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Număr operatori certificați în agricultura ecologică	3155	9703	15544	15194	14470	12231
Suprafața totală în agricultura ecologică (ha)	182706	229946	288261	301148	289251,79	245923,9
Cereale (ha)	72297,8	79167	105149	109105	102531,47	81439,5
Leguminoase uscate și proteaginoase pentru producția de boabe (inclusiv semințe și amestecuri de cereale și leguminoase) (ha)	5560,22	3147,36	2764,04	2397,34	2314,43	1834,352
Plante tuberculifere și radacinoase total (ha)	504,36	1074,98	1124,92	740,75	626,99	667,554
Culturi Industriale (ha)	47815,1	47879,7	44788,7	51770,8	54145,17	52583,11
Plante recoltate verzi (ha)	10325,4	4788,49	11082,9	13184,1	13493,53	13636,48
Alte culturi pe teren arabil (ha)	579,61	851,44	27,77	263,95	29,87	356,22
Legume (ha)	734,32	914,08	896,32	1067,67	1928,36	1210,08
Culturi permanente (ha) livezi vită- de- vie	3093,04	4166,62	7781,33	9400,31	9438,53	11117,26
Culturi permanente (ha) pășuni și fânețe	31579,1	78197,5	105836	103702	95684,78	75853,57
Teren necultivat (ha)	10216,8	9758,55	8810,73	9516,33	9058,66	7225,852

Sursa - MADR

Procentul culturilor agricole în sistemul de agricultură ecologică din suprafața agricolă a fost de doar de 1,6% în 2011. Deși s-a dublat din 2005, creșterea a reprezentat doar 1% din SAU. Ultimii ani au cunoscut o accelerare a dezvoltării agriculturii ecologice, în special ca rezultat al stimulentele financiare introduse prin PNDR. Suprafețele cultivate în sistem ecologic au crescut cu 45% între 2011 și 2012 (reprezentând 3,38% din suprafața agricolă), în timp ce producția de culturi ecologice a crescut de șapte ori comparativ cu 2007 (ajungând la 134,6 mii tone în 2011). Numărul fermierilor care practică agricultura ecologică a crescut de șapte ori comparativ cu 2007 (ajungând la 26.736 în 2012). În pofida acestor evoluții, în prezent, Bulgaria și România au cele mai puține suprafețe cultivate în sistem ecologic din regiune. România rămâne în urma mediei UE-15,

unde proporția agriculturii ecologice din suprafața agricolă este de trei ori mai mare – figura 8. Deși rolul acestui sistem de agricultură rămâne redus în majoritatea noilor state membre, sectorul este marcat de o dezvoltare dinamică în ultimul deceniu: în UE-27, suprafața totală cultivată ecologic s-a dublat între anii 2000-2011.

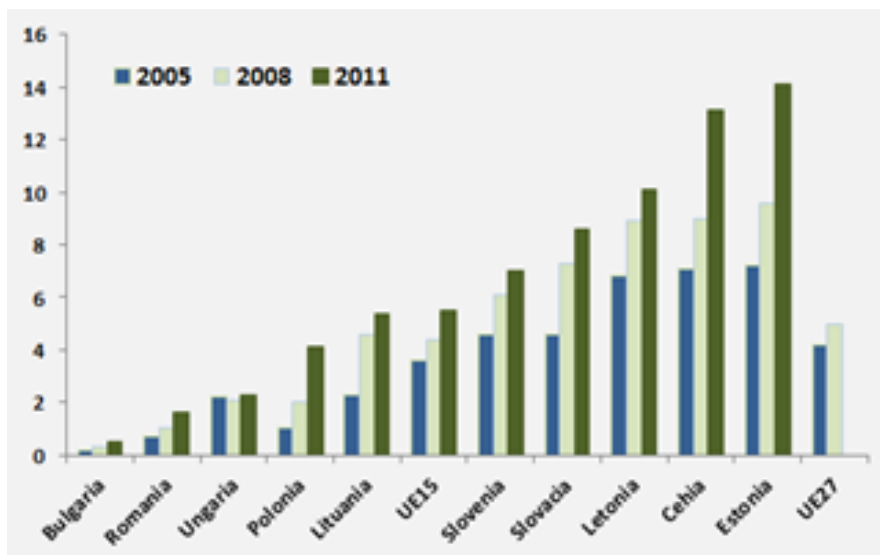


Fig. 8. Ponderea suprafețelor cultivate în sistem ecologic din totalul suprafeței agricole, UE, 2005-2011

Sursa - Eurostat

În directă legătură cu stimularea agriculturii ecologice este și prioritatea **P1.5. Stimularea dezvoltării horticulturii în spații protejate**. Suprafețele existente de sere și solarii nu asigură decât o mică parte din necesarul de consum intern în perioada de extrasezon a producției. Modificările climatice, ca urmare a încălzirii globale, cu deosebire la nivel regional, necesită o regândire a concepției redresării, consolidării și dezvoltării legumiculturii în spații protejate în România.

Implementare pe scară largă a culturilor ecologice și a culturilor în spații protejate ar permite o mai ușoară aplicare a **P1.6. Extinderea în cultură a unor noi specii de legume nutraceutice**, ca de ex. castravetele amar. În prezent există o tendință în creștere a consumului de alimente funcționale / suplimente alimentare din plante (nutraceutice vegetale), în special datorită: interesului crescut pentru prevenirea îmbolnăvirilor; costului tot mai mare al asistenței medicale; succesului semnificativ în validarea siguranței și eficacității alimentelor funcționale / suplimentelor nutritive vegetale; ameliorării cadrului legislativ pentru alimente funcționale / suplimente nutritive din plante [32]. Noile legume nutraceutice ar susține dezvoltarea sectorului suplimentelor nutritive.

Pentru favorizarea valorificării potențialului viti-vinicol prin branding / marketing o soluție este implementarea priorității **P1.7. Valorificarea superioară a sub-produselor viti-vinicole** pentru disponibilizarea resurselor financiare utilizabile pentru creșterea competitivității vinului românesc.

O prioritate globală la nivelul producției vegetale, dar și a celei animaliere, este **P1.8. Limitarea amprentei de carbon a agriculturii**. Emisiile de GES din

agricultura României depășesc doar cu puțin mediile regionale și ale UE, întrucât după anul 1990 au cunoscut o scădere substanțială (în special datorită unui declin în sectorul zootehnic). Agricultură a generat 14% din emisiile totale de GES ale României în 2010, în timp ce media regională, precum și a UE-15 și UE-27, a fost de 10% (Figura 12). În anii 2011 și 2012, emisiile GES din agricultură s-au ridicat la 18.942 Gg echivalent CO<sub>2</sub>, respectiv 18.299 Gg echivalent CO<sub>2</sub>, în scădere cu 53%, respectiv 55,21% față de 1989. Această reducere s-a datorat în mare parte declinului sectorului zootehnic, dar, de asemenea, a fost favorizată și de reducerea suprafeței cultivate cu orez și de scăderea utilizării de îngrășăminte pe bază de azot. Este important ca dezvoltarea sectorului românesc agroalimentar să fie corelată corespunzător cu obiectivul limitării emisiilor GES. Se au în vedere sectoarele cu emisii foarte mari de GES (de ex. zootehnia) sau tehnologiile intensive de producție.

În contextul schimbărilor climatice și a tendinței de aridizare a zonelor din sudul României prioritatea **P1.9.**, *Gestionarea eficientă a apei utilizate pentru irigare și continua perfecționare a tehnicilor agricole de valorificare optimă a terenurilor*. Practicile moderne de agricultură vizează modificarea calendarului de cultivare, a perioadei și tehnicilor de semănat, practici de pregătire și conservare a solului, modificarea perioadelor de activități agricole, adoptarea culturilor rezistente la schimbările climatice. Practicile moderne mai pot include alegerea culturilor și speciilor mai bine adaptate sezonului de creștere și apei disponibile, adaptarea culturilor cu ajutorul diversității genetice existente și a noilor oportunități oferite de biotehnologie. Productivitatea solurilor vulnerabile, mai ales a celor în pantă, trebuie să fie de asemenea protejată împotriva eroziunii produse de apă (efectele scurgerii precipitațiilor) prin utilizarea bunelor practici agricole și de mediu, inclusiv aratul pe curbele de nivel, fâșii înierbate care să încetinească scurgerea și alte metode pentru a reduce eroziunea solului și a conserva productivitatea.

Optimizarea tratamentelor fitosanitare prin tehnologiile de precizie va contribui la evitarea poluării apelor de suprafață. Încurajarea introducerii și utilizării produselor de protecție a plantelor care conțin substanțe active cu un grad de pericolozitate scăzut, a tehnicilor alternative nechimice pentru reducerea utilizării produselor de protecție a plantelor (utilizarea produselor biologice de protecție a plantelor sau extinderea suprafețelor agricole cultivate în sistem ecologic), precum și optimizarea metodelor de control și inspecție la nivel național și teritorial vor avea un efect pozitiv asupra solului. Aplicarea unui program de acțiune la nivel național în contextul îndeplinirii prevederilor Directivei Cadru pentru Ape, care are ca obiectiv principal reducerea și prevenirea poluării apelor cu nitrați din surse agricole și a eutrofizării apelor de suprafață, va încuraja suplimentar perfecționarea tehnicilor Agricole de valorificare optima a terenurilor.



Restabilirea capacităților existente și reabilitarea infrastructurii deteriorate de irigații sunt măsuri de bază pentru dezvoltarea sectorului agricol în România. Pe lângă infrastructura principală, este necesară reabilitarea stațiilor de pompare majore, instalarea echipamentelor de contorizare a apei în stațiile de pompare și reabilitarea infrastructurii terțiare (inclusiv stații de punere sub presiune și infrastructură din amenajările interioare). Toate aceste măsuri prevăzute de Strategia pentru dezvoltarea sectorului agroalimentar pe termen mediu și lung orizont 2020-2030 și incluse în PNDR vor reduce costul apei cu cel puțin 40%, fiind astfel posibil accesul mai multor fermieri la irigații. Perfecționarea agrotehnicilor și/sau a inputurilor tehnologice care determină creșterea eficienței de utilizare a apei de către plante, cunț priorități complementare celor din PNDR, care ar permite o mai eficientă utilizare a apei din irigare și o mai mare rezistență a ecosistemului economic agricol la provocările determinate de schimbările climatice. De asemenea, secetele pot fi ținute sub control prin servicii de irigații sporite și servicii de intervenții active în atmosferă pentru creșterea precipitațiilor, iar inundațiile pot fi prevenite prin dezvoltarea și gospodărirea eficientă a pădurilor.

Pădurile pot juca un rol important în regularizarea cursurilor de apă atunci când sunt situate în perimetrul de protecție al râurilor și surselor abundente de apă. Zonele împădurite au o capacitate bună de absorbție a apei și joacă un rol important în asigurarea stabilității solului, prin ținerea sub control a eroziunii solului sau a alunecărilor de teren și a avalanșelor. Utilizarea practicilor agricole de agro-silvicultură, cu introducerea unor specii de cultură rapid producătoare de biomasă (Paulownia, bambus, plop) sau care produc recolte valoroase (de ex. alun turcesc micorizat, care produce atât alune cât și trufe) ar permite o stabilizare suplimentară a microclimatului.

În stabilirea priorităților privind reabilitarea terenurilor și a zonelor de irigații, se va ține seama de cererea fermierilor, de experiența lor cu privire la irigații, de existența unor activități care să demonstrează interesul pentru astfel de investiții, precum și de capacitatea fermierilor de a plăti pentru serviciile de irigații. Se au în vedere și alte acțiuni pentru a rezolva deficitul de apă, cum ar fi reglementări ale comercializării apei, stimulente economice pentru utilizarea eficientă a apei, restricționarea folosirii apei din acvifere adânci numai pentru alimentarea cu apă a populației. Toate aceste măsuri prevăzute în PNDR vor stimula cooperarea dintre grupurile operaționale de fermieri / cooperativele agricole și unitățile de cercetare-dezvoltare-inovare pentru realizarea de noi metode și noi produse pentru creșterea eficienței de utilizare a apei.

**P1.10** Limitarea riscurilor fitosanitare este o prioritate majoră în condițiile schimbărilor climatice. Prognozele realizate demonstrează o creștere semnificativă a riscurilor fitosanitare datorită schimbărilor climatice. Este necesară dezvoltarea sistemelor de suport al deciziei (SSD) pentru prognoza riscurilor și aplicarea

tratamentelor de protecția plantelor. Aceste sisteme informatice expert utilizează modele (pe bază de proces, epidemiologic-populaționale sau fenomenologic – probabilistice) pentru prognoza riscului agenților de dăunare din date climatice (date climatice colectate cu ajutorul stațiilor meteo automate) și recomandarea tratamentelor. Reducerea numărului de tratamente ca urmare a utilizării SSD se traduce la nivelul exploatațiilor agricole prin reduceri ale consumului de pesticide, carburanți și forță de muncă, iar la nivel ecologic prin reducerea impactului produs de pesticide. Pentru o cât mai largă aplicabilitate a acestor SSD (recomandate de directiva pentru utilizarea durabilă a pesticidelor) și pentru o bună concordanță între prognoza utilizată ca suport al deciziei de aplicare a tratamentelor și realitatea efectivă este necesară dezvoltarea unor noi modele și o permanentă rafinare a acelor modele existente. Dezvoltarea / rafinarea de modele implică studii în condiții controlate referitoare la influența diferiților factori asupra fenologiei agenților de dăunare (parcursul stadiilor de dezvoltare specifice fiecărui tip de organism) și asupra reproducerii / creșterii populațiilor de agenți de dăunare.

Silvicultura reprezintă un sector major de producere a resurselor pentru bioeconomia din România. Prioritățile pentru acest domeniu sunt: **P1.11.** *Extinderea și conservarea fondului forestier, cu deosebire a pădurilor virgine și cvasi-virgine și a celor din zonele unde se manifesta consecințele schimbărilor climatice globale;* **P1.12.** *Conservarea biodiversității la toate nivelurile: genetic, al speciei, al ecosistemului și al complexității forestiere;* **P1.13.** *Gestionarea pădurilor existente pentru stocarea carbonului în contextul unei administrări forestiere durabile.* Fondul forestier al României are o suprafață de 6.529 mii hectare, reprezentând 27,3% din teritoriul țării. Volumul total pe picior al pădurilor este estimat la peste 1.340 milioane m<sup>3</sup>. România păstrează importante suprafețe de păduri naturale, virgine și cvasivirgine iar în prezent, parte din acestea, de valoare unică, sunt incluse în arii protejate oficial constituite. Valoarea reală a sectorului forestier include mai mult decât contribuția adusă de sectoarele silvicultură și exploatarea lemnului, fabricarea de produse din lemn cu accent pe industria mobilei, fabricarea de hârtie și produse din hârtie. Funcțiile și impactul pădurilor asupra dezvoltării sustenabile a României au în vedere și rolul de protecție al acestora (corectare de torenți în fondul forestier, înființarea perdelelor forestiere de protecție, împădurirea terenurilor degradate și stabilizarea solului etc), rolul pădurilor în atenuarea schimbărilor climatice, rolul social și cultural, rolul de producere a resurselor energetice – biomasă etc. Din această perspectivă, atunci când vorbim despre importanța reală a pădurilor trebuie cuantificată cu prioritate și contribuția adusă la diminuarea amplitudinii temperaturilor, atenuarea fenomenelor meteorologice extreme, combaterea secetei și inundațiilor, reducerea emisiilor de carbon și retenția gazelor cu efect de seră.

Alte priorități pentru dezvoltarea silviculturii, formulate de participanții la exercițiile de foresight și la dezbaterile regionale, sunt prezentate în tabelul 7.

Tab. 7. Ate priorități pentru dezvoltarea silviculturii, ca sursă majoră de bioresurse pentru bioeconomia României

Priorități	Justificare
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cercetări privind perfecționarea și dezvoltarea procedurilor și elaborarea modelelor de evaluare, prognoză, reglementare a procesului de producție, exploatare și de utilizare a resurselor forestiere.</li> <li>✓ Cercetări ecologice inter- și multidisciplinare pe termen lung privind starea ecosistemelor forestiere și a biodiversității acestora.</li> <li>✓ Optimizarea măsurilor de gospodărire și a tehnologiilor de exploatare elaborate pe baze ecologice pentru obținerea unor produse forestiere durabile provenite din păduri certificate și evaluării potențialului.</li> <li>✓ Soluții optime și tehnologii specifice reconstrucției ecologice a terenurilor forestiere, împăduririi terenurilor degradate inapte pentru agricultură și realizării sistemului național de perdele forestiere de protecție a câmpului și a căilor de comunicație.</li> <li>✓ Cercetări în domeniul silvotehnicii realizate integrat cu cele specifice construcției de drumuri forestiere, amenajării bazinelor hidrografice torențiale și de reconstrucție ecologică.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Extinderea, până în anul 2020, cu cel puțin 60000 ha a suprafeței ocupate cu păduri, în acord cu politicile forestiere ale Uniunii Europene, de creștere anuală a acesteia cu 450000 ha.</li> <li>✓ Silvicultura prin gestionarea durabilă a pădurilor joacă un rol esențial în atenuarea schimbărilor climatice prin creșterea stocurilor forestiere de carbon cu 0.5Gt echivalent CO<sub>2</sub>/an, în solurile forestiere și a acumulării de biomasă lemnoasă.</li> <li>✓ România dispune în prezent de o suprafață considerabilă (peste 250 0000 ha) de păduri cu structura naturală și seminaturală (virgine și cvasivirgine) unice în Europa, considerate adevărate laboratoare de cercetare „în situ”, modele de atins în pădurile gospodărite.</li> <li>✓ Biomasa forestieră și deșeurile lemnoase reprezintă peste 23% din potențialul de biomasă energetică al României.</li> </ul>

În domeniul creșterii animalelor principala prioritate este **P1.14. Dezvoltarea zootehniei și reducerea decalajului dintre potențial și performanță**. Prioritatea implică în primul rând o creștere a eficienței infrastructurii existente. Conform datelor MADR (tabelul 8), industria de procesare pentru produsele animale a fost subutilizată în ultimii ani. Acest lucru este cauzat de cererea fragmentată (doar 22% din producția totală de lapte este procesată de către industrie) și de existența a numeroși producători mici care nu sunt în conformitate cu regulile stricte de igienă ale UE. Din capacitatea totală de procesarea pentru lapte și produse lactate, doar 94 de unități erau conforme cu cerințele UE și sunt autorizate pe piața europeană. Similar cu sectorul de procesare a laptelui, industria cărnii suferă de aceeași ofertă fragmentată și, în plus, de lipsa abatoarelor specializate (de exemplu, abatorizarea ovinelor are loc în aceleași unități ca și porcinele). Cu toate acestea, se constată un progres ușor, în anul 2011 63% din abatorizări au avut loc în unități specializate, comparativ cu doar 33% în 2007. Având în vedere

că activitatea de creștere a porcilor este preponderant o activitate a gospodăriei familiale, doar 47% din producția totală de porcine ajunge în lanțul agroalimentar.

Tab. 8. Capacitatea și gradul de folosire a unităților de procesare pentru produse animale.

<i>Tip de unități de procesare</i>	Nr.	Capacitate totală (t/an)	% folosire în 2015
Lapte și produse lactate *	253	4244040	50
Abatoare pentru vită, porc și pasăre**	183	1538842	43,1
Unități de procesare pentru carne și produse din carne **	731	944327	47,5
Unități de procesare pentru conserve de carne și conserve mixte de carne și legume **	16	63373	25,3

Sursă: MADR

Unul din motivele care reduc gradul de folosire a unităților de procesare pentru produse animale este neutilizarea sub-produselor animale, care implică ca l prioritate derivată **P1.15. Valorificarea superioară a sub-produselor animale (lână, pene, subproduse de abator, etc.)**.

O altă prioritate pentru sectorul de creștere a animalelor este cea de **P1.16. Conservare a biodiversității și eliminarea amenințării cu dispariția a unor rase de animale**. Prezența animalelor într-o diversitate bogată a raselor, varietăților și liniilor este o caracteristică pozitivă pentru mediul rural și pentru agro-turism. În multe din zonele rurale defavorizate creșterea animalelor constituie baza activității economice. Pentru toate aceste motive, se acordă atenție protejării resurselor genetice animale. România are o foarte bogată diversitate de rase – peste 100 de rase de bovine, ovine, caprine, cabaline, porcine, păsări, albine și viermi de mătase. Multe din aceste rase, în prezent, au scăzut ca importanță economică, iar fără programe de intervenție pentru protecția lor, sunt amenințate cu dispariția. Prin Convenția pentru diversitate biologică (1992) România se obligă să inițieze planuri de măsuri pentru salvarea de la dispariție a raselor amenințate cu dispariția. Convenția pentru diversitate biologică este un acord internațional major asupra protecției și utilizării durabile a biodiversității și acoperă toate ecosistemele și speciile de resurse genetice, având trei obiective principale: conservarea biodiversității, promovarea utilizării durabile a biodiversității și promovarea utilizării în comun a beneficiilor care rezultă din utilizarea resurselor genetice într-un mod corect și echitabil. Interesul crescătorilor de animale pentru o rasă care nu este competitivă economic scade și ca urmare efectivul de animale din rasa respectivă se poate reduce treptat, până la dispariția rasei.

O altă prioritate pentru zootehnie este **P1.17. Asigurarea unor condiții superioare standardelor minime obligatorii de bunăstare în sectorul creșterii animalelor**, în special al suinelor și în sectorul avicol. Este o preferință în creștere a consumatorilor pentru carnea proaspătă și produsele din carne de porc și

pasăre, și trebuie transpuse prevederilor legislației UE în domeniul bunăstării și protecției animalelor, inclusiv a animalelor de fermă.

În domeniul apiculturii principala prioritate este **P1.18 Păstrarea rolului de lider European și mondial în apicultură**. În prezent, România se situează printre țările cu o apicultură bine dezvoltată, această situație fiind o consecință a efectivelor însemnate de familii de albine de care dispunem, a cantității de miere obținută, a diversificării producției apicole și a rezultatelor activităților de cercetare științifică și de pregătire a specialiștilor - figura 9.

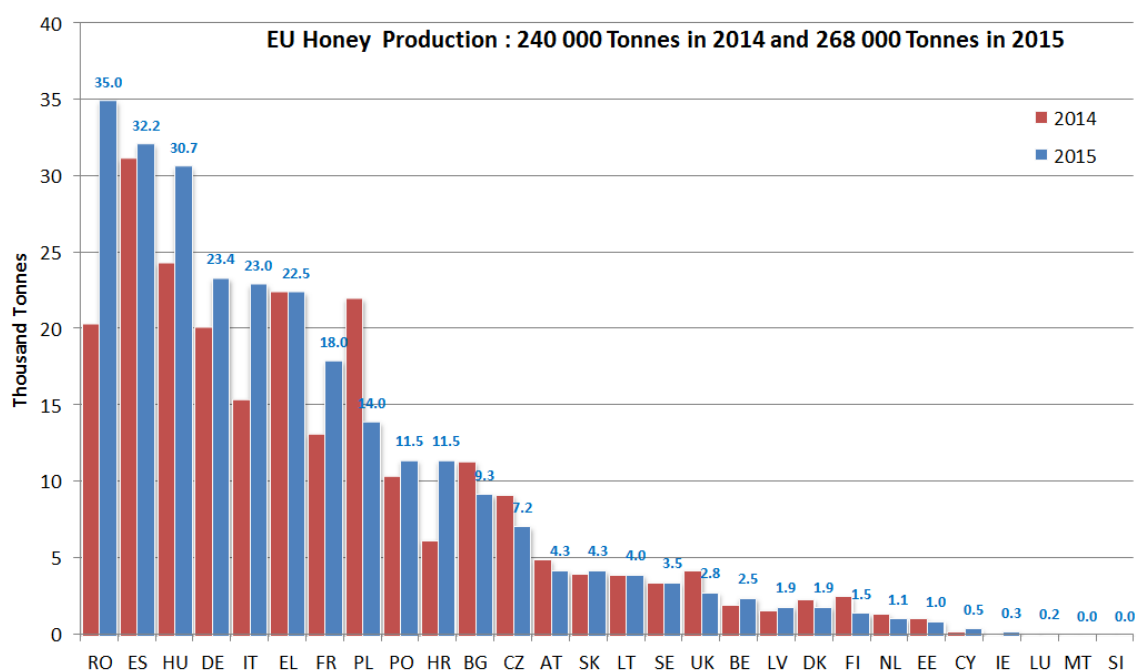


Fig. 9. Producția de miere la nivelul țărilor UE în 2014 și 2015. România este lider în 2015 și printre prime țări producătoare în 2014.

Pentru România, apicultura reprezintă un vector al creșterii economice prin polenizarea plantelor cultivate entomofile, o cale de ameliorare a bunăstării populației din mediul rural ca sursă de venit suplimentar, un senzor al poluării precum, un factor de menținere a biodiversității prin intermediul polenizării florei spontane, un contributor la menținerea sănătății populației prin intermediul produselor cu mare valoare profilactică și terapeutică.

Prioritățile derivate pentru acest sector sunt următoarele:

- ✓ Menținerea bazei de culturi melifera / entomofile și a florei spontane melifiere
- ✓ Îmbunătățirea stării de sănătate a familiilor de albine, combaterea fenomenului de colaps al coloniilor, în special prin tratarea familiilor de albine împotriva varoozei și nosemozei;
- ✓ Dezvoltarea stupinelor existente prin achiziția de familii de albine și mătci (regine);

- ✓ Îmbunătățirea procedeeelor și a metodelor pentru obținerea unei game variate de miere și produse apicole.
- ✓ Identificarea falsurilor și eliminarea acestora de pe piață.

Pentru sectorul de pescuit și acvacultură, prioritatea este **P1.19. Adaptarea la provocările sec. 21 prin utilizarea eco-eficientă a resurselor**. Bazinul Dunării inferioare (care acoperă aproape toată România), Delta Dunării și nord-vestul Mării Negre s-au dezvoltat ca un "ichthyosystem", care a demonstrat istoric un nivel semnificativ de reziliență și adaptare. "Ichthyosystemul" din România a fost semnificativ afectat de activitățile umane, care a redus semnificativ calitatea apei, a diminuat diversitatea habitatelor și biodiversitatea speciilor native de peste, inclusiv prin introducerea de specii alogene de peste, considerate ca fiind mai productive [19]. Sunt necesare noi abordări pentru creșterea sustenabilității și a eficienței sistemelor de producție din pescuit și acvacultură.

O ultimă prioritate definită pentru sectorul producerii de bioresurse din România este **P1.20. Combinarea măsurilor de conservare a biodiversității cu măsuri care să compenseze limitarea activităților economice**. România deține un mediu natural divers, care asigură un nivel ridicat de biodiversitate. Munții Carpați și unul din cele mai importante zone umede din Europa, Delta Dunării, oferă un patrimoniu natural fără egal. Ecosistemele naturale și semi-naturale reprezintă aproape jumătate din teritoriul național. Condițiile de agro-mediu din România, măsurate prin existența siturilor aflate sub management de agro-mediu, sunt deja comparabile cu media din regiune (Figura 10).

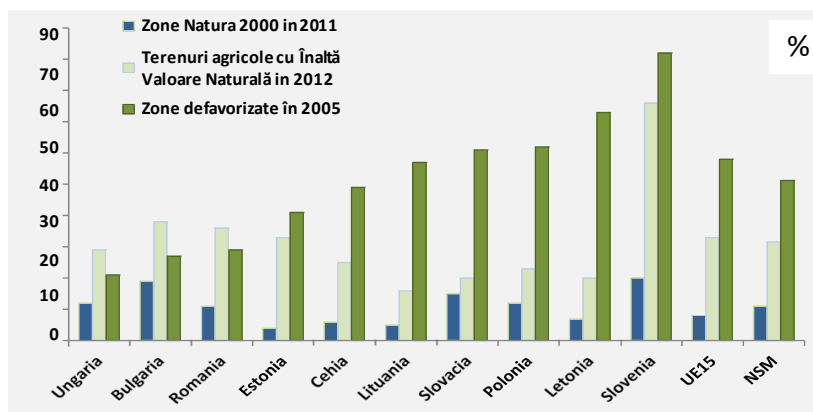


Fig. 10. Ponderea siturilor NATURA 2000, de terenuri cu Înaltă Valoare Naturală și Zone Defavorizate în Suprafața Agricolă Utilizată

Procentul de situri NATURA 2000, expresie a biodiversității, a fost de 11% în 2011, peste nivelurile UE-15 (8%), egalând media NSM. De asemenea, procentul de teren agricol cu Înaltă Valoare Naturală (36%), un alt semn de biodiversitate, s-a situat ușor peste media UE-15 (33%) și NSM (32%) în 2012. Procentul de zone mai puțin favorizate, ZD (29%) s-a situat cu mult sub mediile UE-15 (58%) și NSM (51%), ceea ce înseamnă că majoritatea terenurilor agricole din România sunt favorabile producției. Zonele defavorizate se întâlnesc în special în Munții Carpați și în Delta Dunării, acolo unde

randamentele agricole au fost în mod tradițional mai scăzute decât media națională. Trebuie menționat totuși, că în multe dintre cazuri, zonele se pot suprapune și un anume sit se poate încadra în mai multe categorii.

Dezvoltarea accentuată a zonelor de conservare a biodiversității nu a fost însoțită de planuri care să permită dezvoltarea economică zonei. Mai mult au fost implementate o serie de reguli inflexibile, care limitează suplimentar inițiativa economică. Această situație se regăsește în toate noile state membre UE [33] și determină o reducere a acceptanței zonelor de conservare, un management defectuos, cu o proastă comunicare publică și o governanță ne-transparentă.

## **2. Prioritățile de dezvoltare a sectoarelor procesatoare de bioresurse în România**

România are un sector semnificativ de procesare bioresurse. A fost definită o bază de date cu aproape 9300 de agenți economici din România, care activează în domeniul trans-sectorial al bioeconomiei și care include actori din domeniul prelucrării bioresurselor (industrie alimentară, biomasă biogaz-bioenergie, nutraceutice / cosmetice, biofarmaceutice pe bază de plante medicinale și arome, celuloză și hârtie, textile și pielărie, reciclare deșeurii).

