



TEZĂ DE ABILITARE

**Ozonul, radiația ultravioletă și radicalii liberi generați în
câmpurile electrice intense – factori de remodelare
a conceptelor ingineresti**

Conferențiar dr. ing. Ilie SUĂRĂȘAN
Facultatea de Inginerie Electrică
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

30.03.2018

CUPRINS

1.	Abordarea contextului tezei de habilitare	3
2.	Direcții și abilități de cercetare ale candidatului.....	5
3.	Competențe tehnice și științifice ale activității de cercetare și rezultate obținute	9
3.1.	<i>Creșterea eficacității generării ozonului prin utilizarea barierelor dielectrice de safir și a unor forme speciale ale înaltei tensiuni</i>	<i>10</i>
3.1.1.	<i>Expertiza științifică a autorului în domeniul cercetării</i>	<i>10</i>
3.1.2.	<i>Importanța, relevanța conținutului științific și rezultatele semnificative</i>	<i>11</i>
3.2.	<i>Dezvoltarea și propunerea unor metode și tehnici de procesare a mediilor tratate cu ozon împreună cu adjuvanți, în diverse aplicații</i>	<i>18</i>
3.2.1.	<i>Expertiza științifică a autorului în domeniul cercetării</i>	<i>18</i>
3.2.2.	<i>Importanța, relevanța conținutului științific și rezultatele semnificative</i>	<i>18</i>
4.	Dezvoltarea și perfecționarea pregătirii didactice	41
4.1.	<i>Expertiza științifică a autorului în domeniul propus</i>	<i>41</i>
4.2.	<i>Importanța, relevanța conținutului științific și rezultatele semnificative</i>	<i>42</i>
5.	Complementaritatea și interdisciplinaritatea cercetării.....	45
6.	Note de autoevaluare	47
7.	Strategii de dezvoltare a carierei care necesită abilitarea	51
7.1.	<i>Potențialul de continuare a dezvoltării carierei în UTCN</i>	<i>51</i>
7.2.	<i>Strategii de dezvoltare viitoare ale câmpului de cercetare 3.1</i>	<i>53</i>
7.3.	<i>Direcții de dezvoltare viitoare ale câmpului de cercetare 3.2.....</i>	<i>54</i>
7.4.	<i>Direcții de dezvoltare viitoare ale câmpului de cercetare 3.3.....</i>	<i>57</i>
7.5.	<i>Potențialul de dezvoltare în mediul academic național, internațional și cooperarea industrială.....</i>	<i>58</i>
8.	Bibliografie	59

Anexe:

- Fișa de verificare a îndeplinirii standardelor minimale.....	3 pag.
- A1_Activitatea didactică și profesională.....	2 pag.
- A2_Activitatea de cercetare.....	21 pag.
- A3_Recunoașterea și impactul cercetării.....	64 pag.
- Lista de lucrări.....	13 pag.
- Curriculum vitae.....	2 pag.
- Web Scopus.....	1 pag.
- Web of Science.....	1 pag.
- Web Google Scholar.....	1 pag.
- Solicitare accept citare internațională.....	1 pag.

1. Abordarea contextului tezei de habilitare

Pentru menținerea rolului primordial al industriei în dezvoltarea societății umane este necesară o conjugare a eforturilor lumii academice, a inginerilor și a cercetătorilor, pentru elaborarea a noi materiale, tehnici și tehnologii, care să continue satisfacerea necesităților crescânde ale umanității, dar și a rezolvării noilor probleme și provocări apărute. Un rol deosebit de important în îndeplinirea acestei cerințe îl are creșterea necontenită a nivelului științific al cadrelor universitare, prin: cercetarea punctuală a domeniilor de mare interes, cu precădere la frontiera dintre domenii, elaborarea unor lucrări științifice de înaltă ținută academică, a brevetelor de invenție, a cursurilor și prelegerilor.