Industria alimentară este printre cele mai mari sectoare manufacturiere din România cu o cifră de afaceri de 9,7 miliarde euro și este cel mai important angajator cu 186 mii salariați. În 2011, cele 8.239 de companii înregistrate care operau în industria alimentară au cumulativ aproximativ 7-8% din exporturile totale ale României. Industria chimică pe bază de bioresurse este în continuă dezvoltare, ca și industria bio-energetică. Industria farmaceutică (inclusiv suplimente nutritive) este de asemenea bine dezvoltată, iar o serie de industrii tradiționale de procesare bioresurse, cum sunt cele de celuloză și hârtie sau textile și pielărie sunt în tranziție datorită schimbărilor structurale.

Abordarea integrată și interconectată a ciclurilor valorice trans-sectoriale din bioeconomie, specifică închiderii secvențiale / în cascadă a fluxurilor laterale oferă posibilitatea implementării la beneficiarii direcți din mediul economic a unor rezultate/ servicii CDI, prin care să se realizeze un efect de pârghie (leverage) dintre un domeniu considerat de raportul ARUP pentru România [34] ca având competente ridicate și nivel tehnologic mediu-avansat (al produselor (bio)chimice) și un domeniu economic considerat ca având competente scăzute și nivel tehnologic redus (al agriculturii și industriei alimentare). Acest efect de pârghie, ilustrat în fig. 11, reprezintă una din modalitățile concrete prin care bioeconomia, prin inovarea adusă de sectorul CDI, poate contribui la **valorificarea superioară** a potențialului agricol ridicat al României, în consonanță cu dezvoltarea într-un **domeniu de specializare inteligentă**.

Key Economic Sectors profiled by Technology and Skills (draft results of ARUP study)				
Competențe ridicate		Rafinare petrol	Produse chimice	Software, calculatoare și telecomunicații
Competențe medii -ridicate	Celuloză și hârtie		Electronică, Instrumente de precizie	
Competențe medii -scăzute			Mașini și echipamente industriale	
Competențe scăzute	Agricultură Industrie alimentară	Metalurgia fieroasă și neferoasă, Plastic și cauciuc	Autovehicule, mijloace de transport	
	Tehnologii de nivel scăzut	Tehnologii medii - reduse	Tehnologii mediu - avansate	Tehnologii avansate

Fig. 11. Ilustrarea modalității prin Bioeconomia contribuie la un efect de pârghie dintre un domeniu considerat de raportul ARUP pentru România ca având competențe ridicate și nivel tehnologic mediu-avansat (al produselor chimice) și domenii economice considerate ca având competențe scăzute și nivel tehnologic redus (al agriculturii și industriei alimentare).

O astfel de abordare valorifică superior potențialul de producere, în directă legătură cu specificul ofertei sectorului CDI și cu competențele și nivelul tehnologic existent în România. O astfel de abordare este în directă legătură cu prioritatea majoră a domeniului, respectiv **P2. Dezvoltarea sustenabilă a sectoarelor de procesare bioresurse.**

O primă prioritate derivată a sectorului de procesare bioresurse este **P2.1. Specializarea inteligentă în domeniile de competență.** Toate strategiile analizate pun accentul pe valorificarea oportunităților oferite de dezvoltarea bioeconomiei prin specializare inteligentă pe domeniile de competență. Chiar definirea la nivelul UE a bioeconomiei ca un domeniu trans-sectorial a ținut seama de: (i) utilizarea pe scară largă de către industria chimică germană a bioresurselor pentru producerea de produse chimice; (ii) rolul de lider al UE în promovarea biocombustibililor de tip bio-diesel și bio-kerosen; (iii) reticența blocul central-european (Germania-Austria) la unele domenii ale biotehnologiilor, cum ar fi cel al organismelor modificate genetic; (iv) dezvoltarea sectorului agro-alimentar în țări ca Franța, Olanda, Italia, Spania, Polonia; (v) un sector silvic și o industrie a celulozei și hârtiei extrem de dezvoltate în țările nordice, și în special Suedia; (vi) rolului de lider al UE pe plan mondial în ceea ce privește producerea de enzime (inclusiv din microorganisme modificate genetic), sau de biostimulanți pentru plante. În cadrul strategiilor regionale referitoare la bioeconomie analizate este un



puternic accent pe promovarea inovării prin aducerea împreună a tuturor factorilor interesați pentru dezvoltarea unor programe de cercetare, rețele de inovare și formarea unor clustere (industriale și de cercetare-inovare). Literatura de specialitate demonstrează prin analiza unor situații concrete că dimensiunea regională este crucială pentru a dezvolta inovarea.

În cadrul strategiilor elaborate de țări precum Finlanda, Germania, Japonia, Olanda, Norvegia strategiile de specializare inteligentă în domeniile de competență sunt strategii de tipul “*top-down*”, în care o viziune guvernamentală care a întrunit un consens relative fundamentează strategiile, planurile de acțiune și politicile de implementare care au ca scop stimularea dezvoltării bioeconomiei în direcția dorită.

În alte țări, precum Belgia, Franța sau Canada, strategiile urmăresc să stimuleze inițiativele existente de la nivelul sectorului privat și al entităților de cercetare publice („*bottom-up*”). Instrumentele de implementare sunt la nivelul entităților industriale și/sau regionale, guvernele limitându-se la crearea unui cadru favorabil prin finanțarea inițială a clusterelor și/sau prin acordarea de subsidii. De exemplu, în Belgia, Guvernul Flamand a dezvoltat o strategie care are ca scop acordarea de stimulente actorilor prezenți și viitori din bioeconomie care-și găsesc oportunități de dezvoltare în domeniul bioeconomic [35]. Viziunea este total diferită de cea a olandezilor (care vorbesc aceeași limbă cu flamanzii) și explică și la acest nivel motivele care stau la baza evoluției divergente a olandezilor și flamanzilor. Strategiile regionale în special pun accentul pe specializarea inteligentă în domeniile de competență. De exemplu, în Rhenania de Nord-Westfalia este foarte dezvoltată industria chimică, cea farmaceutică și biotehnologiile; abordarea lor strategică este axată pe dezvoltarea inițiativelor bio în aceste domenii [36]. Exemple sunt BioAmber și Genomatica Lanxess care produc plastifianți și, respectiv 1,4 Butanediol (BDO) din bioresurse. Olanda de Sud o regiune în care horticultura este puternic dezvoltată alături de industria chimică. Accentul se pune pe dezvoltarea utilizărilor diferitelor subproduse rezultate din plantele horticole, precum și pentru dezvoltarea de aplicații pentru fabricarea produse bio-chimice. Diferențele care există între diferitele regiuni reprezintă o oportunitate importantă pentru dezvoltarea colaborării inter-regionale. În cadrul Olandei de exemplu, Olanda de Sud și Zeelanda sunt partenere în dezvoltarea clusterului Bio-Delta, împreună cu provincia de Brabant-Nord [35]. Fiecare dintre aceste regiuni au un număr semnificativ de clustere puternice, centrate pe industria chimică și pe activitățile agricole, precum și o mare concentrare de centre de cercetare. Clusterul Bio-Delta aduce aceste sectoare diferite, împreună cu diferitele autorități locale, pentru a coordona proiecte și a finanța transferul de cunoștințe. Deși multe dintre regiunile constituente UE au diferite priorități în ceea ce privește anumite domenii de cercetare, o temă-cheie

care se regăsește în toate strategiile analizate este concentrarea pe biotehnologiile în vederea identificării de soluții pentru dezvoltarea bioeconomiei. Agendele de cercetare sunt dominate de biotehnologiile industriale și de tehnologiile de conversie bio-chimică / chimia verde. Accentul este pus pe extinderea proceselor de bio-rafinare și explorarea unor noi moduri de folosire a materiilor prime biologice și a bio-produselor [37].

O altă prioritate majoră a sectoarelor de procesare bioresurse este **P2.2. Dezvoltarea bioeconomiei ca o parte a economiei circulare**. Bioeconomia, ca domeniu economic trans-sectorial, care înglobează toate ramurile economice care produc și utilizează bioresurse, se caracterizează, atât la nivelul UE, dar mai ales al țării noastre, prin lanțuri valorice care nu sunt circulare. Comunicarea Comisiei COM (2014) 398 Spre o economie circulară: un program „deșeuri zero” pentru Europa”, subliniază necesitatea unei închideri a lanțurilor valorice din (bio)economie. O serie întreagă de sub(co)produse ale lanțurilor valorice din bioeconomia nu sunt utilizate și se transformă în deșeuri. Strategia UE consideră bioeconomia ca o modalitate de a închide lanțurile valorice specifice economiei bazate pe bioresurse – fig. 12.

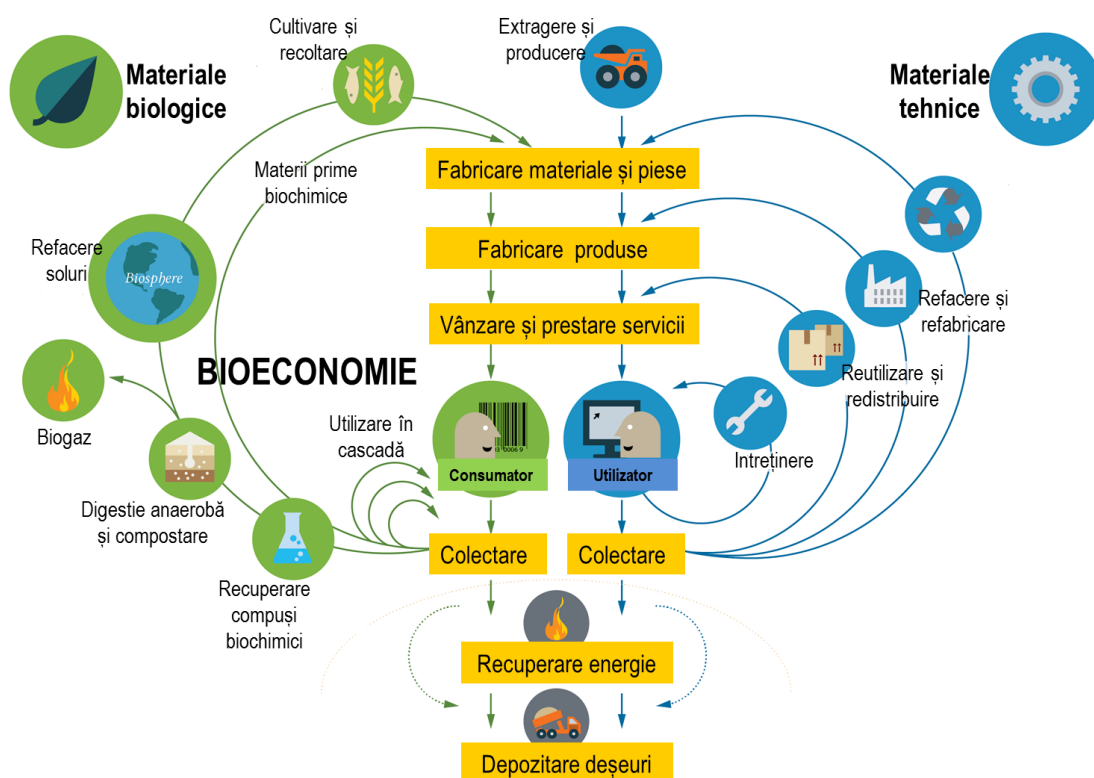


Fig. 12. Bioeconomia ca o parte a economiei circulare. Modificare a diagramei economiei circulare, realizate de Ellen MacArthur Foundation. Diagrama diferențiază clar între cele două cicluri diferite ale materialelor, în funcție de origine, materialele bazate pe bioresurse (verzi) și sfera materialele tehnice, bazate în special pe resurse minerale. Bioeconomia trans-sectorială realizează o închidere biomimetică a ciclurilor valorice specifice, prin recuperarea nutrienților și reutilizarea în producția agricolă.

Pe plan european COM(2015) 614 final, adoptată în decembrie 2015, a stabilit un plan de acțiune al UE pentru economia circulară, care include măsuri pentru facilitarea dezvoltării ciclurilor valorice trans-sectoriala specifice bioeconomiei. Modelul linear de economie nu mai satisface cerințele actuale, datorită utilizării ne-eficiente a resurselor. Pentru a asigura o creștere economică durabilă în UE, trebuie ca resursele să fie utilizate într-un mod mai inteligent și mai durabil. În comunicatul de presă aferent adoptării noului document programatic, Memo-15-6204, se precizează „Nu ne putem clădi viitorul pe modelul „luăm-producem-aruncăm”. Multe resurse naturale sunt limitate, prin urmare trebuie să găsim o modalitate de a le utiliza care să fie durabilă din punct de vedere ecologic și economic. Este, de asemenea, în interesul economic al întreprinderilor să își utilizeze la maximum resursele”.

Ca principiu de bază, într-o economie circulară este valoarea produselor și a materialelor. Sub-produsele / co-produsele diferitelor procese nu devin deșeuri, ci materii prime valoroase pentru alți utilizatori. Producerea de deșeuri și utilizarea resurselor sunt reduse la minimum. Resursele nu părăsesc fluxul economic odată ajunse la sfârșitul duratei lor de viață, ci sunt reutilizate și creează valoare în continuare. În argumentarea acestui document programatic s-a susținut faptul că un astfel de model economic circular va genera locuri de muncă sigure în Europa, va promova inovațiile care oferă un avantaj competitiv și va asigura un nivel de protecție a sănătății oamenilor și a mediului, cu care Europa să se poată mândri. De asemenea, economia circulară le va oferi consumatorilor produse cu un grad mai ridicat de sustenabilitate (mai durabile) și mai inovatoare care vor determina economisirea resurselor financiare și o calitate mai bună a vieții.

Tranziția către o economie circulară, în care cadrul căreia valoarea produselor, a materialelor și a resurselor este menținută în economie pe o perioadă cât mai lungă, iar generarea de deșeuri este redusă la minimum, reprezintă o contribuție esențială la eforturile UE de dezvoltare a unei economii durabile, cu emisii scăzute de dioxid de carbon, eficientă din punctul de vedere al utilizării resurselor și competitivă. O astfel de tranziție constituie oportunitatea de a transforma economia Uniunii Europene și de a genera avantaje competitive noi și durabile pentru Europa în competiția mondială din ce în ce mai acerbă. Cu referire directă la bioeconomie (biomasă și bioproduse) COM(2015) 614 final menționează faptul că la nivelul UE „Comisia va promova o utilizare eficientă a bioresurselor printr-o serie de măsuri, inclusiv prin furnizarea de orientări și diseminarea celor mai bune practici privind utilizarea în cascadă a biomasei și sprijinirea inovării în domeniul bioeconomiei”. În cele ce urmează se vor detalia aceste bune practici, cu referire și la agenda strategică a două Parteneriate Instituționale realizate de Comisie cu entități care reprezintă industria din Uniunea Europeană: Întreprinderea Comună pentru Bio-Industria (JU-BBI), definită prin Regulamentul nr. 560/2014 și Industria

de Proces sustenabile (SPIRE), pentru care a fost încheiat un aranjament contractual de stabilire a Parteneriatului Public-Privat.

În directă legătură cu această prioritate este **P2.3. Procesarea în cascadă a bioresurselor**. Agenda Strategică de Cercetare și Inovare (SIRA) a Consorțiului pentru bio-industrii și a Comisiei UE, JU BBI menționează necesitatea dezvoltării unor lanțuri valorice care să includă procedee în cascadă, pentru valorificarea biomasei și a fluxurilor laterale din agro-industrii / bio-economie – fig. 13.

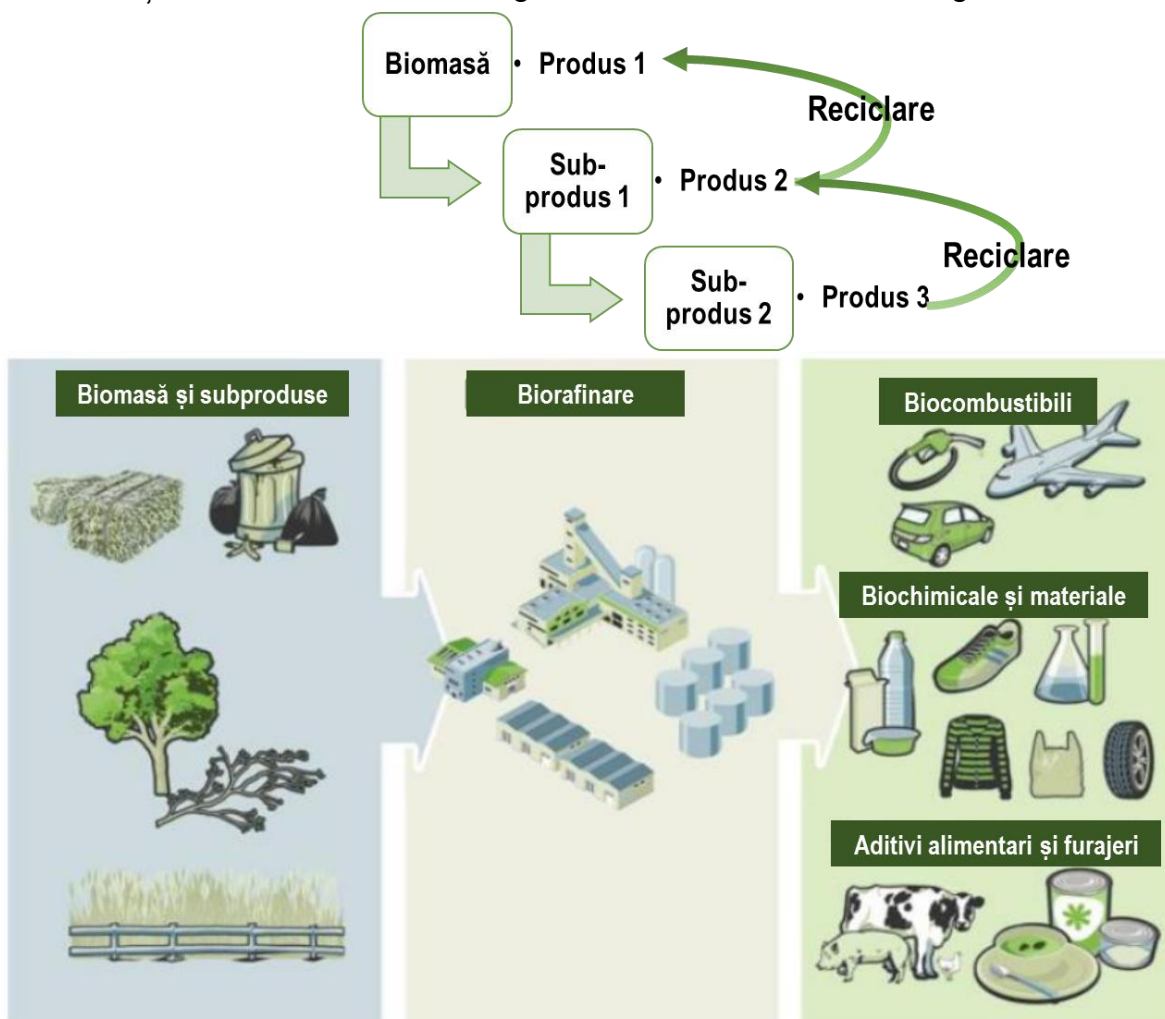


Fig. 13 Procesarea în cascadă a biomasei pentru închiderea lanțurilor valorice. Subprodusul unei etape devine produs pentru o altă etapă. Biomasa și subprodusele rezultate în diferitele etape sunt transformate, prin etape specifice de biorafinare, în aditivi alimentari și furajeri, produse (bio)chimice și materiale, biocombustibili. După ilustrarea agendei strategice de cercetare și inovare SIRA, JU BBI.

Procesarea în cascadă este exemplificată prin „simbioza industrială”. O astfel de procesare implică valorificarea produselor secundare (sub-produselor, co-produselor), rezultate dintr-un ciclu de producție ca resurse în cadrul unui alt proces de producție. Practic este vorba de un mod nou de abordare a activității economice, în care preocupările pentru mediu sunt transformate în oportunități de profit și beneficii, prin stabilirea de parteneriate de tip simbiotic între companii din

diverse industrii, prin care produsele secundare rezultate din activitatea unei entități devin resurse pentru o altă activitate economică, reducându-se astfel consumul de materii prime, cantitatea de deșeuri generată și impactul asociat asupra mediului. Se creează astfel un organism economic nou, cu eficiență crescută în utilizarea materiei și energiei. Extinderea acestor simbioze industriale determină formarea unui eco-sistem bioeconomic, cu o eco-eficiență ridicată.

Inițiativa Comună pentru Bioindustrii (JU BBI) se referă la activitatea de cercetare-dezvoltare în domeniul bio-produselor. JU BBI este o inițiativă europeană, complementară programului Orizont 2020, care se derulează în perioada 2015-2020 și are ca scop revitalizarea zonelor rurale și reindustrializarea în vederea asigurării creșterii competitivității europene și a dezvoltării durabile. Programul JU BBI se referă la lanțuri valorice de produse, care au un evident caracter trans-sectorial. Viziunea consorțiului BBI este cea a unei Europe competitive, inovatoare și durabile care să susțină tranziția către o societate post-petrol producând o decuplare între creșterea economică și epuizarea resurselor de combustibili fosili pe fondul reducerii impactului industriilor europene asupra mediului, în sensul reconcilierii activităților de exploatare și conservare a mediului. În această viziune, bio-industiile vor optimiza utilizarea terenurilor și vor crește securitatea alimentară europeană prin exploatarea durabilă a resurselor naturale precum și prin utilizarea mult mai eficientă de energie solară fixate în ciclurile de sinteză biologică specifică. În fapt se urmărește o utilizare cât mai eficientă a bioenergiei existente, inclusiv cea existentă în bio-resursele non-alimentare și/sau sub-produsele de natură organică prin producerea a o serie de produse (bio)transformate: aditivi și/sau componente pentru alimente și furaje, noi materiale, inclusiv nano-material, produse chimice rezultate prin bio-rafinare și /sau bio-polimerizare, combustibili din generații avansate, energie.

În direct legătură cu procesarea în cascadă este **P2.4. Optimizarea valorificării biomasei în timpul procesării în cascadă**. Principiul optimizării valorificării, denumit și principiul piramidei valorice a biomasei, favorizează utilizările cu valoare adăugată mare, în defavoarea utilizării biomasei pentru producerea de biocombustibili sau bioenergie - fig. 5. Aplicarea acestui principiu ar însemna de exemplu recuperarea resveratrolului, un compus antioxidant cu efecte benefice, din boască de struguri, urmată de extragerea pectinei (aditiv alimentar) și ulterior de conversia lingocelulozei în produse chimice. În prezent boasca de struguri este procesată prin compostare sau prin utilizare ca biocombustibil de focar.

Deși acest principiu al prioritizării valorificării biomasei (piramida valorii biomasei – Figura 14 este recunoscut de majoritatea strategiilor ca fiind un principiu de bază, aplicarea lui în practică este limitată. În unele strategii regionale, cum este strategia regiunilor Drenthe și Olanda de Sud (din cadrul Regatului

Țărilor de Jos) se precizează în mod explicit, că acest principiu, generos din punct de vedere ecologic și care teoretic ar trebui să asigure o profitabilitate ridicată, va fi dificil de implementat, mai ales atunci când utilizările energiei pentru biomasă sunt avansate din punct de vedere tehnologic și au o cerere mare de piață [38].

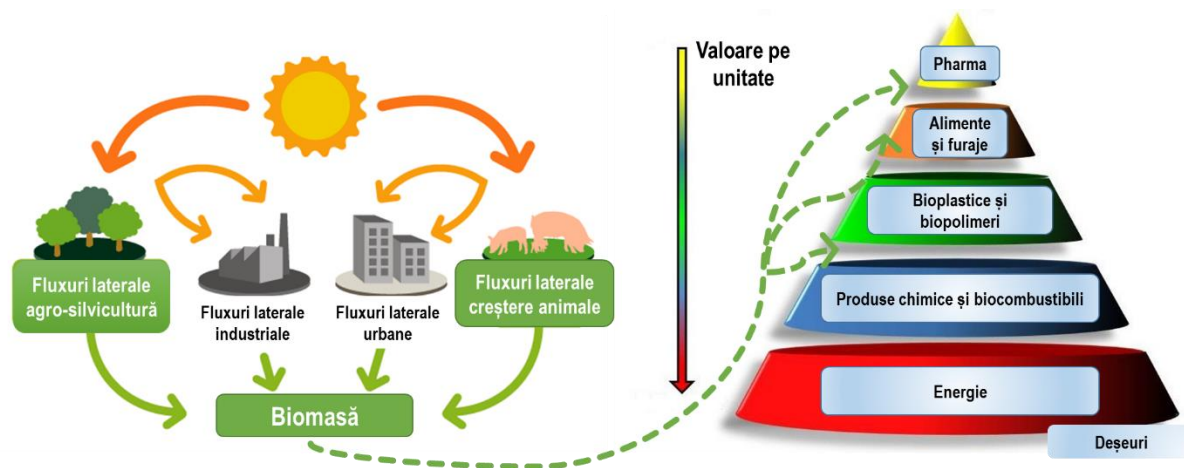


Fig. 14. Principiul optimizării valorificării biomasei, prin care sunt prioritizate utilizările biomasei pentru o valoare de utilizare mare, ca de ex. ingrediente pentru produse farmaceutice, alimente și furaje, în detrimentul utilizărilor pentru biocombustibili și energie.

În pofida studiile care arată că o astfel de piramidă valorică a utilizării biomasei are beneficii atât în ceea ce privește ocuparea forței de muncă, cât și în ceea ce privește rentabilitatea și eco-eficiența, cadrul politicilor de implementare existent la nivelul UE nu favorizează o astfel de abordare. Politicile de utilizarea a biomasei încurajează în continuare utilizarea biomasei pentru obținerea de biocombustibili, deși efectele secundare ale producerii de biocombustibili au devenit evidente. La nivelul UE sunt mult mai puține politici care încurajează producerea de materiale plastice biodegradabile, decât cele care susțin producerea de biocombustibili<sup>14</sup>.

O analiză a valoarea EROI a biocombustibililor (EROEI = How much Energy is Returned on Energy Invested = Câtă energie obții din energia investită?) demonstrează ineficiența biocombustibililor de primă generație.

Pentru a extrage un baril de petrol, al prelucra și al transporta acolo unde este nevoie de el se folosește între a șazecea parte și a zecea parte din energia acelu baril. Cu alte cuvinte ca să extragi, să prelucra și să transporti 10 barili de petrol consumi între 0,17 și 1 baril de petrol. Estimările precaute ale EROI pentru energia cu care funcționează economia noastră actuală sunt mult peste 10:1 (cu o mare parte a economiei funcționând în jurul lui 30:1).

La determinarea EROI cad cele mai multe alternative energetice după o simplă examinare. Hidrogenul comercial e un bun exemplu despre cum să consumi mai multă energie decât produci. Sursa cea mai comună pentru hidrogen

este gazul natural. Gazul natural este tratat cu abur. Aburul este obținut prin fierberea apei folosind și mai mult gaz natural, petrol, cărbune. Prin ardere producătoare de bioxid de carbon cu efect de seră! Bunul simț spune că hidrogenul comercial produs din gaze naturale nu este o soluție de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră.

Biocombustibilii au un EROEI mic (cu excepția biodieselului din alge – a se vedea și tab.9). Dacă se ia în calcul și eficiența motoarelor (TTW – tank to wheel) atunci eficiența energetică a biodieselului din uleiuri alimentare uzate și mai ales a celui alge se apropie de cea a benzinei.

Tab.9. Valorile EROEI pentru biocombustibili.

Combustibil	WTT	TTW	WTW
Benzina	10	0.3	3.0
Biodiesel din rapiță	3.2	0.45	1.44
Biodiesel din uleiuri alimentare uzate	5	0.45	2.25
Biodiesel din alge	>5	0.45	>2.25
Bioetanol din amidon de porumb	1.34	0.3	0.402
Bioetanol celuloza	2.2	0.3	0.66
Hidrogen din gaz natural	0.528	0.405	0.214

WTW – eficiența producerii și distribuiri; TTW – eficiența motorului cu ardere internă; WTW; eficiența de producere, distribuire și utilizare.

Ca urmare a acestei ineficiențe dovedite a biocombustibililor de primă generație, Uniunea Europeană a adoptat în 2015 o directivă (directiva iLUC) prin care se susține producerea biocombustibililor din deșeuri și a biocombustibililor avansați (P8\_TA-PROV(2015)0100 Fuel quality directive and renewable energy directive). Oricum, cadrul de politici de implementare este destul de nefavorabil stimulii producerii materialelor plasticelor biodegradabile, fiind în continuare mai favorabil producerii de biocombustibili. O direcție în care s-au realizat politici care să susțină principiile enunțate în cadrul strategiei pentru bioeconomie este cea referitoare la recuperarea nutrienților pentru plante, a energiei reziduale și a apei din biomasa recalcitrantă / reziduală.

O altă prioritate este în directă legătură cu cele de mai sus este **P2.6. Valorificarea subproduselor industriei alimentare**. Sunt cunoscute pe plan internațional procedee de recuperare a compușilor bioactivi din: tescovină de struguri [39,40], tescovină de fructe [41], borhot de bere [42,43], drojdie de la producerea berii [44,45], vinasă [46], zer [47]. Fluxurile laterale s-au utilizat și ca sursă de: biopolimeri pentru acoperiri [48] și compuși-platformă derivați din

lignoceluloză [49], sau pentru producerea de enzime hidrolitice [50]. În tabelul 10 sunt prezentate subprodusele din diferitele ramuri ale industriei alimentare

Tab. 10. Ponderea subproduselor rezultate în cadrul diferitelor ramuri ale industriei alimentare. Adaptat după Oreopoulou și Russ [51], pentru situația industriei alimentare din România

Ramura industriei alimentare	Subproduse	Indicele subproduselor
Morărit și panificație (inclusiv paste făinoase)	Refuzuri de ovăz cu tărâțe și pleavă	0,39
	Pleavă de orez	0,11 - 0,18
	Tărâțe de cereale	0,11 - 0,18
	Dunsturi	0,06 - 0,11
	Refuzuri de la separatorul de boabe	0,01 – 0,04
	Paie și pleavă	<0,01
	Coji de ouă (paste făinoase)	0,02 – 0,08
	Resturi de aluat	< 0,01
Prelucrarea cartofilor	Coji de cartofi	0,3 - 0,5
Zahăr din sfeclă	Borhot (tăiței de sfeclă extrași)	0,517
	Frunze și colete de sfeclă	0,191
	Nămol de la carbotare	0,427
Produse lactate	Zer	4,0 -11,3
	Reziduuri din brânzeturi	0,01 – 0,04
	Reziduuri de lapte	0,04
Conserve și sucuri de legume și fructe	Marc / tescovină	0,142 – 0,153
	Tulpini și resturi de frunze	0,32 – 0,44
Industria berii	Borhot (boabe extrase)	0,192
	Spărturi de boabe	0,024
	Drojdie de bere	0,024
Vinificație	Tescovină / boștină	0,136 – 0,145
	Sediment de limpezire	0,15 – 0,50
	Drojdie de vin	0,03-0,05
Uleiuri vegetale	Coji de floarea-soarelui	0,22 – 0,28
	Fosfatide	0,01-0,015
Alcool etilic rafinat	Borhot (boabe extrase)	1,19 – 1,23
	Vinasă (fermentare melasă)	9,2 - 10,4

Activitatea din industria alimentară determină apariția subproduselor, într-un procent semnificativ din cantitatea produsului principal, care se poate exprima ca Indicele subproduselor (ISP), definit ca fiind raportul dintre masa deșeurilor acumulate raportată la masa produsului comercializabil – tabel 10.

Valorificarea acestor subproduse înseamnă închiderea ciclurilor din industria alimentară. Această industrie, cu ponderea cea mai ridicată în PIB-ul României, se caracterizează prin lanțuri valorice care nu sunt circulare. Fluxurile laterale sunt generate într-o proporție ridicată. O astfel de caracteristică nu este specifică numai



României, fiind o problemă de sistem la nivel mondial. Sistemul CDI din bioeconomia trans-sectorială poate ajuta în tranziția către o societate cu deșeuri reduse prin prevenirea transformării sub-produselor în deșeuri și valorificarea superioară a respectivelor sub-produse. În timp ce dezvoltarea unei societăți cu deșeuri zero necesită luarea în considerare a unor factori importanți, în afară de procesare, dezvoltarea durabilă și inovativă a proceselor industriale poate ajuta oferind o platformă în atingerea acestui obiectiv. Până în 2025 trebuie să se elimine depozitarea tuturor deșeurilor reciclabile. Statele membre ar trebui să depună eforturi pentru a elimina practic depozitarea deșeurilor până în 2030.

Pentru industria procesatoare de bioresurse care produce suplimente nutritive și nutraceutice, industrie reprezentativă la nivelul României, principala prioritate este **P2.7. Dovedirea eficacității produselor și/sau a amestecurilor realizate**, pentru a crește competitivitatea produselor pe piața internațională, care reprezintă, așa cum reiese și din datele prezentate în fig. 15, principalul motor de creștere, având în vedere consumurile mult mai mari în pe plan mondial comparativ cu România.

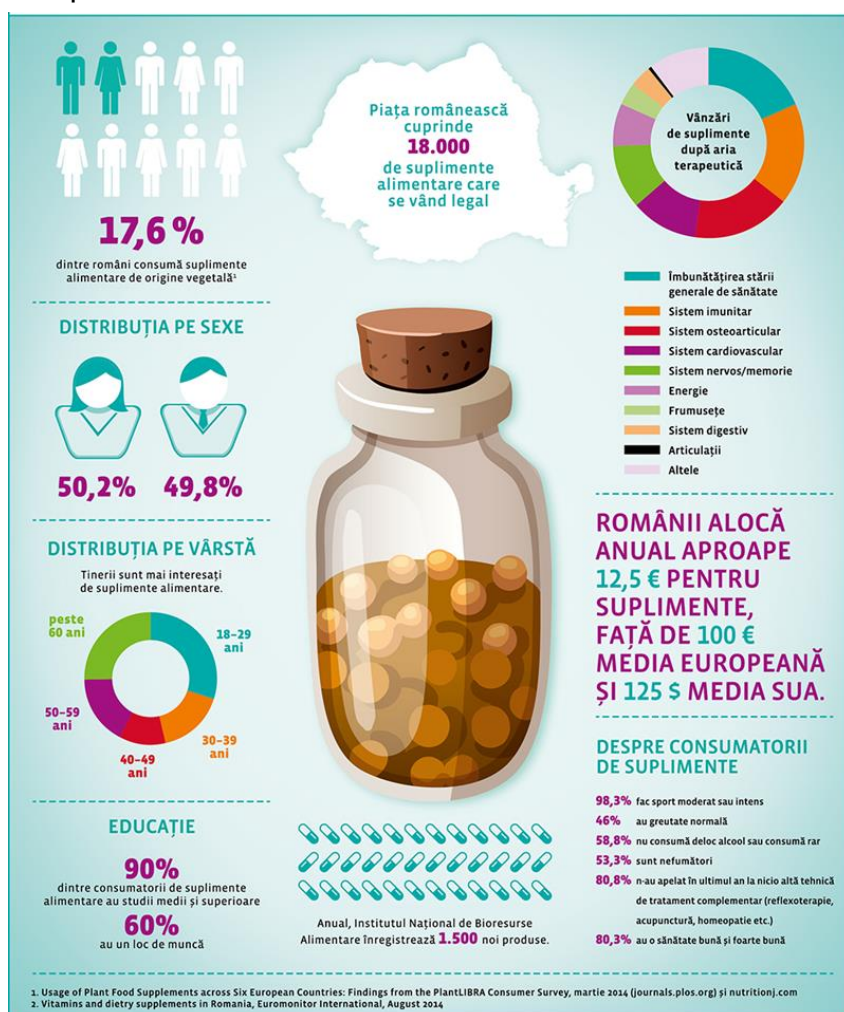


Fig. 15. Piața românească de suplimente nutritive comparativ cu cea internațională

O altă prioritate pentru industria de procesare a bioresurselor este **P2.8. Dezvoltarea biorafinărilor de mici dimensiuni, cu recuperarea nutrienților**. Mediul

economic din România este mai pregătit pentru o astfel de abordare. În natură circulația există un circuit al diferitelor elemente, prin procesele biogeochimice. Procesele biogeochimice însumează căile de circulație ale elementelor biogene în natură, prin care trec de la formă anorganică la formă organică, respectiv la diferite combinații mai mult sau mai puțin complexe, pentru ca să revină apoi la forma anorganică din compartimentul abiotic al respectivului ecosistem. Circulația biogeochimică este dirijată (direct sau mediat) de energia radiantă solară, care este absorbită de organismele fototrofe (plante verzi, alge, cianobacterii, bacterii fotosintetizante). Datorită capacității de a converti energia luminoasă în energie chimică aceste organisme fototrofe sintetizează substanțe organice pornind numai de la CO<sub>2</sub> atmosferic, apă și substanțe minerale. Dintre elementele componente ale acestor substanțe minerale unele au rol biologic primordial (C, N, O, H, S, P, Na, K), în timp ce altele sunt necesare numai în cantități mici (oligoelemente: Fe, Ca, Mg, Zn) sau foarte mici (microelemente: B, Mo, Se). Agenda strategică de cercetare și inovare (SIRA) a Consorțiului pentru Bio-industrii, include o închidere trans-sectorială a circuitului valoric al biomasei, cu recuperarea energiei reziduale, apei, nutrienților pentru plante și a carbonului fixat – ilustrat în fig. 16.

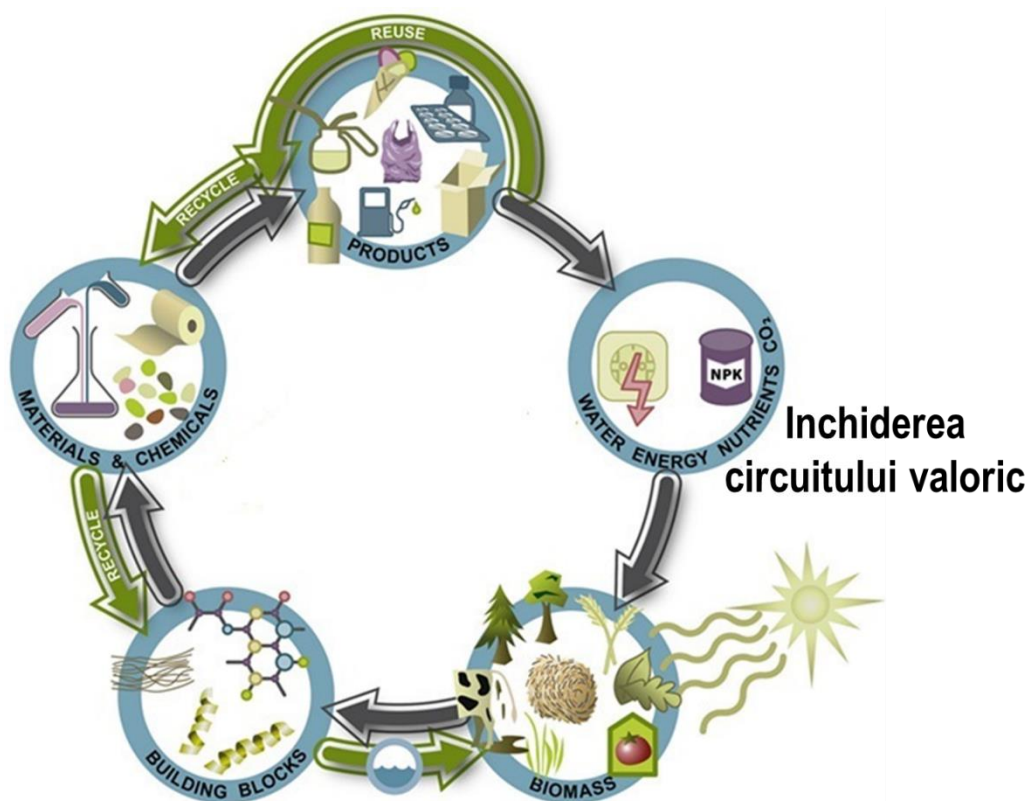


Fig. 16. Închiderea biomimetică a circuitului valoric în bioeconomie, cu recuperarea nutrienților, apei și energiei reziduale din biomasa reziduală / recalcitrantă. Adaptat după ilustrarea Agendei Strategice de Cercetare și Inovare (SIRA) JU BBI.

**Închiderea circuitului valoric în bioeconomie**, cu recuperarea nutrienților, apei și energiei reziduale, este **biomimetică**. În natură, de la plante substanțele organice sintetizate prin fotosinteză sunt preluate sub formă de hrană de către animale și om, iar după moartea acestora se reîntorc în sol și în ape sub formă organică, neutilizabilă ca atare de către plante. Această materie organică este mineralizată sub acțiunea organismelor descompunătoare din sol sau din ape, respectiv de microorganisme (bacterii, ciuperci), de mezofaună (zooplancton din ape, nematozi din sol) și de macrofaună (organisme detritivore cum sunt rămele din sol sau crustaceele detritivore de pe fundul apelor).

Aceste transformări ciclice ale elementelor biogene implică circulația în diferitele medii (atmosfera, hidrosfera, litosfera și pedosfera), în cadrul a numeroase etape intermediare de transformare și a unor reacții fizico-chimice (solubilizări, precipitații, volatilizări), (bio)chimice (oxidări, reduceri, hidrolize) și complex biologice (catabolism / degradare, conversie / anabolism).

Translocările spațiale între diferitele medii sunt repetate și se desfășoară în conformitate cu cele două legi fundamentale ale termodinamicii, legea conservării masei și energiei ("în natură nimic nu se pierde, nimic nu se câștigă, totul se transformă") și legea entropiei ("randamentul transformărilor este subunitar, astfel încât starea de entropie a sistemelor crește permanent").

Datorită implicării organismelor vii în aceste cicluri biogeochimice (adică a unor sisteme heterogene, deschise, disipative și departe de echilibru termodinamic) producerea de entropie este cuplată cu producerea de neg-entropie (entropie negativă). Această cuplare a proceselor producătoare de entropie (procesul culant) cu cele în care entropia (gradul de dezorganizare) scade este posibilă datorită faptului că organismele primesc în mod continuu energie liberă (utilizabilă) din exterior sub formă de energie radiantă (organismele fotosintetice) sau stocată în nutrienți (entalpie liberă)

Pentru că sunt determinate de metabolismul organismelor vii aceste circuite biogeochimice sunt asociate nu numai cu o circulație a entalpiei libere (ca potențial chimic al compușilor implicați), ci și cu circulația apei, într-un circuit global al materiei în natură. Variația de potențial chimic a compușilor implicați în circulația elementelor biogene se realizează pe două căi: (i) variația stării de oxida-reducere a elementelor și /sau (ii) înmagazinare în legături macroergice (cum sunt cele fosfat din ATP).

În cazurile în care entalpia liberă este stocată ca potențial al legăturilor macroergice transformările ciclice ale unui element sunt relativ simple din punct de vedere chimic, fiind limitate la simpla alternanță anorganic  $\leftarrow$ organic. În acest sens este caracteristic ciclul fosforului, care este preluat de organismele vii ca fosfat anorganic solubil și încorporat în compuși organici prin esterificarea sau anhidridizarea grupării fosfat. După moartea organismelor fosfatul organic este

reconvertit la formele anorganice. În cursul acestui ciclu atomul de P rămâne un component al grupării fosfat. Circulația lui nu îi modifică starea de oxidare, iar transformările se reduc la trecerile în formele organic – anorganic solubil (mobil în soluția solului) – anorganic insolubil (imobilizat). Situația este diferită în cazul altor elemente (C, N, O, S etc.) la care conversia anorganic-organic este însoțită de modificări în starea lor de oxidare. În cazul carbonului modificarea stării de oxidare constituie baza furnizării de energie. Sursa de energie a tuturor organismelor vii (cu excepția celor abisale, la care intervine și chemoautotrofia) este fotosinteza. În cadrul procesului de fotosinteză carbonul își modifică starea de oxidare de la +4 la 0. Procesul de reducere fotosintetică a bioxidului de carbon își are perechea oxidativă similară în procesul de oxidare din timpul respirației, fotosinteza și respirația fiind practic cele două procese biologice fundamentale care furnizează energia necesară circuitelor biogeochimice.

O altă prioritate este **P2.9. Valorificarea biomasei reziduale**. Una din principalele modalități de valorificare a biomasei reziduale, cu recuperarea apei și a energiei reziduale este producerea de gaz combustibil, biogaz (prin digestie anaerobă) sau singas (prin procesare termochimică). Producerea de biogaz prin digestie anaerobă este larg utilizată în Uniunea Europeană. Germania are peste 9000 de instalații de biogaz funcționale. În România, în pofida unor rezultate semnificative CD, inclusiv variante proprii de instalații ieftine, și a unui potențial ridicat de biomasă, sunt instalații conform ultimului raport ANRE 106,5 MW, care au produs sub 1% (0,72%) din energia electrică consumată în 2015. Practic România se află pe ultimul loc în rândul țărilor din Uniunea Europeană, cu 8 instalații, sub 1 la mie din Germania și în urma Estoniei, care are o populație cu mult mai mică și o climă mult mai nefavorabilă.

Digestia anaerobă este o soluție ieftină și „prietenosă” cu mediul pentru valorificarea biomasei reziduale, inclusiv a celei contaminate cu toxine biologice (de exemplu lapte contaminat cu aflatoxină M1). În afara de biogaz, din instalațiile de digestie anaerobă rezultă și un digestat, o suspensie lichidă cu maximum 20% substanță uscată. Din digestat se separă prin centrifugare un digestat solid, folosit direct ca biofertilizant sau pentru producerea de energie termică prin ardere, și un digestat lichid, cu conținut ridicat de azot și/sau de fosfor. Digestia anaerobă reprezintă astăzi o tehnologie standard pentru stabilizarea nămolurilor de epurare primare și secundare, de tratare a deșeurilor industriale organice din industriile de prelucrare a alimentelor și de produse fermentate, precum și pentru tratarea fracțiunii organice a deșeurilor municipale solide.

O altă modalitate de valorificare a biomasei reziduale, cu recuperarea apei și a energiei reziduale este producerea de biocărbune, prin piroliză uscată sau umedă. Bio-cărbunele rezultat este o formă durabilă de stocare a carbonului în sol, care are și avantajul de a crește fertilitatea solurilor.

O altă modalitate de valorificare a biomasei reziduale este cea de peletizare și de ardere. Cenușa rezultată este utilizabilă pentru fertilizarea solurilor. Au fost propuse deja o serie de reglementări la nivelul Uniunii Europene prin care să se reglementeze utilizarea la nivelul pieței comune a digestatului solid, bio-cărbunelui și cenușii obținute prin arderea biomasei recalcitrante - Regulamentul referitor la fertilizantii EC, COM (2016) 157.

În cazul producerii de biogaz, din instalațiile de digestie anaerobă rezultă și un digestat, o suspensie lichidă cu maximum 20% substanță uscată. Din digestat se separă prin centrifugare un digestat solid, folosit direct ca biofertilizant sau pentru producerea de energie termică prin ardere, și un digestat lichid, cu conținut ridicat de azot și/sau de fosfor. Utilizarea directă a digestatului lichid ca biofertilizant de sol are câteva dezavantaje. Costurile asociate aplicării pe mari suprafețe a unor volume considerabile de digestat lichid sunt ridicate. Aplicarea sezonieră a digestatului lichid, doar în perioadele în care solul nu este acoperit cu vegetație, implică construirea unor mari bazine de stocare. Riscurile de mediu sunt semnificative, datorită ratei ridicate de volatilizare a amoniacului și de spălare a nutrienților, ca și a prezenței contaminanților, în special a elementelor potențial toxice / metalelor grele și a enteropatogenilor. Aplicarea în timpul iernii a digestatului lichid, cea mai lungă perioadă în care circa 80% din terenurile agricole nu sunt acoperite cu vegetație, amplifică riscurile de spălare a nutrienților, transformându-le chiar în riscuri de eroziune primăvara, la topirea zăpezilor. Datorită conținutului ridicat de mangan în digestatul lichid, aplicarea repetată a acestuia determină apariția fenomenelor de fitotoxicitate datorate manganului în exces. Epurarea digestatului lichid cu un conținut ridicat de amoniu implică procedee microbiologice de oxidare anaerobă a amoniacului (Anammox), inclusiv sub forma pilele de biocombustie microbiologice. Acest tip de procedee sunt însă inhibitate de excesul de amoniu sau de substanțe organice. Astfel de conținuturi ridicate de amoniu și de substanțe organice sunt frecvente în digestatele lichide, fiind caracteristice digestoarelor de biogaz utilizate pentru valorificarea energetică a deșeurilor alimentare. De asemenea, prin aplicarea acestor procedee nu se reduce conținutul de fosfor. În plus, ca și în cazul tratamentelor de stripare fără recuperarea amoniacului, acest tip de procedee au dezavantajul de a determina pierderi de nutrienți (pentru plante) cu azot fixat.

Utilizarea digestatului lichid pentru cultura hidroponică a legumelor sau pentru cultivarea mixotrofă a microalgelor valorifică superior nutrienții cu azot și fosfor, fără riscurile de mediu asociate volatilizării amoniacului și spălării nutrienților. Riscul igienico-sanitar crește însă semnificativ în cazul utilizării digestatului lichid în cultura hidroponică a legumelor, pentru că favorizează procesele de dezvoltare, în interiorul recoltei comestibile / fructelor în curs de maturare, a unor enteropatogeni majori, cum este *Escherichia coli* O157:H7 .

Tehnologiile de cultivare mixotrofă a microalgelor pe medii cu digestat lichid, deși promițătoare, nu sunt încă suficient de dezvoltate pentru a putea fi aplicate pe scară largă. Reducerea semnificativă a conținutului de azot și de fosfor din digestatul lichid, cu recuperarea nutrienților pentru plante, se realizează prin precipitare sub formă de struvit, un compus greu solubil în apă la pH neutru / alcalin, format din ioni de magneziu, amoniu și fosfat, cristalizați cu șase molecule de apă. Procedeele de precipitare a azotului amoniacal și a fosforului din digestatul lichid, sub formă de struvit, fosfat dublu de magneziu și amoniu hexahidrat, sunt, din punct de vedere economic, printre cele mai rentabile procedee de tratare a digestatului, și contribuie la reducerea exploatării unei resurse minerale epuizabile, roca fosfatică. Cele prezentate mai sus sunt un exemplu de valorificare în cascadă a biomasei reziduale, cu recuperarea finală a nutrienților pentru plante. O altă prioritate a sectoarelor de procesare de bioresurse P2.10. Stimularea *cooperării dintre cercetare și mediul de afaceri*. Nevoia de a crea o bază solidă de cunoștințe care sprijină inovarea și care direcționează dezvoltarea bioeconomiei se reflectă în toate strategiile evaluate, naționale, regionale, ale diferitelor ramuri industriale. Toate acestea descriu importanța pe care cercetarea și inovarea o vor avea într-o bioeconomie puternică și includ, într-o mai mică sau mai mare măsură, acțiuni care au ca scop sprijinirea cercetării și încurajarea inovării. **Inovarea nu apare** însă decât la **interfața cercetării cu mediul economic**. Din acest motiv, un aspect cheie regăsit în toate strategiile analizate este includerea unor măsuri destinate stimulării asocierii dintre instituțiile de cercetare și întreprinderile din bio-economie (industrie, agricultură, silvicultură, acvacultură / piscicultură). Un element esențial în realizarea acestei co-operări dintre întreprinderi și entitățile de cercetare este introducerea scării de evaluare a **gradului de maturitate** a unei **tehnologii, TRL (Technology Readiness Level)**. În general acest grad se împarte pe mai multe trepte, fie de la 1 la 9, fie de la 1 la 7, în funcție de domeniul tehnologic. Conceptul a fost dezvoltat la NASA în anii 80, în contextul tehnologiilor aerospațiale, dar a fost generalizat în ultimele decenii în alte domenii, inclusiv în domeniul software. În general, nivelul 1 este cel al științei fundamentale, trece prin niveluri intermediare incluzând proba conceptului (proof of concept), prototipul în laborator, prototipul industrial, industrializarea și controlul calității și în cele din urmă omologarea pentru introducerea pe piață.

În mod evident cercetarea și dezvoltarea pentru atingerea diferitelor nivele TRL corespunde unor tipuri diferite de activități de cercetare, dezvoltare, inovare. Finanțarea publică a acestor activități nu se poate realiza decât în anumite limite, cu o cofinanțare corespunzătoare din partea sectorului privat, pentru a nu afecta buna funcționare a mecanismelor de piață. În tabelul 11 se prezintă asocierea

diferitelor nivele TRL cu tipurile de activități de cercetare-dezvoltare-inovare, necesare pentru trecerea de la un nivel la altul.

Tab. 11. Relațiile dintre diferitele nivele de maturitate tehnologică (TRL) și tipurile de activități de cercetare-dezvoltare-inovare (CDI) necesare pentru atingerea respectivului nivel.

Gradul de maturitate al tehnologiilor (TRL)*	Tipurile de activități de cercetare-dezvoltare-inovare (CDI) necesare**
TRL 1. Principii de bază descoperite și formulate	Cercetare fundamentală
TRL 2. Formularea conceptului tehnologic și a aplicației	Cercetare industrială (aplicativă) Inovare
TRL 3. Demonstrarea funcționalității conceptului, în raport cu funcționalitățile critice ale sistemului, prin studii analitice și experimentale	
TRL 4. Validarea în condiții de laborator a componentelor și/sau ansamblului/sistemului	
TRL 5. Validarea modelului de laborator, la scară redusă sau mărită, după caz, cu reproducerea prin similitudine a condițiilor reale de funcționare	Cercetare industrială (aplicativă), Dezvoltare tehnologică / Demonstrare experimentală Inovare
TRL 6. Validarea prototipului (sistemul la scară reală) într-un mediu relevant (condiții de funcționare similare celor reale).	
TRL 7. Demonstrarea funcționalității prototipului (sistemul la scara reală) în condiții reale/relevante de funcționare	Dezvoltare tehnologică / Demonstrare experimentală, Inovare de produs, Inovare tehnologică, Cercetare pre-competitivă
TRL 8. Sistemul real este complet realizat și certificat prin teste și demonstrații.	Cercetare competitivă
TRL 9. Sistemul real este funcțional în mediul operațional, pe tot domeniul de regimuri anticipate	-

\* conform H2020 – Work Programme 2016-2017, General Annexes – pag. 35/44

<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/what-workprogramme>

\*\* conform Ordonanței nr. 57 din 16 august 2002 privind cercetarea științifică și dezvoltarea tehnologică, actualizată conform modificărilor și completărilor efectuate până în prezent.

În conformitate cu prevederile Regulamentului (UE) nr. 651/2014 al Comisiei din 17 iunie 2014, de declarare a anumitor categorii de ajutoare compatibile cu piața internă în aplicarea articolelor 107 și 108 din tratat, tipurile de activități CDI finanțate în regim de ajutor de stat pentru întreprinderi ar trebui să se încadreze în categoriile cercetare fundamentală, cercetare industrială (aplicativă) și dezvoltare tehnologică / demonstrare experimentală (art.47), și inovarea (de proces și organizațională), conform art. 51. Neînțelegerea întregului cadru care reglementează activitatea CDI și ne-coroborarea diferitelor documente la nivelul actorilor implicați pot genera disfuncționalități. În general Programele de finanțare



pentru rezultate TRL 2-7 (cercetare industrială (aplicativă) și dezvoltare tehnologică / demonstrare experimentală, inovare) au cerințe referitoare la valorificarea potențială a rezultatelor CDI. În forma sa cea mai detaliată, de obicei pentru rezultate de la nivelele TRL 5-6, se solicită planuri de afaceri. Respectiv planuri de afaceri se referă însă la sistemul tehnologic dezvoltat până la TRL 9 ca urmare a eforturilor întreprinderilor interesate și eventual cu sprijinul altor fonduri publice decât cele de cercetare-dezvoltare. Deseori cei care propun proiecte CDI care includ planuri de afaceri fac referire la producția instalațiilor pilot sau la funcționarea prototipurilor.

În directă legătură cu gradul de maturitate al tehnologiilor este conceptul de gradul de maturitate al cererii, DRL (Demand Readiness Level). Gradul de maturitate al cererii într-o anumită piață este un concept dezvoltat de dr. Florin Păun, manager de transfer tehnologic la ONERA, centrul de cercetare aerospațială din Franța. DRL reprezintă componenta de „market pull” (forță conducătoare rezultată dintr-o necesitate a pieței) complementară TRL, înțeles ca „technology push”. Transferul tehnologic reușit necesită ca cele două să se întâlnească „la mijloc” adică trebuie ca suma maturităților să depășească un anumit nivel: ori cererea să fie foarte matură, sau tehnologia să fie foarte matură, sau ca ambele să aibă un nivel mediu de maturitate, suficient pentru a putea comercializa tehnologia.

Acest grad de maturitate al cererii nu este pe deplin conștientizat la nivelul strategiei realizate la nivelul UE. Ca în diferite alte situații conceptele și măsurile propuse țin mai mult de specificul țărilor nordice și vestice, în detrimentul celor sudice și estice din UE. În toată strategia UE se discută despre schimbările climatice, fără a se menționa însă nimic despre combaterea aridizării (specifice unor zone din Spania, Grecia sau din România).

Cel mai important factor determinant pentru dezvoltarea bioeconomiei este considerat reducerea dependenței de resursele fosile de energie. Disponibilitatea acestor resurse este incertă, și, în general, este de așteptat să scadă în viitorul apropiat. Chiar dacă nu există nici o penurie imediată, rezervele de combustibili fosili sunt din ce în ce mai reduse și mai dificil de exploatat. Extragerea devine din ce în ce mai scumpă și cu semnificative riscuri de mediu. Rezervele majore de combustibili fosili sunt adesea situate în regiuni geopolitic instabile. Toți acești factori fac avantajoasă activitatea de identificare a alternativelor pentru resurse fosile și, prin urmare, conduc la dezvoltarea bioeconomiei, în cazul în care resursele fosile sunt înlocuite cu bio-resurse regenerabile. Un alt factor considerat este necesitatea de a reduce emisiile de gaze cu efect de seră (amprenta de carbon), pentru a reduce impactul acestora asupra sistemului climatic la nivel mondial. Acest factor determinant este asociat deseori energiei regenerabile - bioenergie sau biocombustibili. Însă în mod evident, utilizarea bioresurselor și în



alte lanțuri valorice reduce consumul de resurse fosile și, implicit, amprenta de carbon. Alături de acești factori determinanți se anticipează că bioeconomia va crea beneficii suplimentare. Este de exemplu, de așteptat ca bioeconomia să stimuleze dezvoltarea rurală. Se presupune că o creștere a cererii de biomasă va determina o creștere a cererii pentru agricole sau produse forestiere. Această creștere a cererii poate stimula economiile rurale și poate contribui la revitalizarea economică și socială a comunităților rurale, inclusiv crearea de locuri de muncă. În plus, agricultorii pot să ia un rol mai mare în lanțurile valorice prin fabricarea produselor intermediare și, astfel, pot obține venituri suplimentare

Inovarea necesară pentru a valorifica oportunitățile oferite de dezvoltarea bioeconomiei presupune, de cele mai multe ori, necesitatea colaborării dintre entități publice de cercetare și întreprinderi private. Dezvoltarea unui sistem de inovare deschisă este necesar în aceste condiții.

Pentru industria celulozei și hârtiei prioritatea este **P2.11** *Refacerea potențialului productiv*, cu următoarele priorități derivate:

- ✓ Noi surse de celuloză
- ✓ Noi valorificări cu valoare adăugată mare ale materialelor celulozice – nanoceluloză
- ✓ Valorificarea superioară a ligninei

Pentru industria textilă și a pielăriei bazate pe bioresurse principală prioritate este **P2.12**. *Refacerea lanțului de valoare pentru procesarea inului și a cânepii*. Această prioritate este în directă legătură cu prioritatea descrisă la sectorul de producere bioresurse.