În prezent, orice societate aflată în evoluție și orice sector profesional are nevoie de angajați motivați și foarte competenți. A fi profesor universitar, reprezintă una dintre cele mai complexe și provocatoare profesii, care în permanență este sub o presiune constantă, generată de schimbările dinamice ale societății științifice. Profesorul universitar își asumă un risc calculat; aceasta presupune o pregătire continuă pentru predarea disciplinei, apoi una de cercetare, pentru a concepe și redacta lucrări științifice, pentru a învăța pe alții, cum să se pregătească în continuu și care implică multă răbdare și pasiune. Pe durata activității există momente de incertitudine, descurajare și un volum mare de studiu, iar rezultatele nu pot fi măsurate cantitativ și imediat. Cu toate acestea, la capătul drumului, cadrul didactic se poate aștepta la multă satisfacție, pentru că a reușit să trezească curiozitatea studenților în domeniul de competență, să le transmită cunoștințele necesare și să le deschidă noi orizonturi, pentru cercetare.

Formarea unui profesor universitar competent este un proces complex și de lungă durată, datorită abilităților specifice, bazate pe acumularea unei mari cantități și varietăți de informații. Pentru o carieră academică, activitățile de predare a disciplinei de la catedră, trebuie combinate în mod armonios cu activitățile de cercetare, astfel încât să existe un flux continuu de cunoștințe și informații, la și dinspre mediul industrial, în scopul asigurării unui transfer tehnologic și respectiv o actualizare ulterioară a programelor educaționale, cu cerințele industriei.

Activitățile didactice și de cercetare sunt finalizate și susținute de un bun management și activități de mentorat. Ca un manager de proiect, profesorul trebuie să fie capabil să efectueze o monitorizare activă a proiectului în timpul derulării fiecărei faze, sau activități și, de asemenea, de rezultatele finale ale proiectului. Profesorul coordonează membrii echipei de cercetare, își asumă controlul și aprobarea unor proceduri de executare a acțiunilor de implementare a

proiectului și în plus îndrumă activitățile tinerilor cercetători aflați sub directa sa responsabilitate. Munca și activitățile în cadrul proiectelor trebuie efectuate în conformitate cu o strategie clar definită de echipa de cercetare, într-o structură acreditată (Laboratorul de cercetare, centrul de cercetare, etc.): un număr mic de persoane cu competențe complementare, dedicate unui scop comun, cu obiective de performanță și unele modalități de colaborare, pentru care este considerat la fel de responsabil. În acest context, cele trei etape de cercetare ale echipei de dezvoltare trebuie să fie urmate: inducerea membrilor a unui sentiment de apartenență la o colectivitate academică; conferirea unui cadru de exprimare a capacităților individuale – independent de membrii colectivității; cooperarea constructivă a eforturilor orientate pentru satisfacerea obiectivelor comune, care necesită a fi realizate, unele individual, iar altele în echipă. În paralel, este nevoie de o activitate susținută și continuă de strângere a fondurilor necesare unei bune cercetări, de la diferite surse de finanțare, fie că sunt autoritățile contractante naționale, Europene sau internaționale de cercetare.

În ceea ce privește atragerea și supravegherea activităților de cercetare a studenților pentru elaborarea lucrărilor de licență și masterat, precum și pentru supravegherea unor cercetători tineri din Laboratorul de Câmpuri Electrice Intense (LCEI), sau din centrul de cercetare aplicate în electromagnetism – (ELMA – acreditat la CNCSIS în 2005), sau în electrotehnică și măsurători – (Departamentul de „Electrotehnică și Măsurări” din Facultatea de Inginerie Electrică, a Universității Tehnice din Cluj-Napoca), obținerea certificatului de conducere de doctorat, vine ca un pas firesc în dezvoltarea profesională a candidatului.

Implicarea conjugată în conducerea de doctorat din cadrul LCEI și ELMA, care prezintă un mare potențial de cercetare, la care se adaugă formarea tinerilor cercetători din cadrul Departamentului de Electrotehnică și Măsurări, este o premisă care dă șanse reale de dezvoltare în continuare a candidatului ca și coordonator științific al tezelor de doctorat. În acest context, obținerea statutului de conducător de doctorat, va avea un impact pozitiv asupra propriilor sale activități didactice și de cercetare, precum și asupra activităților efectuate în respectivele laboratoare. Candidatul va reprezenta o legătură viabilă pentru stimularea resurselor umane de predare și cercetare, cu personalul din Departamentul de Electrotehnică și Măsurări, în scopul creșterii capacității de absorbție a fondurilor de cercetare.