# Raport privind stabilirea acțiunilor cheie propuse pentru realizarea priorităților de dezvoltare a bioeconomiei în România

Strategia pentru dezvoltarea bioeconomiei din România, implică, ca și în cazul strategiei UE, ca prim pilon de sprijin **Investiția în cercetare-dezvoltare, inovare** și (noi) competențe pentru bio-economie. Aceasta investiție include finanțarea din bugetul public al Uniunii Europene, finanțare din fonduri publice naționale, investiții private și propune măsuri pentru sporirea sinergiilor cu alte inițiative politice. Caracterul trans-sectorial al bioeconomiei oferă o oportunitate unică de a aborda în mod cuprinzător provocări societale interconectate, precum securitatea alimentară, resursele naturale limitate, dependența de resursele fosile și schimbările climatice, asigurând în același timp o creștere economică durabilă. Având în vedere importanța domeniului bio-economiei, Comisia Europeană a elaborat o strategie intitulată „Inovarea în scopul creșterii durabile: o bioeconomie pentru Europa”, COM (2012) 60. Această strategie stabilește și un plan de măsuri care reconciliază cerințele socio-economice privind agricultura și pescuitul durabil, securitatea și siguranța alimentară și utilizarea durabilă a resurselor biologice în scopuri industriale, asigurând în același timp protecția mediului și a biodiversității.

Strategia definește o abordare coerentă, intersectorială și interdisciplinară a problemei. Obiectivul este de a avea o economie mai inovatoare, cu emisii reduse, care reconciliază cererile privind agricultura și pescuitul durabil, siguranța alimentară și utilizarea durabilă a resurselor biologice în scopuri industriale, asigurând în același timp protecția mediului și a biodiversității. Prin urmare, planul se concentrează asupra a trei aspecte esențiale: dezvoltarea de noi tehnologii și procese destinate bioeconomiei; dezvoltarea piețelor și a competitivității în sectoarele bioeconomiei; și impulsionează factorii de decizie și a părților interesate în direcția unei colaborări mai strânse.

Din punct de vedere administrativ, strategia pentru bio-economie se va constitui într-o bază de principiu în reorganizarea și redistribuirea activităților din sistemul de cercetare - dezvoltare dedicat cercetărilor de bio-economie / „economie verde” din sectoarele industriale alimentare și non-alimentare.

În cazul Uniunii Europene Strategia pentru bioeconomie a Uniunii Europene este una dintre strategiile operaționale în temeiul inițiativelor emblematice „O Uniune a inovării” și „O Europă eficientă din punctul de vedere al utilizării resurselor” din cadrul strategiei UE 2020.

Spre deosebire de strategiile referitoare la bioeconomie în care acest domeniu a fost definit ca fiind domeniul în legătură cu biotehnologiile, respectiv strategiile OECD, SUA, Canada, Australia, strategia UE referitoare la bioeconomie

pune un accent deosebit pe ciclurile valorice trans-sectoriale, bioeconomia fiind o componentă esențială a economiei circulare. În cele ce urmează vor fi detaliate aspecte ale strategiilor și politicilor referitoare la rolul cheie al activităților de cercetare și inovare în dezvoltarea bioeconomiei, la ciclurile valorice trans-sectoriale din bioeconomie și la rolul lor în cadrul unei economii circulare, ca și la politicile destinate să orienteze și să stimuleze dezvoltarea bioeconomiei (circulare). Un rol esențial este cel al transferului tehnologic și al inovării deschise.

### 3. Rolul cheie al cercetării și inovării în dezvoltarea bioeconomiei

Așa cum s-a menționat și mai sus, susținerea activităților de cercetare și inovare se evidențiază ca element principal al strategiei și planului de acțiune pentru dezvoltarea bioeconomiei. Deseori, se manifestă pregnant o **discontinuitate** între **cercetare** și **aplicarea în practică a rezultatelor cercetării**. În Uniunea Europeană fenomenul de „Vale a Morții”, ilustrat în fig. 1, este deosebit de pregnant, fiind descris și ca **paradoxul european**.

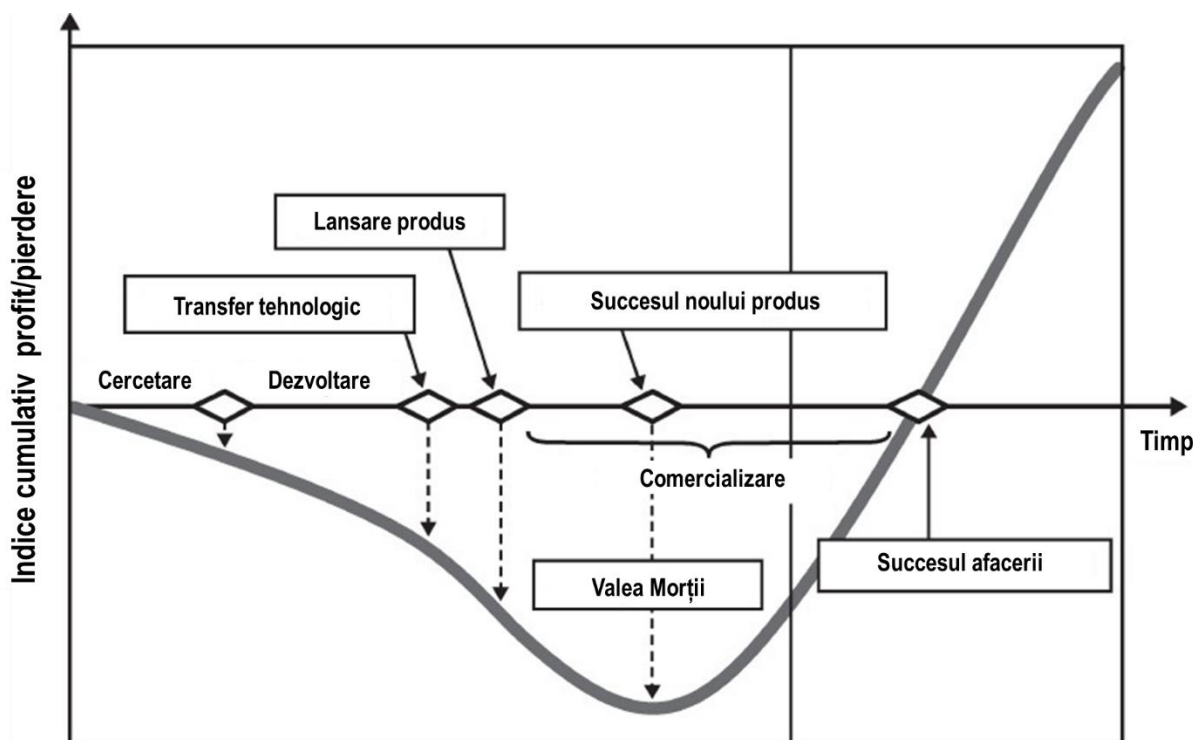


Fig. 17. Ilustrarea fenomenului de Vale a Morții, în activitatea de transfer tehnologic și de cunoștințe, din mediul de cercetare în mediul economic.

O zonă a lumii, Uniunea Europeană, care performează în cercetare, contribuind semnificativ la dezvoltarea cunoașterii, și în care sectorul economic este foarte dezvoltat, are performanțe slabe în ceea ce privește transferul tehnologic și de cunoaștere. Cauzele sunt multiple. Nu sunt în directă legătură cu pierderile inițiale determinate de introducerea unui produs inovativ pe o anumită piață. Una din principalele cauze este considerată a fi separarea organizațională, care există între cercetarea fundamentală (organizată în entități separate,

finanțate integral de la buget, cum sunt institutele din rețeaua Max Planck în Germania, institutele finanțate de CNRS în Franța, institutele diferitelor Academii în România, Cehia, Slovacia, ca și în universități) și cercetarea aplicativă (organizată în institute precum institutele din rețeaua Fraunhofer din Germania, INRA/IRSTEA în Franța, institutele naționale din România). Această separare organizațională determină o serie întreagă de bariere și de lacune în materie de informații și de cunoștințe, recunoscută de majoritatea strategiilor și a planurilor de acțiune analizate, inclusiv de către Strategia și Planul de Acțiune “Inovarea în scopul creșterii durabile: O bioeconomie pentru Europa”, COM(2012) 60 final. Rezultatele cercetărilor trec rareori de nivelul tehnologiilor de laborator, pentru că în cariera academică se fetișizează indicatorii scientometrici, precum numărul de lucrări și numărul de citări. Cariera în cercetare se desfășoară exclusiv în laborator și în mediul on-line (al revistelor de specialitate și al bazelor de date științifice), cu puține contacte cu lumea reală. Datorită acestei separări se ajunge în situația în care proiectele de cercetare aplicativă sunt evaluate de cercetători specializați în cercetare fundamentală, care favorizează subiectele promițătoare pentru dezvoltarea cunoașterii, cu consecințele firești pentru oferta de tehnologii rezultată din proiectele de cercetare aplicativă / industrială și de dezvoltare experimentală finanțată din fonduri publice.

Evoluția în paralel a domeniilor de cercetare (academice) și a celor economice determină apariția unor bariere instituționale și conceptuale între cercetători, inventatori, producători, utilizatori finali. Lipsa de aplicare în practică a unor rezultate determină reticențe din partea decidenților politici și a societății civile. Se ajunge deseori la situații în care se dezvoltă în lumea academică o realitate paralelă, în care se propun soluții ingenioase la pretinse probleme practice, care însă nu există în realitate. Câteva exemple ilustrative sunt prezentate în continuare. Se consideră în lumea științifică că preconizata interdicere a folosirii turbei blonde pentru substratele de creștere a răsadurilor va determina o criză a horticulturii, în special a horticulturii organice [52]. Practicienii spun că nu este nici o problemă, produceau rentabil răsaduri și înainte de introducerea turbei blonde ca principal component al substraturilor de creștere. Au fost dezvoltați și continuă să fie dezvoltați biosenzori cu acetil-colinesterază pentru determinarea reziduurilor de insecticide organo-fosforice [53]. Aceste insecticide au fost interzise pentru utilizare în practica agricolă încă de la începutul anilor `80 ai secolului trecut. Oricum aceste insecticide nu generau reziduuri, pentru că aveau o degradabilitate foarte pronunțată. Iar pentru aplicații militare, de genul determinării rapide a substanțelor toxice de luptă din categoria organo-fosforicelor, inhibitori de colinesterază (sarin, soman, tabun) există deja soluții foarte robuste folosite în practică, deci nu erau necesare cercetări suplimentare. Un alt exemplu ilustrativ pentru această decuplare a activităților de cercetare de cele economice,

În domeniul trans-sectorial al bioeconomiei, este cel al fermentației alcoolice. De la sfârșitul anilor '70 ai secolului trecut se preconizează înlocuirea drojdiilor în fermentațiile alcoolice industriale cu bacteria *Zymomonas mobilis* [54]. În practică însă se utilizează cu precădere drojdiile, care sunt mult mai rezistente la contaminare, putând realiza fermentații alcoolice în medii deschise și care sunt xenice (nu sunt sterilizate în prealabil). În articolele din ultimii ani argumentele referitoare la înlocuirea drojdiilor cu bacteriile *Zymomonas mobilis* sunt aceleași ca cele de acum 40 ani [55]. Doar de mai puțin de un an a fost descrisă o nouă tulpină de *Z. mobilis*, capabilă să producă bio-etanol în medii deschise [56].

Pentru a se depăși această problemă a evoluției separate a celor două domenii, cel de cercetare și cel antreprenorial, care solicită inovare, **soluția propusă** de Planul de Acțiune inclus în cadrul Strategiei pentru bioeconomie a UE, COM(2012) 60 final, este **dezvoltarea rețelelor de transfer de cunoștințe**, a **brokerilor de cunoștințe** și de **tehnologii**, precum și a **întreprinderile sociale**, integrate în cadrul unor inițiative mai largi ale cetățenilor și ale părților interesate. Un aspect de subliniat este cel al întreprinderilor sociale, care se pot înființa și în România, în condițiile Legii nr. 219/2015 privind economia socială. Legea stabilește că întreprinderile sociale pot fi societățile cooperative, dar și asociații, fundații, casele de ajutor reciproc ale salariaților sau ale pensionarilor, societăți agricole, precum și orice alte categorii de persoane juridice de drept privat care desfășoară activități în domeniul economiei sociale. Exemplu tipic pentru performanța în inovare a întreprinderilor sociale este Israelul, în care astfel de întreprinderi sociale (kibbutz) au fost și continuă să fie principalele promotoare ale inovării, în special în agricultură. Irigarea prin picătură, una dintre cele mai eficiente soluții pentru a eficientiza utilizarea apei în agricultură, a fost realizată pentru prima oară de un kibbutz Israelian.

**Strategiile analizate** au următoarele **puncte comune**, care se constituie ca elemente de bună practică:

- ✓ Stimularea cooperării dintre entitățile de cercetare și întreprinderile care au nevoie de inovare prin programe specifice, întrucât inovarea apare la interfața dintre cercetare / cunoaștere și probleme tehnice reale (nu generate de reflectarea în lumea academică a problemelor practice);
- ✓ Dezvoltarea inovării deschise în bioeconomie, ca soluție optimă de valorificare a proprietății intelectuale în cadrul parteneriatului public-privat, entități publice de cercetare – întreprinderi (private) care solicită inovarea;
- ✓ Specializarea inteligentă în domeniile pentru care a fost dovedită competența și competitivitatea unei anumite zone.
- ✓ Dezvoltarea ciclurilor valorice trans-sectoriale, prin abordările trans-disciplinare ale biotehnologiilor industriale și ale „chimiei verzi”, în vederea realizării unor **cicluri valorice trans-sectoriale** – (bio)**economie circulară**.

Inovarea necesară pentru a valorifica oportunitățile oferite de dezvoltarea bioeconomiei presupune, de cele mai multe ori, necesitatea colaborării dintre entități publice de cercetare și întreprinderi private. Dezvoltarea unui sistem de inovare deschisă este necesar în aceste condiții.

### 3.1. *Inovarea deschisă*

**Inovarea deschisă** este un concept care se referă la cooperarea dintre întreprinderi și entitățile de cercetare-dezvoltare. Poate fi definită și ca o „utilizare dirijată a fluxurilor”, prin care se îmbină cunoștințele din interiorul firmei, aflate în afara afacerilor curente ale firmei și proprietatea intelectuală externă (licențiată sau cesionată) pentru a se realiza noi produse / servicii care sunt plasate pe piață pentru a genera valoare suplimentară. Cu alte cuvinte, granițele dintre firmă și mediul său înconjurător sunt considerate a fi mai poroase, pentru a permite cunoașterii și inovării o mai ușoară pătrundere. Conceptul pune accent mai mult pe **colaborare** și pe **dezvoltare tehnologică**, în detrimentul cercetării și dezvoltării contractuale.

Inovarea deschisă urmărește transferul tehnologiilor dezvoltate de entitățile publice, în cadrul unor proiecte de cercetare-dezvoltare finanțate prin fonduri publice, prin licențierea către agenți economici a unor titluri de proprietate intelectuală existente. În prezent în numeroase Programe publice de finanțare a activității CDI **accentul** se pune pe **inovare** (și transferul tehnologic și de cunoștințe). De ex. Programul „Horizon 2020” reunește toate programele de finanțare existente ale Uniunii în materie de cercetare și inovare, inclusiv Programul-cadru pentru cercetare, activitățile legate de inovare din cadrul Programului-cadru pentru competitivitate și inovare și Institutul European de Inovare și Tehnologie (EIT). În cadrul tuturor priorităților Programului „Horizon 2020” sunt incluse obiective referitoare la inovare (și demonstrare pentru facilitarea transferului tehnologic). În cadrul priorității „Știința de excelență” este inclusă dezvoltarea de tehnologii viitoare și emergente, care va oferi suport pentru cercetări în parteneriat pentru inovare. În Prioritatea 2 „Supremație industrială” este inclus suportul pentru biotehnologie (industrială) și pentru (bio)materiale și (bio)-nanotehnologie. În cadrul priorității 3, „Provocări societale” va fi oferită co-finanțarea pentru proiecte CDI destinate securității alimentare, agriculturii durabile, bioresurselor acvatice și bio-economiei. Această orientare pentru inovare se va desfășura în contextul unei politici declarate de știință deschisă, larg accesibilă, promovată în cadrul „Horizon 2020”, cu accent pe publicarea articolelor științifice în regim *open-acces*, și a lărgirii cadrului de participare a IMM-urilor la activitatea CDI finanțată din fonduri publice. În cadrul acestui context strategia entităților publice CDI este de a realiza nu numai o știință deschisă, ci și o inovare deschisă, prin realizarea activităților de demonstrare tehnologică, participarea la spin-off-uri

inovative cu rezultatele de cercetare și licențierea (non-exclusivă) brevetelor deținute ca titular, cu reinvestirea profiturilor generate în activitatea CDI de bază – fig. 18.

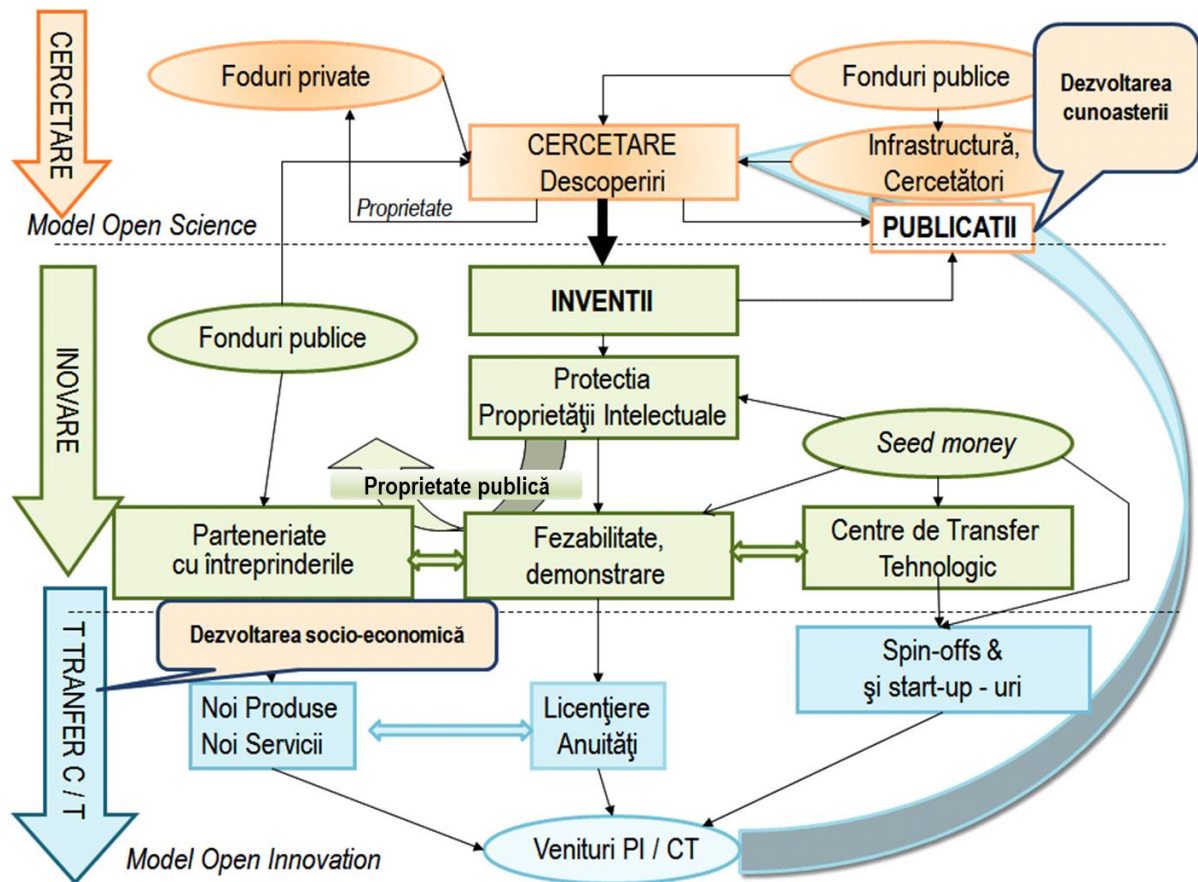


Fig. 18. Modelul de implementare a științei deschise și a inovării deschise la nivelul unei entități publice CDI

Acest model generează la aplicarea în practică situații care trebuie gestionate corespunzător. Un prim aspect este cel al **contaminării proprietății intelectuale** în curs de dezvoltare de către întreprindere prin semnarea acordurilor de confidențialitate premergătoare cu entitatea CDI publică. Cel mai dificil de gestionat este situația „secretelor comerciale”, care pot fi compromise prin colaborarea cu mediul de cercetare. Sunt câteva domenii în care există o predominare a mediului industrial în ceea ce privește cunoașterea tehnologică față de mediul de cercetare, ca de ex. biostimulanții pentru plante, cosmetice, lacuri și vopsele, detergenți, produse de protecția plantelor. În toate aceste situații cunoștințele privind formularea adecvată utilizării sunt secrete comerciale, care sunt re-descoperite, eventual și perfecționate, de entitățile de cercetare publice. Această situație se poate gestiona prin evitarea semnării unor astfel de acorduri atunci când domeniul de specializare al furnizorului public de brevete este apropiat de cel al sectorului CDI din cadrul întreprinderii.

Gestionarea procesului de inovare deschisă în cadrul relației dintre entitățile publice CDI și întreprinderile private necesită și o definiție adecvată a drepturilor de acces la know-how-ul aferent brevetului licențiat, care nu este inclus explicit în exemplificarea invenției.

Un rol esențial pentru interesul mediului antreprenorial este determinat de profitabilitatea / productivitatea diferitelor sectoare ale bioeconomiei.

### 3.2. Productivitatea sectoarelor din bioeconomie

O analiză recent efectuată a productivității diferitelor sectoare din bioeconomia românească a reliefat faptul că productivitatea cea mai mare este în sectoarele de producere energie electrică pe bază de bioresurse – Figura 19.

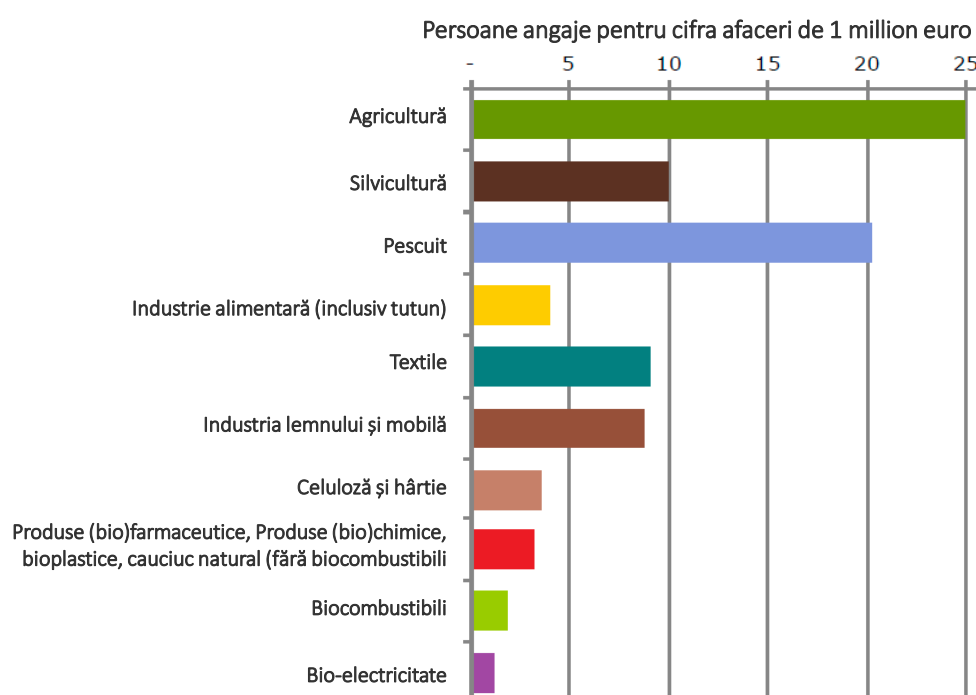


Fig. 19. Productivitatea diferitelor sectoare din economia Uniunii Europene. Prelucrat după Ronzon et al. 2017 [4].

Așa cum s-a menționat deja, ponderea sectoarelor bioeconomice cu productivitate ridicată, care produc o plus-valoare semnificativă și care contribuie major la calitatea vieții, cum sunt de exemplu chimia verde (care aduce o semnificativă plus valoare prin conversia diferitelor fluxuri laterale în produse cu valoare adăugată mare) este redusă la nivelul României. Situația nu este numai a României, bioeconomia din majoritatea țărilor din estul UE fiind dominată de sectoarele primare de producere a bioresurselor, cu productivitate scăzută.

Dezvoltarea optimă este cea a sectoarelor care au productivitate ridicată, și care sunt de mai mare interes pentru investitori. Sectoarele de producere a biocombustibililor și a energiei sunt sectoare care au o productivitate ridicată și o



profitabilitate pe măsură. Pentru a derula însă o activitate economică în astfel de sectoare sunt necesare semnificative cheltuieli de capital, atât ca investiții (capacități mari), cât și ca imobilizări de fonduri (de ex. garanții pentru antrepozit fiscal, în cazul biocombustibililor). Cheltuieli investiționale mari sunt necesare și în sectorul celulozei și hârtiei.

O soluție optimă, care va fi detaliată ulterior, este cea a **biorafinăriiilor de mici dimensiuni**, care produc concomitent solvenți sau intermediari pentru industria chimică sau pentru materiale bioplastice și inputuri tehnologice pentru cultivarea plantelor - ca de ex. biostimulanți pentru plante sau (bio)fertilizanți. Astfel de biorafinării au o productivitate mare, au costuri investiționale relativ reduse, și au un impact semnificativ asupra dezvoltării zonelor rurale, cu **închidere biomimetică a lanțurilor de valoare pe bază de biomasă**

### *3.3. Corelarea cu proiectul de țară DANUBIUS-RI (Centrul Internațional de Studii Avansate pentru fluvii- mari)*

Corelarea proiectele cheie cu obiectivele infrastructurii de cercetare pan-europeana DANUBIUS-RI este evidentă, data fiind situarea întregului teritoriu al României în Bazinul Dunării. În contextul DANUBIUS-RI, dezvoltarea studiilor pe domeniul de specializare Bioeconomie implică cercetări pe direcția studiilor fundamentale și aplicative asupra ecosistemelor din regiunea Dunăre - Delta Dunării – Marea Neagră. O astfel de abordare permite de asemenea cuplarea cu alte priorități strategice la nivel național.

Tema principală a polului de competitivitate DANUBIUS-RI este studiul fenomenelor de eutrofizare în sistemele râuri-mari. Plecând de la principalele cauze a apariției fenomenului de eutrofizare, respectiv agricultura intensivă și modificările climatice, relaționarea DANUBIUS-RI cu Strategia Bioeconomică se concretizează prin identificarea măsurilor eficiente de prevenire și combatere a acestora. Pentru aceasta, cunoașterea serviciilor de ecosistem oferă soluții viabile pentru ameliorarea mediilor naturale alterate de activitățile umane și permite decizia unor soluții solide de competitivitate efectivă a României în domeniul de specializare inteligentă Bioeconomie.

Printre acestea, pot fi lansate teme de cercetare ce constituie pionierat în România, cum ar fi de ex. folosirea mecanismelor de adaptare dezvoltate de diferite specii de biomasă (acvatică și terestră) din Bazinul Dunării la factorii poluanți transportați de apele Dunării (metale grele, antibiotice, detergenți, pesticide etc.) pentru dezvoltarea de metode de intervenție în protejarea speciilor sensibile sau a celor de interes economic.

Din această categorie interes specific există pe inițierea de practici și tehnologii pentru o bioeconomie durabilă:

- managementul speciilor invazive, bolilor si daunatorilor
- bioremedierea solurilor poluate sau a celor inaccesibile culturilor agricole
- ameliorarea capacitatii de germinatie a semintelor in conditii extreme
- înțelegerea mecanismelor metabolice de adaptare a speciilor de biomasa la conditiile de stress si inter-relatiile stabilite intre acestea si alti factori din mediul natural.
- identificarea, izolarea si caracterizarea de noi enzime si metaboliti, cu accent pe molecule care ar putea fi aplicate in dezvoltarea de noi biotehnologii industriale (alimentare, agricole, de mediu), bioenergie si chimie verde.

Realizarea unor astfel de studii va permite ulterior valorificarea cunostintelor dobandite pentru:

✓ aclimatizarea speciilor de plante de interes pe soluri care nu sunt productive pentru culturi agricole (Agricultura si Dezvoltare Durabila):

- plante medicinale si aromatice pentru aplicatii in alimentatie, biomedicina, farmacie, cosmetica etc.
- plante energetice cu ritm de crestere alert (producere durabila de stocuri de biomasa), absorbtie superioara de CO<sub>2</sub> din mediu (reducerea amprentei carbonice);
- plante tehnice de cultura pentru aplicatii specifice (obtinere de biocauciuc, uleiuri, acizi grasi cu catena scurta, etc. );
- speciile cu continut redus de lignina pot fi sursa alternativa de carbohidrati pentru procese fermentative sau surse de compusi chimici de importanta industrială (chimie verde).

✓ cultivarea biomasei de interes (acvatica, terestra) pentru:

- obtinerea biomoleculelor active (dezvoltare de Biotehnologii specifice): amino- acizi, acizi grasi esentiali, enzime si inhibitori enzimatici, fitosteroli, alcaloizi, antioxidanti, coloranti naturali etc.
- utilizarea acestor molecule in dezvoltarea de noi bioproduse si biomateriale pentru aplicatii specifice:
- biomedicina (forme farmaceutice cu actiune sistemica, nutrienti, regenerare tisulara, etc.),
- bioenergie si domenii conexe (biorafinarea bioresurselor).

La nivel european, nu exista o astfel de infrastructura care sa investigheze integrat sistemele rauri-mari. Cercetarile componentei romanesti in cadrul centrului DANUBIUS – RI se vor axa pe sistemul Dunare – Delta Dunarii – Marea Neagra, incluzand trei piloni principali: Stiintele Vietii, Stiintele Pamantului si Stiintele Socio-Economice.

Prin incurajarea gestionarii durabile a sistemelor rauri-mari, in beneficiul societatii DANUBIUS – RI isi propune sa contribuie semnificativ la schimbarea în modul de abordare a studiilor privind apele dulci, zonele umede, mediile de coasta si sistemele vii.

#### **4. Tematici pentru proiecte de cercetare și inovare cu rol cheie în implementarea priorităților de dezvoltare identificate pentru sectoarele de producere bioresurse**

Prioritățile de cercetare-dezvoltare au fost identificate printr-un exercițiu de foresight la care au participat reprezentanți ai IMM-urilor și ai comunității științifice. Prioritățile de dezvoltare pe tipuri, categorii de bioresurse, producători și consumatori sunt detaliate în cele ce urmează.

Pentru bioresursele din agricultură prioritățile de dezvoltare sunt: (i) noi soiuri/ hibrizi și/sau noi specii de cultură, cu rezistență crescută la factorii de stres biotici și abiotici; (ii) dezvoltarea tehnologiilor de cultură de precizie de tip *low-input*, cum sunt sistemele de cultură conservative, exploatațiile agricole ecologice / organice sau culturile releu, adaptate schimbărilor climatice; (iii) limitarea dezvoltării populațiilor de agenți fitopatogeni, organisme dăunătoare, buruieni, inclusiv buruieni parazite (de ex. datorită cererii crescute de floarea-soarelui nu se mai respectă cerințele de rotație, astfel încât lupoaia, *Orobanche cumana*, este în continuă extindere).

Pentru producerea de bioresurse în silvicultură prioritățile de dezvoltare sunt (i) Tehnologii de gestionare de precizie, geo-spațiale și geo-informatică, pentru managementul de precizie al pădurilor; (ii) Strategii și instrumente de ameliorare a speciilor forestiere, pentru sisteme de producție cu reziliență crescută la schimbările climatice și hazardele naturale; (iii) Creșterea eco-eficienței de utilizare a resurselor forestiere, prin utilizarea unor abordări eco-inovative de dezvoltare a tehnologiilor de recoltare, transport și procesare; (iv) managementul durabil al bolilor și dăunătorilor.

Pentru creșterea animalelor și medicina veterinară, care au un rol major în asigurarea sănătății globale, asigură o valorificare superioară producției vegetale și furnizează resurse regenerabile importante pentru ramurile de procesare ale bioeconomiei, prioritățile de dezvoltare sunt: (i) lanț eficient de furajare, cu abandonarea utilizării unor aditivi controversați (ca de ex. antibioticele utilizate pentru stimularea creșterii și dezvoltării animalelor); (ii) Valorificarea excretei și a deșeurilor, în conformitate cu principiile economiei circulare, pentru producerea de furaje, fertilizanți, biostimulanți pentru plante, energie; (iii) asigurarea „sănătății globale” prin combaterea epizootiilor și validarea de noi instrumente și metode de diagnostic precoce; (iv) Continua ameliorare a speciilor de animale domestice, pentru reziliență și eficiență; (v) dezvoltarea unor sisteme de management de

precizie al exploatațiilor zootehnice, prin implementarea pe scară largă a noilor tehnici și instrumente IT.

Pentru piscicultura și acvacultura, care contribuie la asigurarea securității alimentare și oferă soluții de utilizare durabilă a resurselor în zonele umede, prioritățile de dezvoltare sunt (i) ridicarea la scară și comercializarea inovării pentru obținerea de produse durabile din zone umede (inclusiv Lunca și Delta Dunării și zona litorală); (ii) dezvoltarea sistemelor integrate, de agro-acvacultură, cu prevenirea și reducerea eroziunii și eutrofizării; (iii) dezvoltarea sistemelor de management de precizie al sistemelor piscicole și de acvacultură; (iv) noi soluții inovative pentru creșterea contribuției la securitatea alimentară.

În continuare vor fi pe scurt descrise proiecte de cercetare-inovare pentru fiecare din aceste domenii de producere bioresurse

#### *4.1. Tematici de cercetare pentru bioresursele din agricultură*

Tematica proiectelor de cercetare și noi soiuri/ hibrizi și/sau noi specii de cultură, cu rezistență crescută la factorii de stres biotici și abiotici este exemplificată în continuare.

T4.1. Grâu hibrid. Din punct de vedere genetic, hibrizii de grâu se realizează prin încrucișarea a două forme parentale care se pot combina foarte bine între ele. Datorită acestei tehnici de reproducere, generația obținută este purtătoare a unor informații genetice care atât în cazul liniei paterne, cât și a celei materne se manifestă ca trăsături puternic înrădăcinate în hibrid. Astfel, hibridul dispune de o valoare agronomică vizibil mai mare decât formele parentale, fenomen descris prin termenii de vigoarea hibridului sau efectul heterozis. Acest surplus de performanță își face simțită prezența atât în *potențialul de producție, rezistența la factorii de stres, cât și în calitatea producției de boabe*. Din aceste motive, grâul hibrid prezintă avantaje economice, agronomice și tehnologice.

În prezent există două metode pentru a produce semințe de hibrid de grâu: prima metodă de utilizare este androsterilitatea citoplasmatică, întâlnită la floarea soarelui, rapiță și sfeclă de zahăr. Prin aplicarea practică a acestui sistem CMS (sterilitate citoplasmatică masculină) sunt influențate caracteristicile biologice de înflorire astfel încât se combină androsterilitatea citoplasmatică cu restaurarea fertilității pentru a asigura androsterilitatea citoplasmatică producerii de semințe. În cazul producerii semințelor de hibrizi de grâu, această metodă se află în ultimul stadiu de dezvoltare tehnologică, nefiind încă utilizată pentru producerea de hibrizi de grâu comerciali

Cea de-a doua metodă, cea mai răspândită acum pentru producerea hibrizilor de grâu, implică o abordare complexă, dar care prezintă multe avantaje. În procesul de producție a semințelor se utilizează un gametocid pentru obținerea androsterilității la linia mamă, numit agent chimic de hibridizare (*CHA = Chemical Hybridisation Agent*). Acesta administrat la timpul potrivit - influențează

dezvoltarea granulelor de polen, conducând astfel la realizarea androsterilității liniei mamă, astfel florile plantelor devin masculin-sterile. Aceste flori androsterile sunt polenizate cu polen produs de la linia tată din rândurile învecinate și netratate cu acest gametocid. Produsul final, respectiv sămânța de hibrid de grâu cu o mare valoare genetică (F1) este constituit numai din semințele culese din rândurile liniei mamă. În România există grupuri de cercetare care pot realiza grâu hibrid, în special prin utilizarea celei de a doua metode, care implică dezvoltarea unui CHA, produs chimic cu rol de gametocid la grâu.

T4.2. Noi specii de plante de cultură. În afară de extinderea culturilor de in și cânepă, de mare interes este extinderea culturilor de guayule (*Parthenium argentatum*), bambus comestibil / bambus moso (*Phyllostachys edulis*) sau cardoon (*Cynara cardunculus*).

Consumul de cauciuc natural (CN) lumea este de așteptat să fie de 17 milioane tone în 2025. Peste 1 milion de tone de CN sunt folosite în UE, dar nici un gram este produs în interiorul UE. Deficitul global de cauciuc din cauciuc natural (CN) poate crește la peste 1 milion de tone până în 2020, deoarece cererea producătorilor de anvelope în piețele emergente va stimula consumul. CN este în principal produs în Asia (93 %). *Hevea brasiliense*, un copac nativ din America de Sud, este în prezent singura sursă comercială de cauciuc natural. CN este o materie strategică, de care industria europeană este complet dependentă. România este un producător important de anvelope – printre primii 5 din UE. Există surse alternative de cauciuc natural la Hevea. Guayule (*Parthenium argentatum*) este unul dintre ele. Aceasta poate crește pe terenuri marginale în regiunile semi-aride din țările Europei de sud, inclusiv în sudul României. Sunt necesare studii de aclimatizare, de procesare prin extracție (unde se pot folosi solvenți eutectici) ca și de valorificare a biomasei reziduale

Bambusul este o sursă de hrană, de materiale de construcție de înaltă calitate, de fibre pentru industria textilă și de materii prime pentru industriile suplimentelor nutritive sau a celulozei și hârtiei. Valorifică foarte bine terenurile marginale și are o creștere foarte rapidă – de-a dreptul explozivă. Cercetările care sunt necesare sunt pentru a evalua potențialul invaziv, care a fost deja demonstrat pentru alte specii de bambus [57].

Carbonul poate fi integrat unei tehnologii circulare de producere și utilizare în cascadă, a **culturi energetice**, împreună cu sorgul zaharat (*Sorghum bicolor*), **complementare lanțului alimentar**. În aceste tehnologii sunt incluse etape care produc alimente din biomasa excedentară (ca de ex. biomasă de ciuperci lignocelulozice comestibile). Sunt incluse etape de valorificare în lanțul alimentar a unor co-produse ale respectivelor culturi – cum este de exemplu cheagul din flori de *Cynara cardunculus* (singura alternativă etică din punct de vedere umanistic – cheagul animal se obține prin sacrificarea puilor de rumegătoare aflați în perioada

de alăptare, cheagul de biosinteză se obține din culturi de microorganisme modificate genetic). Prin tehnologiile propuse se reduce la minimum competiția dintre culturile energetice și cele alimentare. Tehnologia pentru cardon, plantă perenă, exploatabilă timp de 8-10 ani, se va realiza pentru terenuri marginale (expuse riscului de secetă de ex.) care nu sunt bine valorificate de culturile de plante alimentare. Datorită rădăcinii extrem de penetrante și a adaptării la un climat mai arid (mediteraneean), cardonul va valorifica optim astfel de terenuri. Sorgul zaharat va fi cultivat ca o cultură succesivă (cultura a doua), după recoltarea unor culturi timpuri, care lasă terenul liber devreme (de ex. orz sau rapiță) – figura 20.

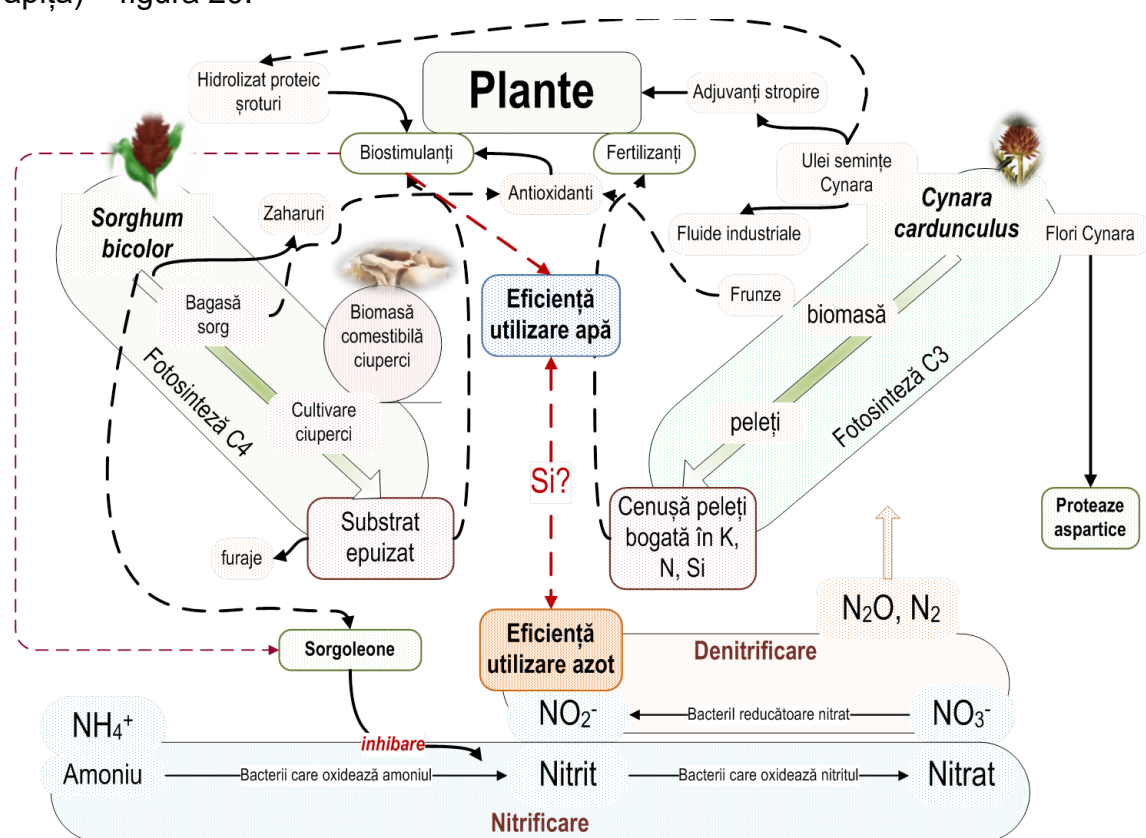


Fig. 20. Tehnologii integrate și circulare de producere și utilizare în cascadă, a unor culturi energetice, cardon (*Cynara cardunculus*) și sorg zaharat (*Sorghum bicolor*).

Tematicile referitoare la dezvoltarea tehnologiilor de cultură de precizie de tip *low-input* sunt prezentate în cele ce urmează.

T43. Limitarea dezavantajelor care reduc adoptarea de către fermieri a sistemelor de agricultură conservativă. În timpul vegetației culturilor principale acoperirea este asigurată de resturile vegetale de pe suprafața solului, rezultate din culturile premergătoare, care sunt lăsate fixate sau tocate după recoltare, dintr-o cultură de acoperire crescută și transformată în mulci, sau din aplicare de mulci. Resturile vegetale care acoperă solul limitează evaporarea apei, facilitează

infiltrarea apei, reduc eroziune, ameliorează structura solului, cresc conținutul de materie organică și de carbon, și moderează temperatura solului în zonele calde. Importanța acoperirii cu resturi vegetale a dus la formularea unor noi principii adăugate celor trei inițiale ale sistemelor CA [58]: (i) producerea de biomasă oricând este posibil (reciclând apa / elementele nutritive, care altfel ar fi fost pierdute, prin folosirea resturilor vegetale ca rezervor de nutrienți) și (ii) introducerea culturilor de acoperire multifuncționale, care permit mulcirea permanentă a solului.

În pofida numeroaselor avantaje, sunt și o serie de efecte negative asociate cu sistemele cu resturi vegetale. Resturile de plante favorizează dezvoltarea agenților fitopatogeni din sol [59], inclusiv a celor devastanți, cum sunt de exemplu cei care produc fuzarioza spicului [60]. Nivelele ridicate de resturi vegetale pot reduce disponibilitatea azotului pentru culturile principale în stadiile inițiale de dezvoltare. Resturile vegetale pot avea efecte nefavorabile asupra înființării culturii și dezvoltării ei inițiale. Aspectele negative ale sistemelor CA cu resturi vegetale care afectează producția culturilor agricole sunt însumate în fig.1 de mai jos.

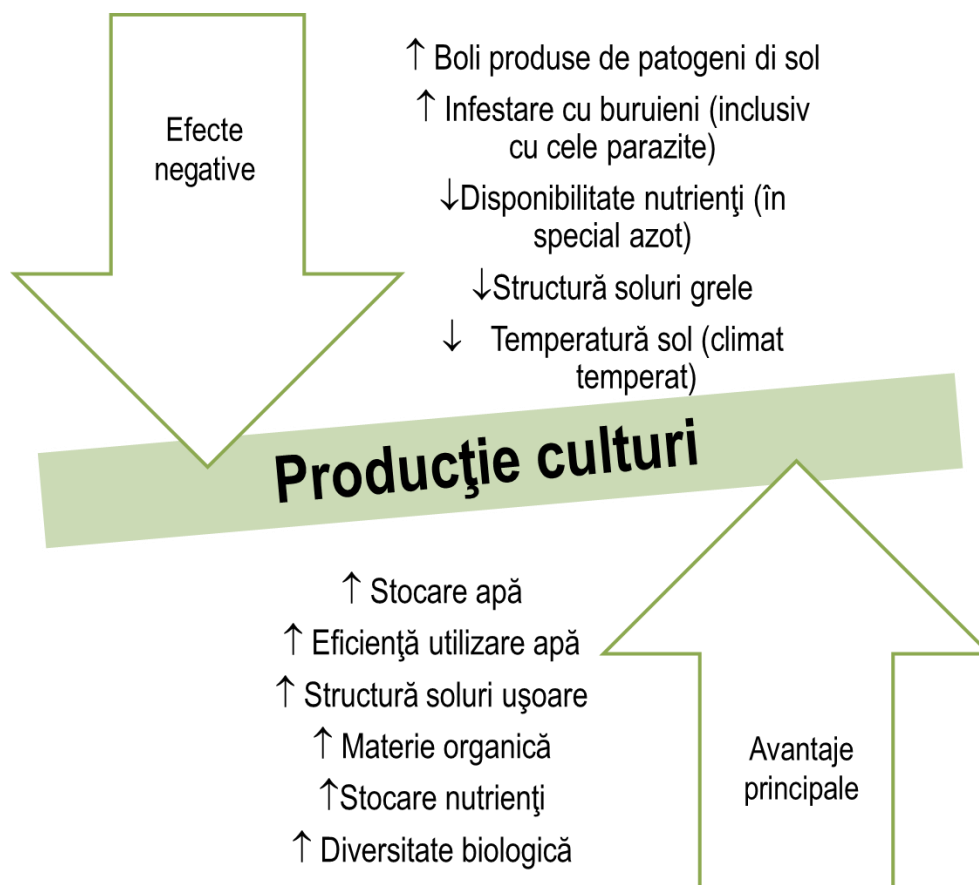


Fig. 21. Principale avantaje și efecte negative asociate resturilor vegetale din sistemele de agricultură conservativă (modificat din Page et al., 2013).

Tema de cercetare urmărește integrarea unor noi practici agrotehnice (ca de ex. resturile ancorate) cu o serie de noi tipuri de inputuri agrochimice specific dezvoltate pentru sistemele de agricultură conservativă prin care să se valorifice avantajele agriculturii conservative și să se elimine o serie de dezavantaje, pentru a favoriza adoptarea acestor sisteme, cu beneficiu de agro-mediu, de către fermieri.

T4.4. Biofortifierea cu avantaje agronomice a culturilor agricole. Un exemplu este seleniul, care este deficitar în solurile din România [61]. În același timp seleniul are o fereastră fiziologică foarte îngustă – fig. 22. Studiile statistice pe subiecții umani au reliefat o tendință constantă a unui răspuns al riscului de boli cronice în formă de U, în special în ceea ce privește cancerul [62].

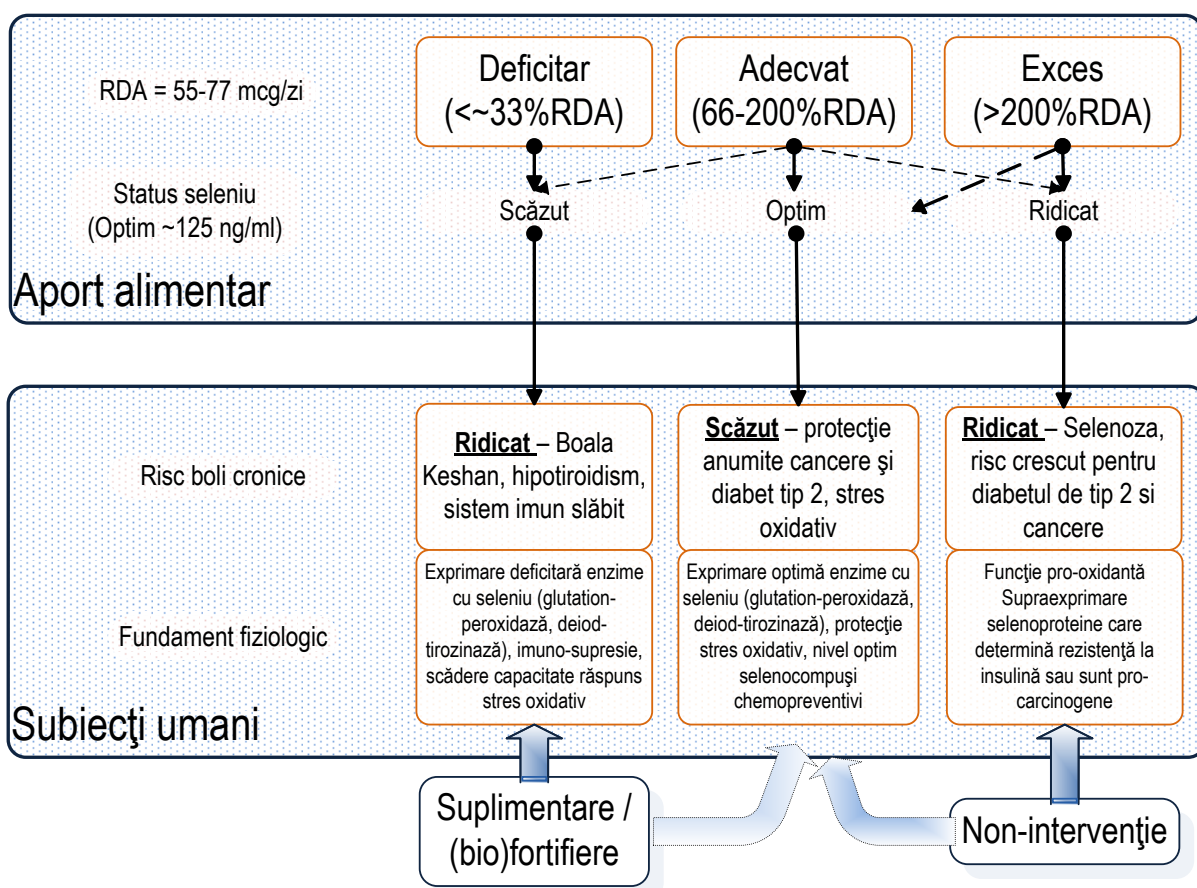


Fig. 22. Fereastră fiziologică a seleniului. Relația dintre aportul alimentar de seleniu, statusul seleniului și efectul de prevenire sau favorizare a unor boli cronice.

Datorită ferestrei sale foarte înguste este recomandat ca fortifierea cu seleniu să nu se facă prin administrarea de suplimente, ci prin biofortifiere / prin tratamente în timpul vegetației culturilor agricole. În același timp seleniul este și un element benefic pentru plante, prin a cărui administrare crește rezistența plantelor al stresurile biotice și abiotice, inclusiv secetă [63]. Proiectul de cercetare ar urma să stabilească modalitatea optimă prin care, în același timp, se realizează o



biofortifiere eficientă a culturilor agricole, dar și o valorificare agronomică a beneficiilor tratamentelor cu seleniu.

Petru tematicile referitoare la limitarea dezvoltării populațiilor de agenți fitopatogeni, organisme dăunătoare, buruieni, inclusiv buruieni parazite sunt prezentate în continuare.

T4.5. Gestionarea riscurilor de contaminare a cerealelor boabe cu micotoxine în timpul vegetației. Cerealele boabe, în special grâul și porumbul, sunt contaminate în timpul vegetației cu micotoxinele formate de ciupercile microscopice toxigene care infectează boabele în curs de formare [64]. Aceste ciuperci microscopice toxigene ierneză pe resturile vegetale, iar exploatațiile predominant cerealiere, cu rotații grâu-porumb, creează un cadru favorabil contaminării cu micotoxine în timpul vegetației, ilustrat în fig. 23 pentru patosistemul cereale-boabe – *Fusarium - Fusarium graminearum* sensu lato, grup în care în prezent sunt incluse 11 specii [65].

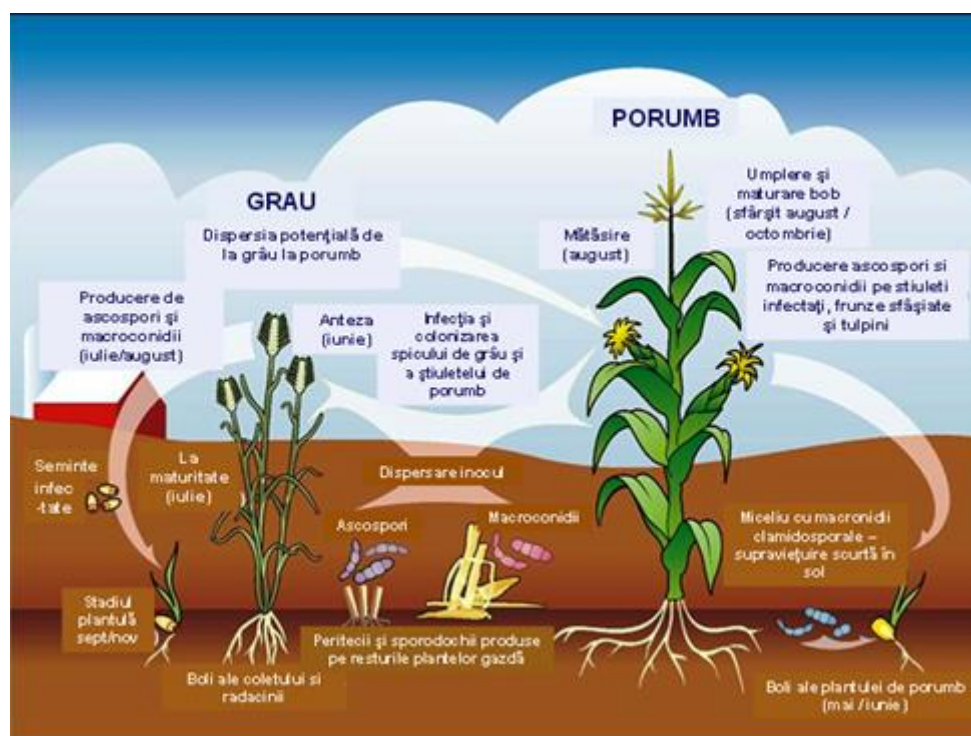


Fig. 23. Ciclul biologic complet al ciupercilor fitopatogene toxigene *Fusarium graminearum* sensu lato / *Gibberella zae*, pe grâu și porumb.

Prelucrarea industrială a cerealelor boabe (pentru amidon, glucoză, sirop de glucoză- fructoză și mai ales alcool) generează subproduse lignocelulozice (borhot) în care micotoxinele sunt concentrate / acumulate. Introducerea acestor sub-produse în lanțul alimentar (datorită folosirii lor uzuale, ca furaje, în special pentru rumegătoare) crește riscul de cancer și generează pierderi economice mari în anii cu condiții climatice favorabile (secetă în timpul umplerii bobului la porumb pentru aflatoxine, umiditate ridicată în timpul antezei la grâu pentru DON). De

menționat aici pierderile masive ale producătorilor de lapte, datorită contaminării cu aflatoxină M<sub>1</sub>, în anii imediat următori unor secete grave, cum a fost și situația în România în martie 2013.

Situații similare, ale depășirii limitelor admise de contaminare cu aflatoxine a laptelui, au fost și în alte țări în anii imediat următori celor secetoși, iar cauza acestor depășiri a fost considerată și (re)introducerea în circuitul alimentar a sub-produselor de la industrializarea cerealelor boabe, în care sunt concentrate micotoxinele [66]. Gestionarea riscurilor de contaminare a cerealelor boabe implică două tipuri de soluții aplicate integrat: (i) Produse și tehnici de limiate a infecției cu fungi toxigeni (ca de ex. tratamente pentru fusarioza spicului sau tratamente ale solului cu antagoniști ai ciupercilor toxigene și (ii) Dezvoltarea unor soluții de valorificare complexă non-alimentară a borhotului, care ar reduce riscul re-introducerii micotoxinelor în circuitul alimentar

T4.6. Tehnologii integrate de combatere a atacului de buruieni parazite la floarea-soarelui. Datorită cererii crescute de floarea-soarelui nu se mai respectă cerințele de rotație, astfel încât lupoaia, *Orobanche cumana*, este în continuă extindere. Peste 200.000 de hectare în județele Constanța, Tulcea, Ialomița, Brăila și Buzău sunt puternic infestate, cu tendințe de extindere și în zonele limitrofe acestui areal. România este principalul producător de floarea-soarelui din Uniunea Europeană, iar industria uleiului este într-o continuă dezvoltare. Extinderea atacului de lupoaie generează riscuri semnificative pentru cultura de floarea-soarelui. Tehnologiile integrate de combatere a atacului de plante parazite implică:

- Hibrizi rezistenți la lupoaie și continua lor perfecționare pentru noile rase de lupoaie;
- Produse chimice care să distrugă semnalele de rizosferă (strigolactone), emise de rădăcinile plantelor de floarea-soarelui și care permit germinarea semințelor de plante parazite pe rădăcinile plantelor de floarea-soarelui
- Germinarea suicidară a semințelor de plante parazite prin folosirea de analogi / compuși mimetici pentru strigolactone
- Bioproduse cu patogeni specializați pentru lupoaie sau cu antagoniști ai legării lor de rădăcinile plantelor de cultură.

Alte tematici de cercetare vor fi în conformitate cu axele strategice ale activității de cercetare în domeniu:

*Evaluarea și determinarea riscurilor produselor de protecția plantelor și a noilor tehnologii agricole.* Identificarea riscurilor de securitatea muncii și de mediu în cazul produselor de protecția plantelor; determinarea riscului de mediu ale produselor de protecția plantelor; determinarea riscurilor pentru protecția plantelor ale plantelor modificate genetic (favorizarea epidemiilor prin reducerea

biodiversității cultivarelor utilizate în practica agricolă; dezechilibrarea entomofaunei din sol prin acumularea de proteine enterotoxice); stabilirea riscurilor fitosanitare asociate noilor tehnologii agricole (riscul fitosanitar al culturilor „no-tillage” și al culturilor verzi / de protecție; riscul de contaminare cu micotoxine în culturile ecologice / organice; riscurile epidemiologice pentru agenții de dăunare emergenți rezultate din dezvoltarea culturilor alternative și eliminarea barierelor de carantină fitosanitară).

#### *4.2. Tematici de cercetare pentru bioresursele din silvicultură .*

Cercetarea științifică din domeniul bioresurselor din silvicultură are identificate următoarele tipuri de teme de cercetare – dezvoltare.

*T4.7. Tehnologii de gestionare de precizie, geo-spațiale și geo-informatică, pentru managementul pădurilor.* Importanța pădurilor în stocarea de carbon la nivel planetar nu mai trebuie demonstrată, chiar dacă principalul serviciu al pădurilor rămâne producerea de masă lemnoasă. Masa lemnoasă reprezintă tocmai acel carbon, retras din atmosferă prin fotosinteză, și care este imobilizat în pădure. A fost recunoscut faptul că pădurile europene pot acționa ca rezervoare eficiente de CO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub> și NO<sub>x</sub>. Gestionare de precizie a pădurilor implică continua dezvoltare a bazelor de date geo-referențiate, perfecționarea modelelor pentru păduri, elaborarea gradientelor optime de management (de gospodărire) în pădurile de fag, brad sau amestecate, pentru a studia impactul gospodăririi inclusive asupra bugetului de gaze cu efect de seră stocate de pădure. Gradientul de gospodărire trebuie completat cu situații rare și relevante pentru România, respectiv pădurile naturale și pășuni împădurite.

*T4.8. Strategii și instrumente de ameliorare a speciilor forestiere, pentru sisteme de producție cu reziliență crescută la schimbările climatice și hazardele naturale.* Resursele și variabilitatea genetică a arborilor forestieri sunt încă destul de puțin cunoscute. Pe plan fundamental, dezvoltarea tehnicilor de marcaj molecular deschide noi căi de investigare a diversității genetice a arborilor. Aceste metode interesează în egală măsură silvicultura și ameliorarea speciilor de interes practic. Cercetarea în domeniul geneticii forestiere vizează două categorii de specii. Prima categorie cuprinde speciile cu ciclu de viață scurt (între 40 și 100 de ani) care dețin un loc important în economie: molid, brad, pini, plopi. Aceste specii fac obiectul unor programe de selecție pe termen lung, care includ mai multe generații și se bazează pe genetica cantitativă și pe teoria selecției. Cea de-a doua categorie cuprinde speciile cu longevitate mare, pentru care este mai dificil de definit obiectivele selecției, precum și speciile al căror interes economic este mai puțin important. În acest grup se încadrează stejarii, fagul, speciile de altitudine. Utilizarea metodelor recente de genetica moleculară au pus în evidență în genomul plantelor, zone determinante pentru caracterele de tip cantitativ (creștere, productivitate, conținut în anumiți compuși, precocitate, durata

înfloririi, etc.). Prin realizarea de hărți genetice din ce în ce mai fine ale genomului plantelor, au fost puse în evidență zone numite QTL sau QTS (Quantitative Trait Loci or Segments) identificate prin tehnicile de marcare moleculară. Toate aceste instrumente genomice sunt necesare pentru continua ameliorare a speciilor de arbori forestieri.

T4.9. Creșterea eco-eficienței de utilizare a resurselor forestiere, implică aprofundarea conceptelor și modelelor specifice silviculturii și protecției mediului pentru explicarea și interpretarea fenomenelor și proceselor din aceste domenii, cu accent pe menținerea echilibrului ecosistemelor forestiere; promovarea unui management modern pentru dezvoltarea durabilă a ecosistemelor forestiere și a ariilor protejate, bazat pe analiza complexă a dinamicii ecosistemelor naturale și utilizarea tehnicilor moderne de diagnostic, optimizare și fundamentare a deciziilor în activitățile din silvicultură și din domeniul protecției mediului; prin utilizarea unor abordări eco-inovative de dezvoltare a tehnologiilor de recoltare, transport și procesare completarea bazei de cunoștințe fundamentale, utilizarea pe scară largă a conceptelor definite de analiza ciclului de viață (LCA).

T4.10. Managementul durabil al bolilor și dăunătorilor, care implică (i) Prognoza și identificarea riscurilor agenților de dăunare. Modele (pe bază de proces, epidemiologic-populaționale sau fenomenologic – probabilistice) pentru prognoza riscului agenților de dăunare din date climatice; teledetecție și sisteme de recunoaștere a atacului dăunătorilor; sisteme de suport al deciziei de aplicare a tratamentelor de protecția plantelor care integrează modelele de prognoză cu teledetecția și sistemele informatice geografice; tehnici moleculare de identificare a agenților de dăunare; colecții de culturi de microorganisme fitopatogene și biblioteci de ADN pentru agenții fitopatogeni (inclusiv virusuri și micoplasme); tehnici integrative (genomice, transcriptomice, metabolomice) de evidențiere a efectelor agenților de dăunare biotici și abiotici (poluanți atmosferici, contaminanți de sol). (ii) Evaluarea și determinarea riscurilor agenților de dăunare. Baze de date referitoare la incidența diferitelor boli (virusuri, micoplasme, eubacterii, ciuperci fitopatogene) și dăunători în culturile agricole; cartarea buruienilor în sistem informațional geografic; tehnici de monitorizare a evoluției populațiilor de organisme dăunătoare (inclusiv a vectorilor pentru virusuri și micoplasme); sisteme biologice model pentru studiul unor agenți de dăunare emergenți (inclusiv a celor de carantină, în condiții de bio-securitate). (iii) Ierarhizarea și managementul riscurilor agenților de dăunare (cu reducerea dependenței de produsele chimice de protecție a plantelor). Modele ale pădurilor și de evaluare a pierderilor produse de agenții de dăunare; tehnici de evidențiere a riscurilor de dăunare; selectarea de agenți biologici de protecția plantelor (antagoniști pentru fitopatogeni; patogeni pentru artropodele dăunătoare; parazitoizi și prădători ai organismelor dăunătoare; patogeni ai buruienilor), caracterizarea lor prin tehnici

de biologie moleculară (inclusiv genomică, transcriptomică proteomică și metabolomică) și realizarea de bioproduse pe baza acestor agenți biologici;; sisteme integrate de protecția pădurilor.

#### 4.3. *Tematici de cercetare pentru bioresursele din zootehnie .*

Pentru creșterea animalelor și medicina veterinară, care au un rol major în asigurarea sănătății globale, asigură o valorificare superioară producției vegetale și furnizează resurse regenerabile importante pentru ramurile de procesare ale bioeconomiei, prioritățile de dezvoltare sunt: (i) lanț eficient de furajare, cu abandonarea utilizării unor aditivi controversați (ca de ex. antibioticele utilizate pentru stimularea creșterii și dezvoltării animalelor); (ii) Valorificarea excretei și a deșeurilor, în conformitate cu principiile economiei circulare, pentru producerea de furaje, fertilizanți, biostimulanți pentru plante, energie; (iii) asigurarea „sănătății globale” prin combaterea epizootiilor și validarea de noi instrumente și metode de diagnostic precoce; (iv) Continua ameliorare a speciilor de animale domestice, pentru reziliență și eficiență; (v) dezvoltarea unor sisteme de management de precizie al exploatațiilor zootehnice, prin implementarea pe scară largă a noilor tehnici și instrumente IT. In cele ce urmează vor fi detaliate două teme de cercetare asociate.

T4.11. Probiotice și prebiotice de nouă generație. Sunt destinate înlocuirii antibioticelor. Prin utilizarea antibioticelor în doze subterapeutice, fermierii au obținut reducerea infecțiilor bacteriene, îmbunătățirea stării de sănătate și a indicatorilor bioprodusivi la animale, dar pe termen lung această practică a condus la apariția unor tulpini bacteriene rezistente la antibiotice. Fenomenul de rezistență bacteriană dar și necesitatea obținerii unor alimente mai sănătoase, mai sigure, lipsite de reziduuri antibiotice, a impus la adoptarea unor măsuri de restrângerea treptată a utilizării antibioticelor ca promotori de creștere și în final, în Comunitatea Europeană, la interzicerea totală a utilizării antibioticelor în hrana animalelor începând cu 01.01.2006. Cercetări multiple arată că utilizarea promotorilor naturali de creștere (NGP), manipularea compoziției rațiilor și adoptarea unei strategii manageriale optime pot reprezenta o alternativă viabilă la utilizarea antibioticelor în hrana animalelor. Din categoria promotorilor naturali de creștere utilizați în hrana animalelor ca alternativă la antibiotice fac parte: probioticele, prebioticele, enzimele, acizii organici, extracte din plante, imunomodulatorii, levurile și unii muceți, proteinele antisecretoare (ASP), mineralele, vitaminele, acidul linoleic conjugat, fosfolipidele, aminoacizii, carnitina etc. Noua generație de probiotice și prebiotice exercită un efect complex asupra animalelor de fermă, contribuind la buna lor stare de sănătate și la buna lor dezvoltare. Microbiomul benefic reprezintă o glandă endocrină neglijată [67] până în prezent , care trebuie mai bine exploatată.

T4.12. Supliment nutraceutic pentru albine destinat activării sistemelor de apărare și detoxifiere. Albinele melifere sunt cei mai importanți polenizatori utilizați în sistemele de management antropic al culturilor agricole. Importanța lor economică majoră nu este dată de produsele stupului (miere, polen, propolis, extracte de larve de trântor, etc.), ci de rolul lor în polenizare. Circa 75% din culturile agricole depind de polenizarea de către insecte, valoarea economică a insectelor polenizatoare fiind estimată la 153 miliarde euro [68]. Politicile agricole aplicate în diferitele zone ale lumii, cum este de exemplu cea de susținere a culturilor pentru biocombustibili în Uniunea Europeană, cresc semnificativ necesarul de albine melifere polenizatoare [69]. Sindromul de colaps al coloniilor, în care interacția dintre factorii de stres biotici și abiotici are un rol major [70] determină pierderi economice semnificative și generează îngrijorare în ceea ce privește viitorul producțiilor culturilor agricole polenizate de albine. Susținerea mecanismelor naturale de apărare a albinelor împotriva factorilor de stres biotici, inclusiv a parazitului devastator *Varroa destructor* și a virusurilor pe care acesta le transmite, și abiotici, și în special a insecticidelor sistemice, reprezintă una din principalele modalități de intervenție în vederea limitării factorilor care afectează populațiile de albine melifere. Sistemele de detoxifiere și apărare din albine sunt induse preponderent de către compușii polifenolici specifici peretelui celular al polenului [71]. Hrana de substituție larg utilizată pentru hrănirea albinelor, pe bază de zahăr și/sau sirop de fructoză-glucoză, nu conține astfel de compuși nutraceutici care să susțină albinele în lupta împotriva paraziților, patogenilor și poluanților xenobiotici. Este deci necesară realizarea unui supliment nutraceutic care să faciliteze activarea sistemelor de apărare și de detoxifiere, atât la nivelul fiecărui individ, cât și la nivelul întregii colonii.

#### *4.4. Tematici de cercetare pentru bioresursele din piscicultură și acvacultură*

Pentru piscicultura și acvacultura, care contribuie la asigurarea securității alimentare și oferă soluții de utilizare durabilă a resurselor în zonele umede, prioritățile de cercetare-dezvoltare sunt (i) ridicarea la scară și comercializarea inovării pentru obținerea de produse durabile din zone umede (inclusiv Lunca și Delta Dunării și zona litorală); (ii) dezvoltarea sistemelor integrate, de agro-acvacultură, cu prevenirea și reducerea eroziunii și eutrofizării; (iii) dezvoltarea sistemelor de management de precizie al sistemelor piscicole și de acvacultură; (iv) noi soluții inovative pentru creșterea contribuției la securitatea alimentară. În continuare vor fi detaliate două teme de cercetare care au scop creșterea profitabilității domeniului.

*T4.13. Creșterea micro-algelor pentru obținerea de produse cu valoare adăugată mare.* O serie de micro-alge acumulează compuși cu valoare adăugată (foarte) mare – tabelul 12. Optimizarea producerii lor implică: ameliorarea speciilor de alge care produc compuși cu valoare mare; dezvoltarea de medii de cultură și

de tehnologii de cultivare prin care se reduc consumurile specifice; perfecționarea modalităților de prelucrare a biomasei microalgale pentru obținerea produselor cu valoare adăugată mare.

Tab. 12. Potențialul de piață al produselor obținute din micro-alge

Compuți cu valoare mare	Dimensiune piață		Nivel prețuri* (\$USkg <sup>-1</sup> )
	Valoare estimată (mio.US\$)	Rata anuală de creștere– CAGR	
Carotenoizi	1800 (2019) <sup>a</sup>	3,2%(2014-2019) <sup>a</sup>	-
Beta-caroten	532 (2019) <sup>a</sup>	3,3% (2014-2019) <sup>a</sup>	300-1500 <sup>a</sup>
Luteină	314 (2019) <sup>a</sup>	3,6%(2014-2019) <sup>a</sup>	-
Astaxantină	423 (2019) <sup>a</sup>	2,3%(2014-2019) <sup>a</sup>	200-7000 <sup>a</sup>
Cantaxantină	117 (2019) <sup>a</sup>	3.7%(2014-2019) <sup>a</sup>	100-500 <sup>d</sup>
Ficocobiliproteine	60(2019) <sup>b</sup>	-	500-50,000 <sup>d</sup>
Acizi grași Omega-3	4960 (2020) <sup>c</sup>	11,6% (2013-2020) <sup>c</sup>	80-160 <sup>d</sup>

a – BCC 2015, <http://www.bccresearch.com/market-research/food-and-beverage/carotenoids-global-market-report-fod025e.html>

b – QYResearch 2016, <http://www.researchmoz.us/global-phycobiliprotein-industry-2016-market-research-report-report.html>

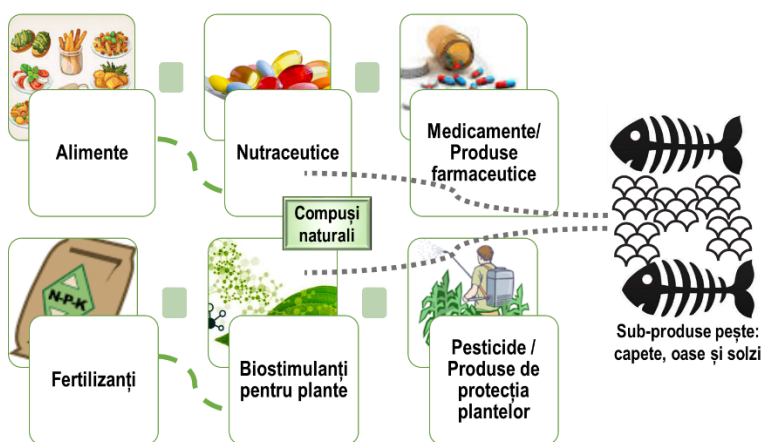
c – M&M 2016, <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/omega-3-omega-6-227.html>

d – Borowitzka, 2013

#### T4.14. Valorificarea totală a sub-produselor din pești de apă dulce.

Ciprinidele de crescătorie, crapul (*Cyprinus carpio*) și mai ales speciile introduse, novac (*Arystichtys nobilis*), cteno (*Ctenopharingodon idella*), sânger / fitofag (*Hypophthalmichthys molitrix*) sunt pești de mari dimensiuni – la comercializare depășind 5-7 kg. Astfel de pești mari sunt vânduți, de obicei în stare proaspătă numai după procesare, cu separarea **solzilor**, a **oaselor** principale și a **capului** [72] – care sunt fluxuri laterale rapid **transformabile în deșeuri**, în lipsa unei valorificări rapide. Tema propune o **tehnologie integrată** prin care se **recuperează** din aceste fluxuri laterale: collagen (hidrolizat) și făină de oase de pește (**suplimente nutritive**), peptide și poliamine - **biostimulanți pentru plante** (fig.1). Fiecare dintre aceste produse are o valoare de întrebuințare ridicată. Colagenul din pește reprezintă o sursă alternativă celui din mamifere și păsări, având o serie de avantaje în realizarea de nutraceutice, în special datorită unei mai bune bio-disponibilități [73]. **Biostimulanții pentru plante** sunt o nouă categorie de produse utilizate ca inputuri în tehnologiile de cultură a plantelor, care determină: **creșterea** eficienței de **preluare** și **utilizare** a **nutrienților** de către plante, **mărirea rezistenței** la factorii de **stres** abiotici și **îmbunătățirea calității recoltei** [74]. Biostimulanții pentru plante, reglementați prin anunțatul nou Regulament al fertilizanților EC intenționează să introducă nuanțe în tehnologiile

de cultură a plantelor, similare cu cele din domeniul sănătății umane – fig. 1. Făină de oase de pește este un supliment nutritiv esențial în cazul furajării peștilor răpitori cu proteine vegetale [75].



*Fig. 24. Produsele cu valoare adăugată mare obținute prin utilizarea tehnologiei propuse din sub-produsele de pește, cu încadrarea lor în categoriile de suplimente nutritive / nutraceuți și biostimulanți pentru plante*

## 5. Tematici pentru proiecte de cercetare și inovare cu rol cheie în implementarea priorităților de dezvoltare identificate pentru sectoarele de procesare bioresurse

Tematicile de proiecte pentru sectoarele de procesare bioresurse vor fi prezentate pe două categorii, cele referitoare la Bioenergie – biogaz, biomasă, biocombustibil / biorafinare și cele referitoare la biotehnologii și bioeconomie circulară. Bioeconomia circulară nu este inclusă explicit în cadrul sub-domeniilor de specializare inteligentă. În conformitate cu abordările UE referitoare la bioeconomie ca un domeniu trans-sectorial al producerii bioresurselor și al industriilor bazate bioresurse și al (bio)economiei circulare, o economie cu „zero-deșeuri”, ciclurile valorice trans-sectoriale sunt acele cicluri care valorifică superior fluxurile laterale din bioeconomie, prin realizarea de produse cu valoare adăugată mare, inclusiv inputuri inovative pentru tehnologiile de cultivare a plantelor, cum sunt de exemplu biostimulanții pentru plante, și cu recuperarea finală a nutrienților, a apei și a energiei reziduale.

Sistemele bazate pe economia circulară păstrează valoarea adăugată în produse cât mai mult timp posibil și elimină deșeurile. Acestea mențin resursele în cadrul economiei în cazul în care un produs a ajuns la sfârșitul duratei sale de viață, astfel încât resursele să poată fi utilizate iar și iar, într-o manieră productivă și astfel să creeze în continuare valoare. Tranziția către o economie mai circulară impune schimbări în lanțurile valorice, de la proiectarea produsului la noi modele de afaceri și de piață, de la modalități noi de transformare a deșeurilor într-o resursă la moduri noi de comportament al consumatorilor. Această tranziție implică o schimbare sistemică deplină și inovare nu numai în privința tehnologiei, ci și în organizații, societate, metode



de finanțare și politici. Chiar și într-o economie cu un pronunțat caracter circular, vor persista unele elemente de linearitate întrucât sunt necesare resurse virgine și sunt eliminate deșeurile reziduale.

Cererea de biomasă va crește dramatic în deceniile următoare. Până în 2050, se estimează că populația lumii va ajunge la 9,1 miliarde. Cum este de așteptat ca veniturile să crească, preferințele alimentare și dietele pot, de asemenea, să se modifice. Există niște estimări potrivit cărora 9,1 miliarde de oameni vor avea nevoie de 70% mai multă hrană și hrană pentru animale decât consumă acum. Totodată, cererea de biomasă în sectoare precum energia și bioproduse crește de asemenea, cu toate că unele sectoare (de exemplu hârtie) pot prezenta o scădere a cererii. În sectoarele industriale este prevăzută o tranziție spre materiale biologice și energie verde. Sistemul CDI va trebui să contribuie la facilitarea acestei tranziții prin serviciile noi. Dacă procesele sunt optimizate putem produce biomasă cu o mai mică influență asupra mediului.

#### *5.1. Tematici de cercetare pentru procesarea bioresurselor pentru energie*

Pentru producerea de bioenergie din biomasă, ca de ex. biogaz și de combustibili lichizi (de ex. etanol lignocelulozic), care reprezintă o modalitate eficientă de a converti biomasa recalcitrantă și deșeurile în purtători de energie "verde", prioritățile de dezvoltare sunt: (i) optimizarea etapelor critice de conversie a biomasei recalcitrante și deșeurilor în purtători de energie "verde"; (ii) conversia biogazului în metan, inclusiv prin fixarea bioxidului de carbon în fotosinteză micro-algală; (iii) Reciclarea nutrienților din efluxuri, ca de ex. a fosfatului din digestatul lichid de la producerea de biogaz, sau din vinasă de la producerea de etanol lignocelulozic; (iv) valorificarea superioară a ligninei reziduale.

T5.1. Utilizarea biomasei pentru producerea de catalizatori, produse chimice și combustibili. Principalele provocări legate de conversia biomasei în produse chimice de înaltă valoare se referă la descoperirea unor catalizatori eficienți și ieftini pe bază de precursori abundenți și a unor procese de fabricație sustenabile. Cei mai mulți **catalizatori utilizați în prezent** în conversia biomasei în substanțe chimice se bazează pe **metale nobile**, cum ar fi Pt, Pd, Ru etc. În plus, ei sunt catalizatori foarte scumpi și cu activitate slabă în medii acide sau bazice din cauza efectelor de otrăvire. Multe organisme de finanțare a cercetării au recunoscut importanța descoperirii de catalizatori durabili pentru obținerea de produse chimice din biomasă. Cu toate acestea, până acum progresele sunt limitate în această direcție. **Noutatea** acestei propuneri (prezentată în fig. 25) constă în **folosirea biomasei**, resursa regenerabilă cea mai abundentă de pe planetă, pentru **obținerea cu costuri reduse de catalizatori, generarea de hidrogen și electricitate**, precum și pentru obținerea de **substanțe chimice și combustibili**.

Tratarea hidrotermală a biomasei este în măsură să genereze în condiții corespunzătoare nanostructuri pe bază de carbon, numite "Hydrothermal Carbon Materials" (materiale HTC) [76] În același timp, faza apoasă rămasă conține cantități semnificative de substanțe chimice importante, cum ar fi furfural, 5-hidroximetilfurfural (5-HMF), acid levulinic, acid formic, acidul lactic, hidroxiacetona, etc. Aceste substanțe chimice sunt incluse în "topul celor 10 substanțe chimice", care ar putea fi utilizate ca molecule platformă pentru sinteza substanțelor chimice din produse biologice, în conformitate cu Departamentul de Energie al SUA. Ideea care stă la baza acestei teme de cercetare este de a utiliza materialele HTC derivate din biomasa drept **catalizatori durabili** pentru conversia substanțelor chimice rămase în faza lichidă în intermediari chimici platformă pentru biorafinare.

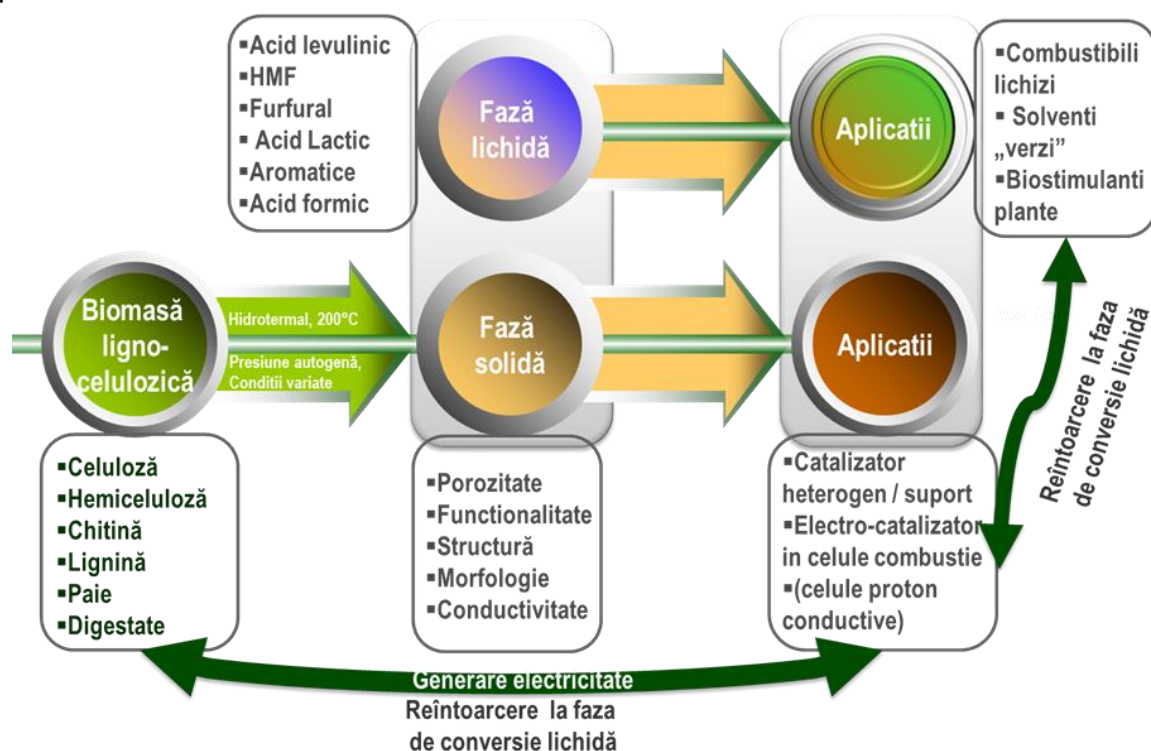


Fig.25. Conceptul proiectului BioCat-Biochem: Utilizarea biomasei pentru producerea de catalizatori, produse chimice si combustibili.

T5.2. Folosirea digestatului lichid de la producerea de biogaz pentru cultivarea mixotrofă a algelor. In afara de biogaz, din instalațiile de digestie anaerobă rezultă și un digestat, o suspensie lichidă cu maximum 20% substanță uscată. Din digestat se separă prin centrifugare un digestat solid, folosit direct ca biofertilizant sau pentru producerea de energie termică prin ardere, și un digestat lichid, cu conținut ridicat de azot și/sau de fosfor. Utilizarea directă a digestatului lichid ca biofertilizant de sol are câteva dezavantaje. Costurile asociate aplicării pe mari suprafețe a unor volume considerabile de digestat lichid sunt ridicate. Aplicarea sezonieră a digestatului lichid, doar în perioadele în care solul nu este

acoperit cu vegetație, implică construirea unor mari bazine de stocare. Riscurile de mediu sunt semnificative, datorită ratei ridicate de volatilizare a amoniacului și de spălare a nutrienților, ca și a prezenței contaminanților, în special a elementelor potențial toxice / metalelor grele și a enteropatogenilor. Aplicarea în timpul iernii a digestatului lichid, cea mai lungă perioadă în care circa 80% din terenurile agricole nu sunt acoperite cu vegetație, amplifică riscurile de spălare a nutrienților, transformându-le chiar în riscuri de eroziune primăvara, la topirea zăpezilor. Datorită conținutului ridicat de mangan în digestatul lichid, aplicarea repetată a acestuia determină apariția fenomenelor de fitotoxicitate datorate manganului în exces. [77].

Epurarea digestatului lichid cu un conținut ridicat de amoniu implică procedee microbiologice de oxidare anaerobă a amoniacului (Anammox), inclusiv sub forma pilele de biocombustie microbiologice. Acest tip de procedee sunt însă inhibitate de excesul de amoniu sau de substanțe organice [78]. Astfel de conținuturi ridicate de amoniu și de substanțe organice sunt frecvente în digestatele lichide, fiind caracteristice digestoarelor de biogaz utilizate pentru valorificarea energetică a deșeurilor alimentare. De asemenea, prin aplicarea acestor procedee nu se reduce conținutul de fosfor. În plus, ca și în cazul tratamentelor de stripare fără recuperarea amoniacului, acest tip de procedee au dezavantajul de a determina pierderi de nutrienți (pentru plante) cu azot fixat.

Utilizarea digestatului lichid pentru cultura hidroponică a legumelor sau pentru cultivarea mixotrofă a microalgelor valorifică superior nutrienții cu azot și fosfor, fără riscurile de mediu asociate volatilizării amoniacului și spălării nutrienților. Riscul igienico-sanitar crește însă semnificativ în cazul utilizării digestatului lichid în cultura hidroponică a legumelor, pentru că favorizează procesele de dezvoltare, în interiorul recoltei comestibile / fructelor în curs de maturare, a unor enteropatogeni majori, cum este *Escherichia coli* O157:H7 [79]. Tehnologiile de cultivare mixotrofă a microalgelor pe medii cu digestat lichid, sunt promițătoare, și necesită investigații suplimentare pentru a fi dezvoltate și aplicate pe scară largă [80].

T5.4. Solvenți eutectici naturali pentru biorafinare. O direcție de cercetare de interes pentru agenții economici (mari) din domeniul procesării bioresurselor este cea a solvenților eutectici naturali, cu punct scăzut de topire. Un exemplu tipic este solventul realizat prin amestecul de 2 moli de uree cu 1 mol de clorură de colină. Amândouă substanțele sunt solide la temperatura camerei și au puncte de topire peste 150°C. Acești solvenți ai secolului 21, ilustrați în figura 5, au o serie de caracteristici (capacitatea de a solubiliza lignina și celuloza, compatibilitatea cu sistemele enzimatică utilizate în biorafinare), care îi fac ideali pentru industria de biorafinare sau pentru industria de celuloză și hârtie (unde permit implementarea conceptului de "omnivorous pulping"). De asemenea acești solvenți sunt

improtanți pentru realizarea de biorăfinării de capacitate mică, ca primă etapă în desfacerea materialului lignocelulozic – prin care se simplifică procedura de pre-tratament a biomasei. Solvenții eutectici necesită o evaluare eco-toxicologică înainte de a fi utilizați pe scară largă, întrucât eco-toxicitatea lor, în special pentru organisme acvatice, este încă în dezbatere.

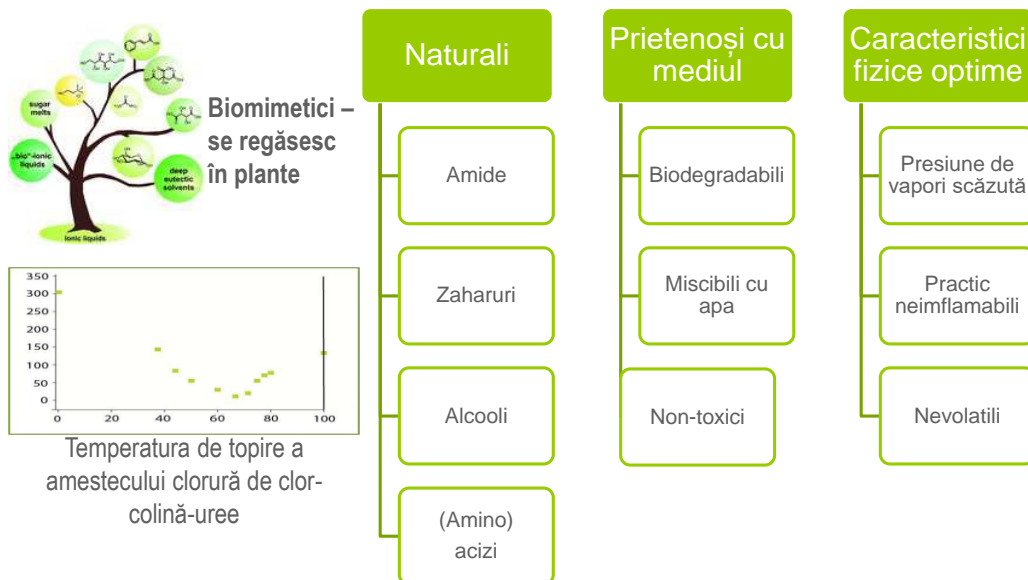


Fig. 26. Solvenții eutectici naturali, cu punct scăzut de topire scăzut, de interes pentru agenții economici din domeniul procesării bioresurselor.

**T.5.5. Biorăfinării de dimensiuni mici.** În prezent, ca răspuns la acțiunile de conservare a resurselor energetice, de folosire a resurselor naturale regenerabile pentru fabricarea de biocombustibili se dezvoltă tot mai multe unități în vederea fabricării de biocombustibili, la nivel european și mondial, în vederea atât a reducerii poluării mediului cât și a unei gestionări inteligente a resurselor. Și România se înscrie în acest trend al prezentului astfel că biorăfinarea și biocombustibilii au devenit un domeniu prioritar urmărind dezvoltarea de materiale și combustibili pentru asigurarea unei dezvoltări durabile reale și eficiente. Aceste întreprinderi de mici dimensiuni, care produc concomitent solvenți sau intermediari pentru industria chimică sau pentru materiale bioplastice și inputuri tehnologice pentru cultivarea plantelor - ca de ex. biostimulanți pentru plante sau (bio)fertilizanți. Astfel de biorăfinării au o productivitate mare, au costuri investiționale relativ reduse, și au un impact semnificativ asupra dezvoltării zonelor rurale, cu închidere biomimetică a lanțurilor de valoare pe bază de biomasă. Un exemplu de astfel de biorăfinărie de mici dimensiuni este prezentat în figura 27. Este un exemplu de procesare în cascadă și de simbioză industrială. Simbioza industrială are la baza principiul simbiozei din sistemele naturale, prin revalorificarea deșeurilor, produselor secundare rezultate dintr-un ciclu de producție ca resurse în cadrul unui alt proces de producție. Practic este vorba de un mod nou de a privi activitatea economică, în care preocupările pentru mediu

(atât de costisitoare) sunt transformate în oportunități de profit și beneficii (nu neaparat materiale) prin stabilirea de parteneriate de tip simbiotic între companii din diverse industrii, prin care deșeurile/produsele secundare rezultate din activitatea unei unități devin resurse pentru o altă activitate, reducându-se astfel consumul de materii prime, cantitatea de deșeuri generată și impactul asociat asupra mediului. Se creează astfel un organism economic nou, cu eficiență crescută în utilizarea materiei și energiei

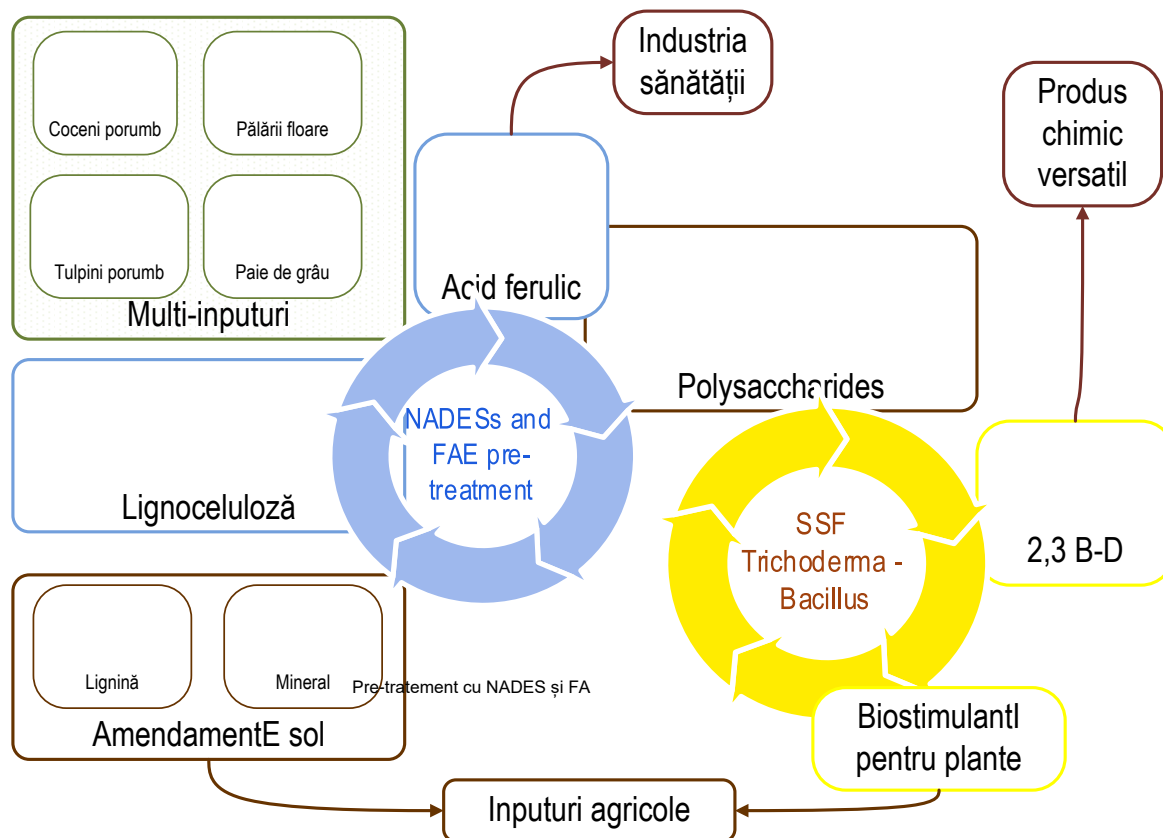


Fig. 27. Exemplu de proces în cascadă care se poate aplica în cadrul unei biorafinării de mici dimensiuni.

### 5.1. Tematici de cercetare pentru procesarea bioresurselor prin biotehnologie și în cadrul bioeconomiei circulare.

Pentru biotehnologii, care reprezintă baza dezvoltării bioeconomiei, prioritizările sunt: (i) Biotehnologii agro-alimentare; (ii) Biotehnologii medicale și farmaceutice; (iii) Biotehnologii industriale; (iv) Biotehnologii de mediu; (v) Bionanotehnologii; (vi) Bioanaliza. Bioeconomia circulară se realizează în primul rând prin biotehnologii și se adresează mai ales închiderii ciclurilor valorice. În cazul ciclurilor valorice trans-sectoriale din bioeconomie în valoarea fondurilor CDI se includ și cele pentru (bio)economia circulară. Tranziția către o economie circulară reprezintă o schimbare sistemică. În plus față de acțiunile clar direcționate care vizează fiecare fază a lanțului valoric și sectoarele-cheie, este necesar să se creeze condițiile în care o economie circulară poate prospera și

resursele pot fi mobilizate. Inovarea va juca un rol esențial în această schimbare sistemică. Pentru a regândi modalitățile noastre de producție și consum și pentru a transforma deșeurile în produse cu valoare adăugată ridicată, vom avea nevoie de noi tehnologii, procese, servicii și modele de afaceri care vor configura viitorul economiei și al societății noastre. Prin urmare, sprijinirea cercetării și a inovării va reprezenta un factor major în încurajarea tranziției; aceasta va contribui, de asemenea, la competitivitatea și modernizarea industriei UE. Programul de lucru Orizont 2020 pentru perioada 2016-2017 conține o inițiativă esențială: „Industria 2020 în economia circulară”, care va acorda peste 650 de milioane EUR pentru proiecte demonstrative inovatoare care sprijină obiectivele economiei circulare și competitivitatea industrială în UE într-o gamă variată de activități industriale și de servicii, inclusiv procesele de producție, industria de prelucrare și noile modele de afaceri. De asemenea, inițiativa explorează o abordare-pilot menită să-i ajute pe inovatorii care se confruntă cu obstacole în materie de reglementare (de exemplu, dispoziții juridice neclare), prin instituirea unor acorduri cu părțile interesate și cu autoritățile publice („acorduri de inovare”).

T5.6. Extracția enzimatică a compușilor bioactivi din fluxurile laterale ale bioeconomiei. Un exemplu ilustrativ pentru oportunitățile oferite sistemului CDI din bioeconomia României este cel al închiderii ciclurilor din industria alimentară. Această industrie, cu ponderea cea mai ridicată în PIB-ul României, se caracterizează prin lanțuri valorice care nu sunt circulare. Fluxurile laterale sunt generate într-o proporție ridicată. O astfel de caracteristică nu este specifică numai României, fiind o problemă de sistem la nivel mondial. Subprodusele din diferitele ramuri ale industriei alimentare rezultă într-un procent semnificativ din procesul de producție. Sistemul CDI din bioeconomia trans-sectorială poate ajuta în tranziția către o societate cu deșeuri reduse prin prevenirea transformării sub-produselor în deșeuri și valorificarea superioară a respectivelor sub-produse. În timp ce dezvoltarea unei societăți cu deșeuri zero necesită luarea în considerare a unor factori importanți, în afară de procesare, dezvoltarea durabilă și inovativă a proceselor industriale poate ajuta oferind o platformă în atingerea acestui obiectiv. Un exemplu de proiect de proiect care este în același timp de și de biotehnologie și de bioeconomia circulară este cel de extracție enzimatică a compușilor bioactivi din fluxurile laterale agro-alimentare. se referă la un procedeu secvențial, prin care se extrag și se purifică compuși biologic activi din diverse materiale rezultate din fluxurile laterale ale industriei agro-alimentare și/sau bio-farmaceutice (tescovină de struguri și de fructe, tărâțe, șroturi de rapiță, biomasă extrasă de plante medicinale, etc.). Acești compuși biologic activi sunt în primul rând compuși fitochimici, cu o activitate anti-oxidantă și/sau cu rol de reglare a metilării ADN - ilustrați în fig. 28 de mai jos. Compuși fitochimici, anti-oxidanți și/ sau inhibitori ai metilării ADN, extrași din fluxurile laterale ale unor lanțuri valorice din

bioeconomie (sub-produse / co-produse ale industriei alimentare sau a celei bio-farmaceutice, care utilizează plante medicinale ca materie primă) sunt utilizați pentru realizarea de nutraceutice (suplimente nutritive), cosmeceutice (produse cosmetice cu rol fiziologic), aditivi alimentari (pentru fortifierea alimentelor sau pentru protecția lor anti-oxidantă), etc

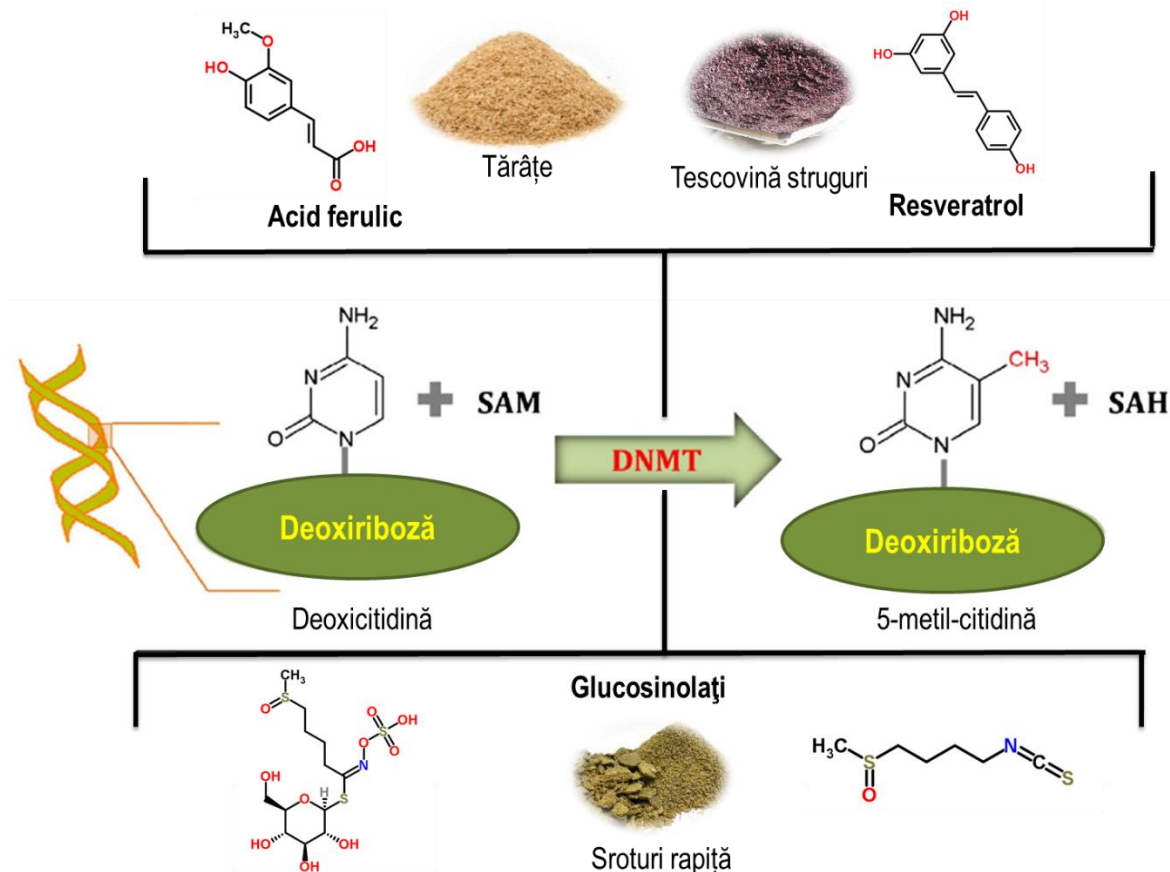


Fig. 28. Ilustrarea acțiunii unor compuși de inhibare a metilării ADN. Un echilibru corespunzător al metilării ADN este un proces biochimic esențial pentru buna funcționare a organismelor, o hipermetilare a ADN fiind caracteristică celulelor canceroase. O serie de compuși fitochimici, care se regăsesc în cantități semnificative în diferitele co/sub-produse ale industriei agro-alimentare și/sau bio-farmaceutice (resveratrolul din struguri, glucozinolații din șroturi de rapiță, acidul ferulic din tărâțe și alte co/sub-produse bogate în hemiceluloză) au un rol de inhibare a metilării ADN, contribuind la reglarea exprimării genelor prin mecanisme epigenetice. Modificat, după [81].

Resveratrolul, care se regăsește în cantități semnificative în tescovină de struguri [82], are o acțiune anti-oxidantă și de reglare a metilării ADN / epigenomului, care determină în final multiple efecte benefice – de prevenire a cancerului, de încetinire a îmbătrânirii, anti-diabetică [83]. Glucozinolații au un efect chemopreventiv și de reducere a inflamațiilor [84]. Acidul ferulic prezintă acțiune anti-oxidantă, prebiotică / de stimulare a dezvoltării bacteriilor probiotice



benefice și de reglare a metilării ADN [85]. Cinconina, alcaloid prezent în coaja copacului de chinină, și care se acumulează în materia primă după extragerea chininei, are un efect anti-inflamator și de reglare a sindromului metabolic / obezității, care se pare că implică mecanisme epigenetice [86].

Procedeul secvențial de extracție enzimatică și purificare a compușilor biologic activi din fluxurile laterale ale lanțurilor valorice din bioeconomie este prezentat schematic în fig. 29.

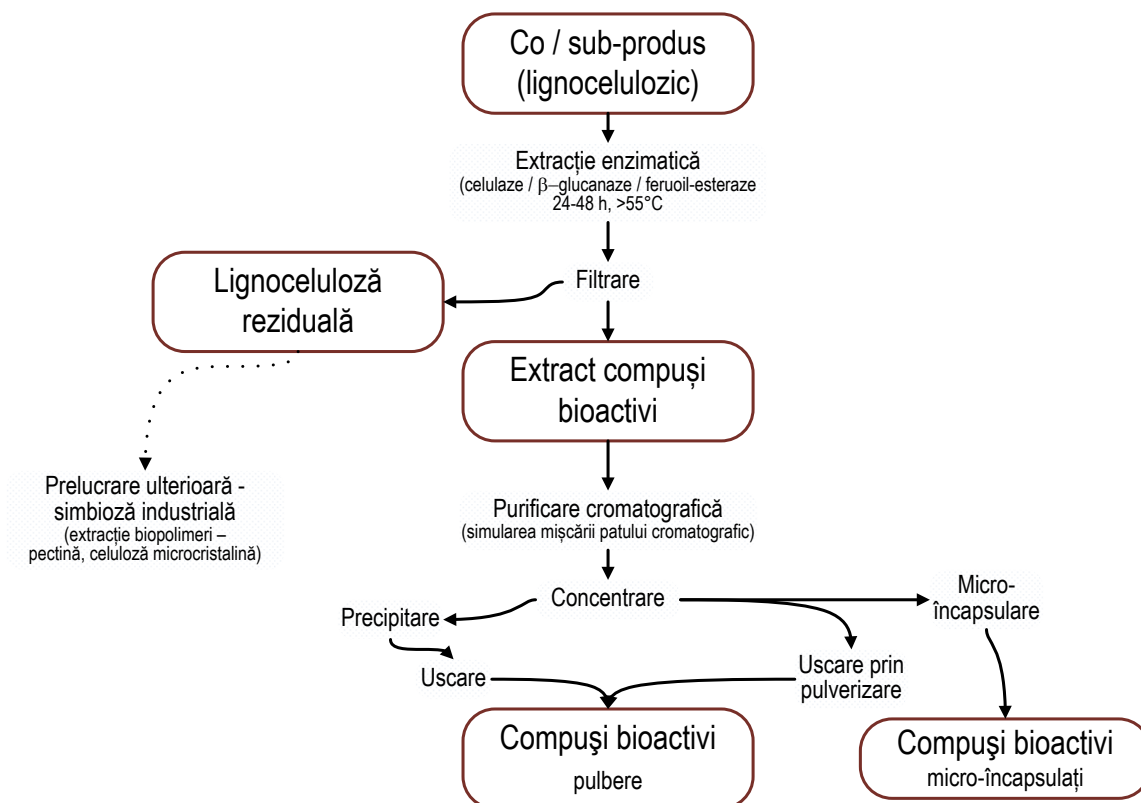
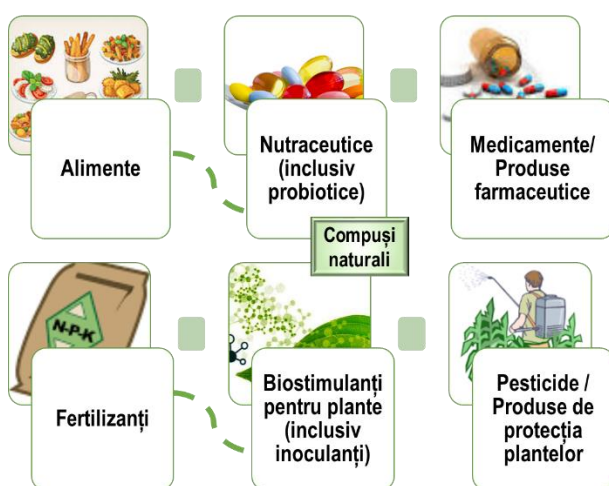


Fig. 29. Schema procedurii secvențiale de extracție și purificare a compușilor biologic activi din fluxurile laterale ale lanțurilor valorice din bioeconomie

**T5.7. Biostimulanți de nouă generație. Biostimulanții pentru plante** sunt o nouă categorie de produse utilizate ca inputuri în tehnologiile de cultură a plantelor, care determină: **creșterea** eficienței de **preluare** și **utilizare** a **nutrienților** de către plante, **mărirea rezistenței** la factorii de **stres** abiotici și **îmbunătățirea calității recoltei** [74]. Piața mondială a biostimulanților pentru plante este estimată să atingă 2.241 milioane US\$ până în 2018, cu o rată anuală compusă de creștere (CAGR) de 12,5 % până în 2018 [87]. Interesul crescut pentru biostimulanți este determinat de faptul că această nouă categorie de inputuri agricole asigură o **intensificare sustenabilă** a producțiilor agricole [88]. Acest interes pentru **biostimulanții pentru plante**, în directă legătură cu **fertilizantii**, este demonstrat și de revizuirea cadrului legislativ la nivelul Uniunii Europene. Anunțatul nou **Regulament** referitor la **fertilizantii EC**, COM (2016)



157, inclus în **pachetul economiei circulare**, se referă și la **biostimulanți pentru** plante. Acest nou Regulament UE definește două mari clase de biostimulanți: **microbieni** (inoculanți - *Azotobacter* spp., ciuperci de micoriză, *Rhizobium* spp., *Azospirillum* spp.) și **non-microbieni, organici** („conținând carbon numai de origine animală sau vegetală”) și **anorganici** (în special elemente benefice, ca de ex. siliciu solubil / acidul silicic). Noul Regulament al fertilizanților EC este o componentă a unui cadru legislativ mai larg, care intenționează să introducă **nuanțe** în **tehnologiile de cultură a plantelor** [89], **similare** cu cele din **domeniul sănătății umane** – fig. 30. Ca urmare a acestor schimbări legislative se așteaptă ca biostimulanții pentru plante să genereze în agricultură și în biotehnologiile agricole o **stimulare a inovării și a cercetării**, similară cu cea pe care nutraceuticele / suplimentele nutritive au generat-o în industria alimentară / biotehnologiile alimentare [90].



*Fig. 30. Nuanțările în curs pentru inputurile agricole, similare cu cele care s-a produs în ultimii 20 ani în domeniul sănătății umane. Compuși naturali, cu un efect fiziologic benefic dovedit, sunt concentrați în suplimente alimentare / nutraceutice.*

**Noua generație de biostimulanți** pentru plante, produse active la doze mici și foarte mici, va fi reprezentată de **concentrate** ale **ingredientelor** active. Exemple de ingrediente active de acest tip sunt compușii cu rol de **exo-semnale**, care **modulează** cascada reglatoare de **endo-semnale** din țesuturile vegetale, prin care plantele percep și răspund la diferiți factori de mediu [91]. Osmoprotectanții, cum sunt de ex. compușii azotați (poliamine, glicin-betaină) și aminoacizii (prolină, ectoină) reglează răspunsul plantelor la factorii de stres abiotici [92] și eficiența de utilizare a nutrienților [93]. Astfel de exo-semnale sunt produse și de microorganismele biostimulante pentru plante – de ex. *Azospirillum*, care produce poliamine [94]. **Produsul propus** prin tematica de cercetare va include **astfel de biostimulanți de nouă generație, concentrat de exo-semnale**. Biostimulanții pentru plante de nouă generație sunt produse a căror primă acțiune fiziologică este aceea de a crește eficiența de preluare și utilizare a nutrienților. Biostimulanții pentru plante (cu fertilizanți) asigură intensificarea sustenabilă / durabilă a

producțiilor agricole, și creșterea competitivității fermierilor care utilizează efectiv astfel de produse.

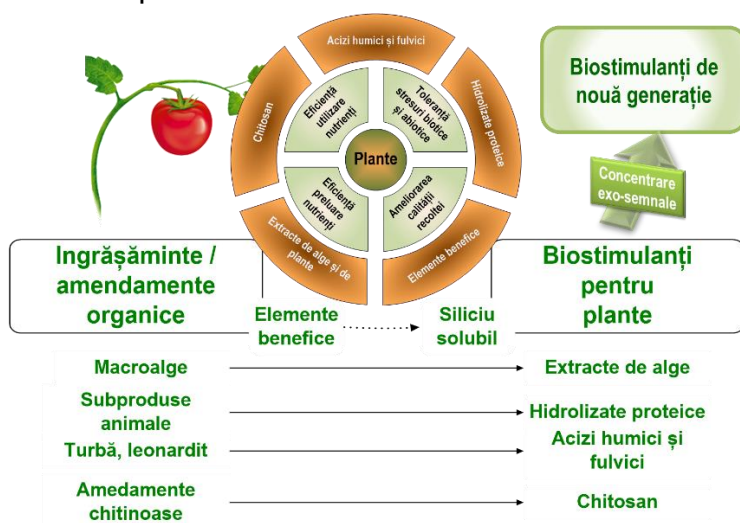


Fig. 31. Noua generație de biostimulanți pentru plante, active la doze mici și foarte mici, care se va produce prin concentrarea ingredientelor active din biostimulanții deja existenți.

**T5.8. Recuperarea fosforului din fluxurile laterale ale bioeconomiei.** Fosforul este o resursă limitativă în cadrul economiei europene. Anunțul nou **Regulament** referitor la **fertilizantii EC**, COM (2016) 157, care, este inclus în **pachetul economiei circulare** și are o directă legătură cu **ciclurile valorice trans-sectoriale**. Revizuirea Regulamentului privind îngrășămintele are ca scop stabilirea unui cadru de reglementare care să permită producerea de îngrășăminte din biodeșeurile reciclate și din alte materii prime secundare, în conformitate cu Strategia în domeniul bioeconomiei, care include producția de resurse biologice regenerabile, precum și conversia acestor resurse și a fluxurilor laterale de subproduse în produse cu valoare adăugată. De asemenea acest regulament menționează explicit necesitatea reciclării fosforului din bioresurse, indisolubil legată de bioeconomie. Una dintre principalele componente ale îngrășămintelor este roca fosfatică, care a fost identificată de Comisie ca materie primă critică. Pentru îngrășămintele fosfatice, UE este în prezent foarte dependentă de importul de rocă fosfatică extrasă din afara UE (peste 90% din îngrășămintele fosfatice utilizate în UE sunt importate, în special din Maroc, Tunisia și Rusia). Toate acestea în timp ce deșeurile menajere (în special nămolurile de epurare) conțin cantități mari de fosfor, care — dacă ar fi reciclat în conformitate cu modelul economiei circulare — ar putea acoperi circa 30-40 % din cererea UE de îngrășăminte fosfatice. Reducerea semnificativă a conținutului de azot și de fosfor din digestatul lichid, cu recuperarea nutrienților pentru plante, se realizează prin precipitare sub formă de struvit, un compus greu solubil în apă la pH neutru / alcalin, format din ioni de magneziu, amoniu și fosfat, cristalizați cu șase molecule de apă. Procedeele de precipitare a azotului amoniacal și a fosforului din digestatul lichid, sub formă de struvit, fosfat dublu de magneziu și amoniu hexahidrat, sunt, din punct de vedere economic, printre cele mai rentabile

procedee de tratare a digestatului, și contribuie la reducerea exploatării unei resurse minerale epuizabile, roca fosfatică. Procedeele de precipitare a struvitului din apele reziduale care au conținut ridicat de azot și/sau fosfor implică adăugarea de ioni de magneziu și, eventual, și de ioni de fosfor sau amoniu, pentru a se ajunge la raportul optim necesar reacției de precipitare:



Prin această reacție de precipitare se pot recupera atât fosforul, cât și azotul din fluxurile laterale ale bioeconomiei. Cercetarea necesară are ca scop optimizarea procedurii pentru diferitele tipuri de bio-deșeuri.

*T5.9. Inputuri tehnologice inovative pentru formarea de bioecosisteme cu nitrificare redusă.* O altă tematică de cercetare din domeniul inputurilor tehnologice alternative și inovative pentru cultura plantelor, care se pot realiza din subproduse ale industriei alimentare este cea a mijloacelor prin care se integrează fertilizarea cu azot și biostimularea plantelor (inclusiv prin activarea unor căi de rezistență menționate mai sus) în cadrul unei abordări biomimetice direcționate spre agrosisteme cu nitrificare redusă, prezentată în fig. 32.

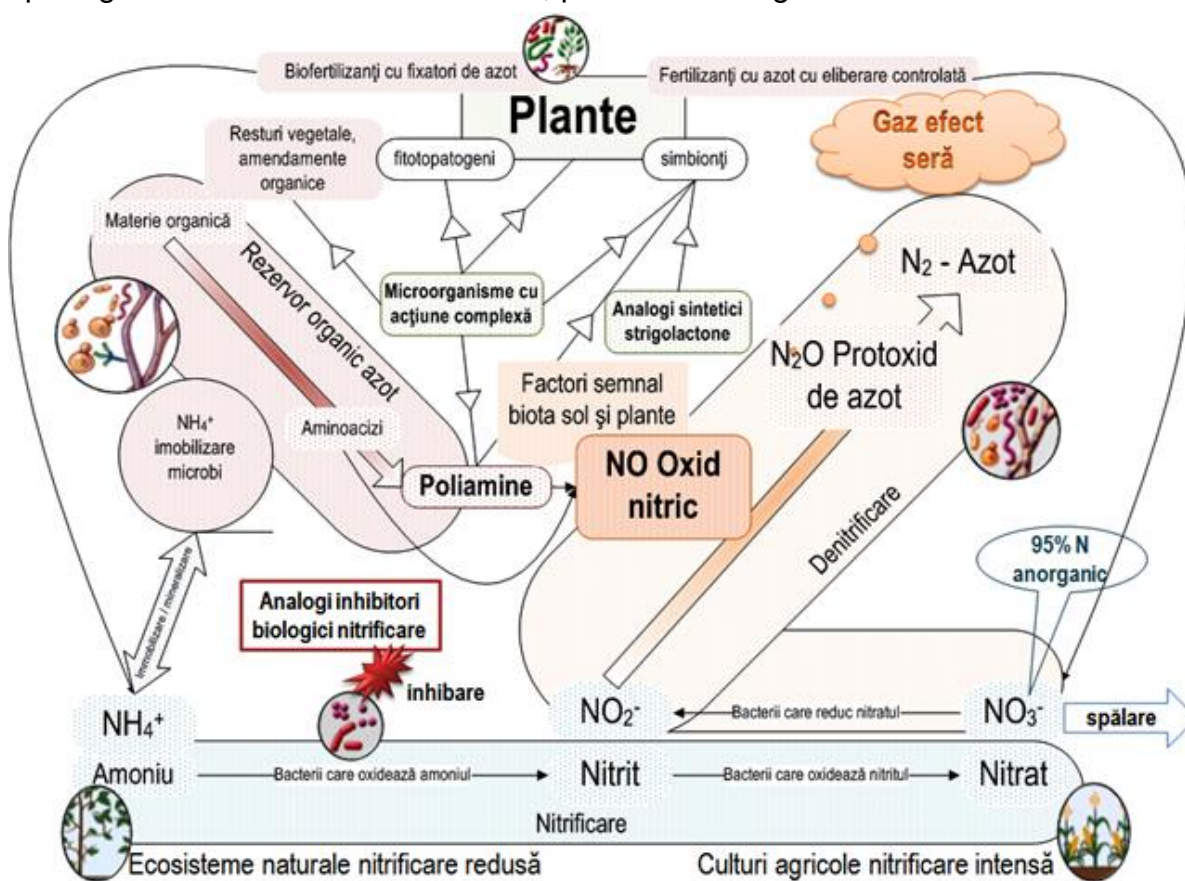


Fig.4. Abordarea biomimetică pentru transformarea sistemelor agricole în sisteme cu nitrificare redusă, prin care se urmărește intensificarea durabilă a producțiilor agricole, cu reducerea impactului negativ al nivelului ridicat al azotatului din soluri – producere de gaze cu efect de seră, poluare ape de suprafață și freatice.

În cadrul acestei direcții de cercetare de biotehnologie / bioeconomie circulară, referitoare la noi inputuri pentru sectorul de producere bioresurse au mai fost propuse următoarele teme:

- ✓ Fertilizanți cu azot incluși în structuri cu eliberare controlată în funcție de factorii de mediu (inclusiv nivel azotat) și bioproduse care favorizează acumularea de poliamine / azot organic în sol (compost supresiv peletizat, extracte de micro-alge, hidrolizate de aminoacizi, bioproduse microbiene care stimulează formarea de poliamine în sol din resturi vegetale);
- ✓ Noi bio-fertilizanți cu fixatori biologici de azot cu eficacitate crescută, inclusiv datorită complexării cu stimulatori ai formării simbiozelor fixatoare de azot (microbieni sau produși din bio-resurse);
- ✓ Bioproduse microbiene pe baza tulpinilor / consorțiilor de microorganisme cu activitate complexă (antagoniste pentru fitopatogeni și/sau specific inhibitoare pentru buruieni; cu activitate de favorizare a dezvoltării plantelor și a biotei benefice din sol, inclusiv a simbiozelor micorizale; care cresc eficiența utilizării azotului de către plantele de cultură);
- ✓ Obținerea din resurse biologice regenerabile a bio-produselor necesare pentru cultivarea plantelor rezistente la secetă (sorg, mei american, camelina, muștar etiopian, linte) în mulci bioactiv format din culturi (verzi) de protecție în timpul iernii;
- ✓ Sinteza din intermediari proveniți din bioresurse a unor analogi biomimetici de alomoni (strigolactone, hormoni care reglează dezvoltarea plantelor și formarea simbiozelor cu rol în nutriția plantelor, inclusiv cu azot; sorgoleone, cu activitate de inhibitor biologic de nitrificare);
- ✓ Dezvoltarea de biosenzori pentru determinarea in-situ (în soluții ale solului colectate cu lizimetre de sucțiune) a nitritului, nitrozaminelor, oxidului de azot și a peroxinitritului.
- ✓ Bioproduse pentru biodiseminarea inoculativă a agenților biologici pentru protecția plantelor sau pentru rizoremedierea solurilor;
- ✓ Mulci biodegradabil care se formează prin stropire pentru cultura legumelor și a arbuștilor fructiferi;
- ✓ Mijloace pentru reducerea riscului contaminării cerealelor boabe cu micotoxine în timpul vegetației;
- ✓ Amelioratori de sol pe bază de biocărbune din deșeuri pentru ameliorarea și refacerea solurilor;
- ✓ Bio-produse destinate tratamentului albinelor împotriva acarienilor paraziți (în special *Varroa destructor*) și a agenților patogeni;
- ✓ Suplimente nutritive veterinare pentru stimularea producției de lapte, în special la rumegătoarele mici, și pentru modificarea profilului lipidic al laptelui;
- ✓ Aditivi furajeri inovativi pentru reducerea conținutului de colesterol în carnea de porc.

*T5.10. Procedee secvențiale de procesare a fluxurilor laterale agro-industriale.* Gradul de noutate în context național și internațional este determinat de abordarea integrată și interconectată, destinată închiderii unor lanțuri valorice din bio-economie, prin procese secvențiale / în cascadă. Co/sub-produsul unui procedeu biotehnic, aplicat în primele etape unui co/sub-produs agro-industrial inițial, devine materie primă pentru un alt procedeu biotehnic – simbioză industrială. (Figura 33).

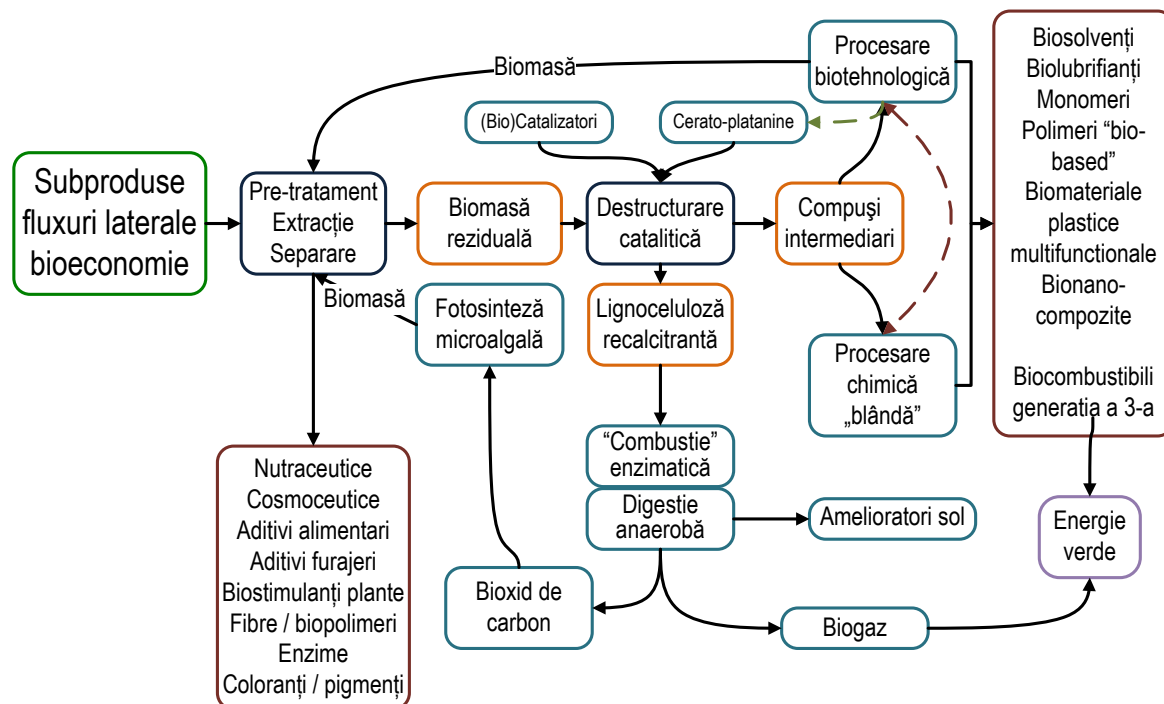


Fig.33. Ilustrarea procedeelelor secvențiale de procesare a fluxurilor laterale agro-industriale.

Produsul rezultat prin aplicarea unui procedeu biotehnic asupra unui co/sub-produs agro-industrial inițial este materie primă pentru un alt procedeu biotehnic. Compușii bioactivi sunt utilizați pentru compoziții cu biodisponibilitate controlată. Pentru controlarea bio-disponibilității sunt folosiți biopolimeri cu caracteristici de adsorbție specifice, ca de ex. (gluco)manani din peretele celular al drojdiilor. Din biopolimeri solubili și nano-celuloză se obțin: bioplastice biodegradabile (ambalaje hidrosolubile / bio-degradabile, obiecte din plastic cu probabilitate mare de a ajunge în mediu, ca de ex. linguri oscilante de pescuit); noi tipuri de (bio)senzori / matrici pentru bio-diagnoză, produse prin printare 3D inovativă (depunere succesivă și compatibilă de straturi de bio-plastice și de compuși pentru bio-analiză); formulări „inteligente”, care răspund specific la factorii de mediu. Din fito-siliciul și din bio-compușii intermediari obținuți prin biosinteze microbiene (acizi organici), se bio-nano-sintetizează acoperiri „inteligente” / bio-mimetice, compuși termo-acumulatori, suporturi pentru biocatalizatori. Hidrolizatele proteice și acizii humici formați din melanoidine, sunt



combinați în diferite formule de biostimulanți pentru plante. (Biostimulanții pentru plante ameliorează răspunsul plantelor de cultură la stresurile biotice și abiotice și au un rol semnificativ în adaptarea la prezentele schimbări climatice.)

Biomasa microbiană produsă prin biosinteză pe medii cu zer este formulată cu bio-aditivi pentru asigurarea unei supraviețuiri ridicate a formelor vegetative, în special a bacteriilor gram-negative anaerobe cu acțiune probiotică. În cazul pre-bioticelor acestea sunt combinate cu diferite pre-biotice (inclusiv prebiotice metabolice) pentru compoziții sin-biotice, cu efect cumulativ. Enzimele produse prin biosinteze microbiene ( $\beta$ -glucanaze, feruol-esteraze, carbohidrat-esteraze) sunt destinate procedurilor de obținere a biopolimerilor solubili și a nanocelulozei vegetale.

## Referințe

1. EC. European bioeconomy.
2. EC. Bioeconomy in europe.
3. Commission, E. Innovating for sustainable growth: A bioeconomy for europe. *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and Social Committee and the Committee of the regions, Brussels, COM (2012) 60 final* **2012**.
4. Ronzon, T.; Piotrowski, S.; M'Barek, R.; Carus, M. A systematic approach to understanding and quantifying the eu's bioeconomy. *Bio-based and Applied Economics* **2017**, *6*, 1-17.
5. Donatelli, M.; Duveiller, G.; Fumagalli, D.; Srivastava, A.; Zucchini, A.; Angileri, V.; Fasbender, D.; Loudjani, P.; Kay, S.; Juskevicius, V. Assessing agriculture vulnerabilities for the design of effective measures for adaption to climate change. **2011**.
6. Sutcliffe, L.M.E.; Germany, M.; Becker, U.; Becker, T. How does size and isolation affect patches of steppe-like vegetation on slumping hills in transylvania, romania? *Biodivers. Conserv.* **2016**, *25*, 2275-2288.
7. Dahlström, A.; Iuga, A.-M.; Lennartsson, T. Managing biodiversity rich hay meadows in the eu: A comparison of swedish and romanian grasslands. *Environmental Conservation* **2013**, *40*, 194-205.
8. Loos, J.; Dorresteyn, I.; Hanspach, J.; Fust, P.; Rakosy, L.; Fischer, J. Low-intensity agricultural landscapes in transylvania support high butterfly diversity: Implications for conservation. *PLOS ONE* **2014**, *9*, e103256.
9. Oancea, A.; Roată, G.; Popescu, S.; Păun, L.; Mateescu, I.; Toma, A.E.; Gaspar, A.; Sidoroff, M. Phytochemical screening of the bioactive compounds in the most widespread medicinal plants from calarasi - silistra cross -border area. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering* **2013**, *6*, 135-142.
10. Pasculea, M. Perspectives on developing the bioeconomy sector in romania. *Annales Universitatis Apulensis: Series Oeconomica* **2015**, *17*, 39.
11. Government, R. Hg 775/2015 privind aprobarea strategiei naționale pentru competitivitate 2015-2020. *Monitorul Oficial* **2015**, *756*, 8-23.
12. Trnka, M.; Eitzinger, J.; Dubrovsky, M.; Semerádova, D.; Stepanek, P.; Hlavinka, P.; Balek, J.; Skalák, P.; Farda, A.; Formayer, H., *et al.* Is rainfed crop production in central europe at risk? Using a regional climate model to produce high resolution agroclimatic information for decision makers. *J. Agric. Sci.* **2010**, *148*, 639-656.
13. Paltineanu, C.; Mihailescu, I.F.; Seceleanu, I.; Dragota, C.; Vasenciuc, F. Using aridity indices to describe some climate and soil features in eastern europe: A romanian case study. *Theoretical and Applied Climatology* **2007**, *90*, 263-274.
14. Prăvălie, R.; Peptenatu, D.; Sirodoev, I. The impact of climate change on the dynamics of agricultural systems in south-western romania. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* **2013**, *8*, 175-186.
15. Prăvălie, R.; Patriche, C.V.; Sirodoev, I.; Bandoc, G.; Dumitrașcu, M.; Peptenatu, D. Water deficit and corn productivity during the post-socialist period. Case study: Southern oltenia drylands, romania. *Arid Land Research and Management* **2016**, *30*, 239-257.
16. Bouriaud, L.; Marzano, M. Conservation, extraction and corruption: Is sustainable forest management possible in romania? *Natural Resource Extraction and Indigenous Livelihoods: Development Challenges in an Era of Globalization* **2016**, 221-240.
17. Bouriaud, O.; Marin, G.; Bouriaud, L.; Hessenmöller, D.; Schulze, E.-D. Romanian legal management rules limit wood production in norway spruce and beech forests. *Forest Ecosystems* **2016**, *3*, 20.

18. Munteanu, C.; Nita, M.D.; Abrudan, I.V.; Radeloff, V.C. Historical forest management in Romania is imposing strong legacies on contemporary forests and their management. *Forest Ecology and Management* **2016**, *361*, 179-193.
19. Bănăduc, D.; Rey, S.; Trichkova, T.; Lenhardt, M.; Curtean-Bănăduc, A. The lower Danube river–Danube delta–north west Black Sea: A pivotal area of major interest for the past, present and future of its fish fauna — a short review. *Science of The Total Environment* **2016**, *545–546*, 137-151.
20. Herman, E. Productive employment in Romania: A major challenge to the integration into the European Union. *Amfiteatru Econ.* **2016**, *18*, 335-350.
21. Csaki, C.; Jambor, A. Ten years of EU membership: How agricultural performance differs in the new member states. *EurChoices* **2016**, *15*, 35-41.
22. Fredriksson, L.; Bailey, A.; Davidova, S.; Gorton, M.; Traikova, D. The commercialisation of subsistence farms: Evidence from the new member states of the EU. *Land Use Policy* **2017**, *60*, 37-47.
23. Vesterager, J.P.; Frederiksen, P.; Kristensen, S.B.P.; Vadineanu, A.; Gaube, V.; Geamana, N.A.; Pavlis, V.; Terkenli, T.S.; Bucur, M.M.; van der Sluis, T., *et al.* Dynamics in national agri-environmental policy implementation under changing EU policy priorities: Does one size fit all? *Land Use Policy* **2016**, *57*, 764-776.
24. Government, R. Hg 929/2014 privind aprobarea strategiei naționale de cercetare, dezvoltare și inovare 2014 - 2020. *Monitorul Oficial* **2014**, *785*, 27-58.
25. Badiu, A.F.; Pirna, I. Propunere de strategie cdi pentru agro-bio-economie (bioresurse alimentare și non-alimentare) a MADR pentru perioada 2014-2020/2025, document de lucru **2014**.
26. Purcarea, I.; del Mar Benavides Espinosa, M.; Apetrei, A. Innovation and knowledge creation: Perspectives on the SME sector. *Management Decision* **2013**, *51*, 1096-1107.
27. Healy, A. Smart specialization in a centralized state: Strengthening the regional contribution in north east Romania. *European Planning Studies* **2016**, *24*, 1527-1543.
28. Dubois, O. *The state of the world's land and water resources for food and agriculture: Managing systems at risk*. Earthscan: 2011.
29. Leitão, A. Bioeconomy: The challenge in the management of natural resources in the 21st century. *Open Journal of Social Sciences* **2016**, *4*, 26.
30. FAO, U. In *How to feed the world in 2050*, Rome: High-Level Expert Forum, 2009.
31. Blanco Fonseca, M.; Ramos, F.; Van Doorslaer, B. Economic impacts of climate change on agrifood markets: A bio-economic approach with a focus on the EU. **2014**.
32. Chauhan, B.; Kumar, G.; Kalam, N.; Ansari, S.H. Current concepts and prospects of herbal nutraceutical: A review. *Journal of advanced pharmaceutical technology & research* **2013**, *4*, 4.
33. Blicharska, M.; Orlikowska, E.H.; Roberge, J.-M.; Grodzinska-Jurczak, M. Contribution of social science to large scale biodiversity conservation: A review of research about the Natura 2000 network. *Biological Conservation* **2016**, *199*, 110-122.
34. MCI. Skills and technological level on Romanian economy sectors, <http://www.Research.Edu.Ro/uploads/programe-internationale/regpot/prezentare-info-day.Pdf>.
35. de Besi, M.; McCormick, K. Towards a bioeconomy in Europe: National, regional and industrial strategies. *Sustainability* **2015**, *7*, 10461.
36. McCormick, K.; Kautto, N. The bioeconomy in Europe: An overview. *Sustainability* **2013**, *5*, 2589.
37. Staffas, L.; Gustavsson, M.; McCormick, K. Strategies and policies for the bioeconomy and bio-based economy: An analysis of official national approaches. *Sustainability* **2013**, *5*, 2751.
38. Bosman, R.; Rotmans, J. Transition governance towards a bioeconomy: A comparison of Finland and the Netherlands. *Sustainability* **2016**, *8*, 1017.
39. Fontana, A.R.; Antonioli, A.; Bottini, R. Grape pomace as a sustainable source of bioactive compounds: Extraction, characterization, and biotechnological applications of phenolics. *Journal of agricultural and food chemistry* **2013**, *61*, 8987–9003.
40. Teixeira, A.; Baenas, N.; Dominguez-Perles, R.; Barros, A.; Rosa, E.; Moreno, D.; Garcia-Viguera, C. Natural bioactive compounds from winery by-products as health promoters: A review. *International Journal of Molecular Sciences* **2014**, *15*, 15638.
41. Dhillon, G.S.; Kaur, S.; Brar, S.K. Perspective of apple processing wastes as low-cost substrates for bioproduction of high value products: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **2013**, *27*, 789–805.
42. McCarthy, A.L.; O'Callaghan, Y.C.; Piggott, C.O.; FitzGerald, R.J.; O'Brien, N.M. Brewers' spent grain; bioactivity of phenolic component, its role in animal nutrition and potential for incorporation in functional foods: A review. *The Proceedings of the Nutrition Society* **2013**, *72*, 117–125.
43. Mussatto, S.I. Brewer's spent grain: A valuable feedstock for industrial applications. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **2014**, *94*, 1264–1275.
44. Liepins, J.; Kovačova, E.; Shvirksts, K.; Grube, M.; Rapoport, A.; Kogan, G. Drying enhances immunoactivity of spent brewer's yeast cell wall  $\beta$ -D-glucans. *Journal of Biotechnology* **2015**, *206*, 12–16.
45. Melo, A.N.F.d.; Souza, E.L.d.; da Silva Araujo, V.B.; Magnani, M. Stability, nutritional and sensory characteristics of french salad dressing made with mannoprotein from spent brewer's yeast. *LWT - Food Science and Technology* **2015**, *62*, 771–774.

46. Vardanega, R.; Prado, J.M.; Meireles, M.A.A. Adding value to agri-food residues by means of supercritical technology. *The Journal of Supercritical Fluids* **2015**, *96*, 217–227.
47. Smithers, G.W. Whey-ing up the options ? Yesterday, today and tomorrow. *International Dairy Journal* **2015**, *48*, 2–14.
48. Martinez-Avila, G.C.G.; Aguilera, A.F.; Saucedo, S.; Rojas, R.; Rodriguez, R.; Aguilar, C.N. Fruit wastes fermentation for phenolic antioxidants production and their application in manufacture of edible coatings and films. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **2014**, *54*, 303-311.
49. van Dyk, J.S.; Gama, R.; Morrison, D.; Swart, S.; Pletschke, B.I. Food processing waste: Problems, current management and prospects for utilisation of the lignocellulose component through enzyme synergistic degradation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **2013**, *26*, 521–531.
50. Botella, C.; Ory, I.d.; Webb, C.; Cantero, D.; Blandino, A. Hydrolytic enzyme production by aspergillus awamori on grape pomace. *Biochemical Engineering Journal* **2005**, *26*, 100–106.
51. Oreopoulou, V.; Russ, W. *Utilization of by-products and treatment of waste in the food industry*. Springer: 2007.
52. Ceglie, F.G.; Bustamante, M.A.; Amara, M.B.; Tittarelli, F. The challenge of peat substitution in organic seedling production: Optimization of growing media formulation through mixture design and response surface analysis. *PLoS one* **2015**, *10*, e0128600.
53. Kesik, M.; Kanik, F.E.; Turan, J.; Kolb, M.; Timur, S.; Bahadir, M.; Toppare, L. An acetylcholinesterase biosensor based on a conducting polymer using multiwalled carbon nanotubes for amperometric detection of organophosphorous pesticides. *Sensors and Actuators B: Chemical* **2014**, *205*, 39-49.
54. Rogers, P.; Lee, K.J.; Tribe, D. Kinetics of alcohol production by zymomonas mobilis at high sugar concentrations. *Biotechnology letters* **1979**, *1*, 165-170.
55. He, M.X.; Wu, B.; Qin, H.; Ruan, Z.Y.; Tan, F.R.; Wang, J.L.; Shui, Z.X.; Dai, L.C.; Zhu, Q.L.; Pan, K. Zymomonas mobilis: A novel platform for future biorefineries. *Biotechnology for biofuels* **2014**, *7*, 101.
56. Ma, K.; Ruan, Z.; Shui, Z.; Wang, Y.; Hu, G.; He, M. Open fermentative production of fuel ethanol from food waste by an acid-tolerant mutant strain of zymomonas mobilis. *Bioresource technology* **2016**, *203*, 295-302.
57. Canavan, S.; Richardson, D.M.; Visser, V.; Le Roux, J.J.; Vorontsova, M.S.; Wilson, J.R. The global distribution of bamboos: Assessing correlates of introduction and invasion. *AoB Plants* **2016**, plw078.
58. Scopel, E.; Triomphe, B.; Affholder, F.; Da Silva, F.A.M.; Corbeels, M.; Xavier, J.H.V.; Lahmar, R.; Recous, S.; Bernoux, M.; Blanchart, E. Conservation agriculture cropping systems in temperate and tropical conditions, performances and impacts. A review. *Agronomy for Sustainable Development* **2013**, *33*, 113-130.
59. Bockus, W.; Shroyer, J. The impact of reduced tillage on soilborne plant pathogens. *Annual Review of Phytopathology* **1998**, *36*, 485-500.
60. Leplat, J.; Friberg, H.; Abid, M.; Steinberg, C. Survival of fusarium graminearum, the causal agent of fusarium head blight. A review. *Agronomy for sustainable development* **2013**, *33*, 97-111.
61. Lăcătușu, R.; Oancea, F.; Stanciu-Burileanu, M.M.; Lăcătușu, A.-R.; Lungu, M.; Stroe, V.M.; Manole, D.; Siciua, O.; Iliescu, H.; Jinga, V. In *Selenium in the soil-plant system from the south-eastern part of romania*, 2010; Poc. 15th World Fertilizer Congress of the Intern. Scient. Centre for Fertilizers.
62. Rayman, M.P. Selenium and human health. *The Lancet* **2012**, *379*, 1256-1268.
63. Ahmad, R.; Waraich, E.A.; Nawaz, F.; Ashraf, M.Y.; Khalid, M. Selenium (se) improves drought tolerance in crop plants—a myth or fact? *Journal of the Science of Food and Agriculture* **2016**, *96*, 372-380.
64. Abbas, H.K.; Wilkinson, J.R.; Zabolowicz, R.M.; Accinelli, C.; Abel, C.A.; Bruns, H.A.; Weaver, M.A. Ecology of aspergillus flavus, regulation of aflatoxin production, and management strategies to reduce aflatoxin contamination of corn. *Toxin Reviews* **2009**, *28*, 142-153.
65. Starkey, D.E.; Ward, T.J.; Aoki, T.; Gale, L.R.; Kistler, H.C.; Geiser, D.M.; Suga, H.; Tóth, B.; Varga, J.; O'Donnell, K. Global molecular surveillance reveals novel fusarium head blight species and trichothecene toxin diversity. *Fungal Genetics and Biology* **2007**, *44*, 1191-1204.
66. Guo, B.; Chen, Z.-Y.; Lee, R.D.; Scully, B.T. Drought stress and preharvest aflatoxin contamination in agricultural commodity: Genetics, genomics and proteomics. *Journal of Integrative Plant Biology* **2008**, *50*, 1281-1291.
67. Clarke, G.; Stilling, R.M.; Kennedy, P.J.; Stanton, C.; Cryan, J.F.; Dinan, T.G. Minireview: Gut microbiota: The neglected endocrine organ. *Molecular Endocrinology* **2014**, *28*, 1221-1238.
68. Gallai, N.; Salles, J.-M.; Settele, J.; Vaissière, B.E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* **2009**, *68*, 810-821.
69. Breeze, T.D.; Vaissière, B.E.; Bommarco, R.; Petanidou, T.; Seraphides, N.; Kozak, L.; Scheper, J.; Biesmeijer, J.C.; Kleijn, D.; Gyltenkærne, S. Agricultural policies exacerbate honeybee pollination service supply-demand mismatches across europe. *PLoS one* **2014**, *9*, e82996.
70. Staveley, J.P.; Law, S.A.; Fairbrother, A.; Menzie, C.A. A causal analysis of observed declines in managed honey bees (apis mellifera). *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal* **2014**, *20*, 566-591.
71. Mao, W.; Schuler, M.A.; Berenbaum, M.R. Honey constituents up-regulate detoxification and immunity genes in the western honey bee apis mellifera. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **2013**, *110*, 8842-8846.



72. Cheng, J.-H.; Sun, D.-W.; Zeng, X.-A.; Pu, H.-B. Non-destructive and rapid determination of tvb-n content for freshness evaluation of grass carp (*ctenopharyngodon idella*) by hyperspectral imaging. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* **2014**, *21*, 179-187.
73. Gómez-Guillén, M.C.; Giménez, B.; López-Caballero, M.E.; Montero, M.P. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. *Food Hydrocolloids* **2011**, *25*, 1813-1827.
74. du Jardin, P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae* **2015**, *196*, 3-14.
75. Lee, K.-J.; Powell, M.S.; Barrows, F.T.; Smiley, S.; Bechtel, P.; Hardy, R.W. Evaluation of supplemental fish bone meal made from alaska seafood processing byproducts and dicalcium phosphate in plant protein based diets for rainbow trout (*oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* **2010**, *302*, 248-255.
76. Titirici, M.-M.; Antonietti, M. Chemistry and materials options of sustainable carbon materials made by hydrothermal carbonization. *Chemical Society Reviews* **2010**, *39*, 103-116.
77. Nkoa, R. Agricultural benefits and environmental risks of soil fertilization with anaerobic digestates: A review. *Agronomy for Sustainable Development* **2014**, *34*, 473-492.
78. Jin, R.-C.; Yang, G.-F.; Yu, J.-J.; Zheng, P. The inhibition of the anammox process: A review. *Chemical Engineering Journal* **2012**, *197*, 67-79.
79. Murphy, S.; Gaffney, M.T.; Fanning, S.; Burgess, C.M. Potential for transfer of *escherichia coli* o157:H7, *listeria monocytogenes* and *salmonella senftenberg* from contaminated food waste derived compost and anaerobic digestate liquid to lettuce plants. *Food Microbiology* **2016**, *59*, 7-13.
80. Xia, A.; Murphy, J.D. Microalgal cultivation in treating liquid digestate from biogas systems. *Trends in Biotechnology* **2016**, *34*, 264-275.
81. Shankar, S.; Kumar, D.; Srivastava, R.K. Epigenetic modifications by dietary phytochemicals: Implications for personalized nutrition. *Pharmacol. Ther.* **2013**, *138*, 1-17.
82. Luque-Rodriguez, J.M.; de Castro, M.D.L.; Perez-Juan, P. Dynamic superheated liquid extraction of anthocyanins and other phenolics from red grape skins of winemaking residues. *Bioresour. Technol.* **2007**, *98*, 2705-2713.
83. Kulkarni, S.S.; Canto, C. The molecular targets of resveratrol. *Biochim. Biophys. Acta-Mol. Basis Dis.* **2015**, *1852*, 1114-1123.
84. Wagner, A.E.; Terschuesen, A.M.; Rimbach, G. Health promoting effects of brassica-derived phytochemicals: From chemopreventive and anti-inflammatory activities to epigenetic regulation. *Oxidative medicine and cellular longevity* **2013**, *2013*, 964539.
85. Perez-Jimenez, J.; Diaz-Rubio, M.E.; Saura-Calixto, F. Non-extractable polyphenols, a major dietary antioxidant: Occurrence, metabolic fate and health effects. *Nutr. Res. Rev.* **2013**, *26*, 118-129.
86. Jung, S.A.; Choi, M.; Kim, S.; Yu, R.; Park, T. Cinchonine prevents high-fat-diet-induced obesity through downregulation of adipogenesis and adipose inflammation. *PPAR Res.* **2012**, *11*.
87. Calvo, P.; Nelson, L.; Kloepper, J.W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil* **2014**, *383*, 3-41.
88. Bulgari, R.; Cocetta, G.; Trivellini, A.; Vernieri, P.; Ferrante, A. Biostimulants and crop responses: A review. *Biol. Agric. Hortic.* **2015**, *31*, 1-17.
89. Mullins, P. Biostimulants – a key enabling technology for farming in the circular economy. Sukalac, K., Ed. EBIC: Bruxelles, 2016.
90. Finley, J.W. The nutraceutical revolution: Emerging vision or broken dream? Understanding scientific and regulatory concerns. *Clinical Research and Regulatory Affairs* **2016**, *33*, 1-3.
91. Brown, P.; Saa, S. Biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science* **2015**, *6*, 671.
92. Singh, M.; Kumar, J.; Singh, S.; Singh, V.P.; Prasad, S.M. Roles of osmoprotectants in improving salinity and drought tolerance in plants: A review. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology* **2015**, *14*, 407-426.
93. Akram, N.A.; Waseem, M.; Ameen, R.; Ashraf, M. Trehalose pretreatment induces drought tolerance in radish (*raphanus sativus* L.) plants: Some key physio-biochemical traits. *Acta Physiologiae Plantarum* **2015**, *38*, 1-10.
94. Cassán, F.; Maiale, S.; Masciarelli, O.; Vidal, A.; Luna, V.; Ruiz, O. Cadaverine production by *azospirillum brasilense* and its possible role in plant growth promotion and osmotic stress mitigation. *European Journal of Soil Biology* **2009**, *45*, 12-19.