2. Direcții și abilități de cercetare ale candidatului

Carierea candidatului a început cu absolvirea *Facultății de Electrotehnică*, specializarea *Mașini și Aparate Electrice* a *Institutului Politehnic din Cluj-Napoca*, în 1978, a continuat cu activitățile de cercetare – proiectare din cadrul *Intreprinderii Tehnofrig*, în perioada 1978 – 1988, urmate în paralel cu cursurile *Facultății de Electrotehnică*, specializarea *Electronică și Telecomunicații* în perioada 1981 – 1987, iar din 1988 până în prezent activez în cadrul *Universității Tehnice din Cluj-Napoca*; în perioada 1988 – 2002 am activat ca și cercetător științific în domeniul *Electrotehnologiilor*, cu precădere al electroseparării materialelor granulare, al surselor de foarte înaltă tensiune în curent continuu, dar și al generării și utilizării ozonului.

Dintre activitățile și realizările ingineresti din cadrul *Intreprinderii Tehnofrig* pot fi reținute: înlocuirea echipamentelor de acționări mecanice, reglabile, din import, cu acționări reglabile în curent continuu, tip redresoare comandate, la pasteurizatoarele de bere, pompe cu șurub, instalațiile de umplut sub presiune, tip Monobloc 12, sau chiar cu convertoare statice de frecvență pentru întreaga linie de îmbuteliat lichide alimentare, cu puteri trifazate de circa 75 kW. Modernizarea altor utilaje din producția Tehnofrig la care am avut o însemnată contribuție, se referă la acționarea reglabilă și reversibilă, în curent continuu a centrifugilor de zahăr, echipate cu MCC cu puterea de 180 kW, alimentate prin convertoare statice reversibile și a căror funcționare era gestionată de automate programabile; acțiuni de pionerat în realizarea pe plan național al echipamentelor electrice, în condiții speciale de mediu, de tip tropical, umed, frig adânc, sau naval, din producția Electroaparataj, IEMI și IME București, IAEAME Sfântul Gheorghe, IME Pitești, Electromotor Timișoara, Electrocontact Botoșani, Contactoare Buzău, IAEM Otopeni, etc. Alte activități s-au referit la acțiuni de autoutilare cu mașini și echipamente specifice I. Tehnofrig, cum au fost: cercetarea, proiectarea și realizarea instalației electrice a preseii de 8000 tf, prin care se realizau prin presare la rece a elementelor din tablă inoxidabilă, necesare schimbătoarelor de căldură cu plăci din pasteurizatoarele în flux continuu a lichidelor alimentare, dar și a schimbătoarelor cu plăci din centralele termice industriale; cercetarea, proiectarea și realizarea unui aparat industrial de copiere tip heliograf, de mare productivitate și pentru formate extrem de mari; cercetarea, proiectarea și adaptarea unei mașini automate de debitat cu disc abraziv, de mare productivitate, prin utilizarea unui proces automat de gestionare a utilajului; pregătirea pentru omologare primară, finală sau în fază unică a diverselor utilaje și echipamente pentru industria alimentară sau frigorifică, etc.

Primul contact cu activitatea de cercetare și didactică din Institutul Politehnic din Cluj-

Napoca a avut loc în 1988, când am fost angajat pe funcția de inginer cercetător la Laboratorul de Cercetare Câmpuri Electrice Intense, Catedra de Electrotehnică din cadrul Facultății de Electrotehnică. Până în 2002 a fost responsabil cu cercetarea științifică pe domeniul Electrotehnologiilor, cu precădere în câmpuri electrice intense, dintre care electrosepararea materialelor granulare și ozonarea diverselor medii, cu aplicații în largi domenii industriale, medicină și microbiologie. O altă latură a cercetării a constituit-o sursele reglabile de înaltă tensiune de curent continuu sau curent alternativ.

Încă din faza primei studenții, autorul și-a manifestat abilități de cercetător, situație care a fost finalizată prin contractul de cercetare [A2.4.2.1]: *Soluționarea problemei privind asimilarea cablurilor de înaltă tensiune din import 120 kV, c. a., 5 mA, de la instalația de presărare electrostatică a liniei de abrazivi pe suport – I. I. S. Carbochim Cluj-Napoca*, prin contractul de cercetare științifică nr. 66 / 1977; la Electromureș, Târgu Mureș și la IME București au fost realizate cablurile cu izolație din PE și PE semiconductoare, aplicată direct pe terminalul conductor de foarte înaltă tensiune continuă.

Alte preocupări ale cercetării științifice și colaborării cu mediul industrial, derulate în perioada 1988 - 2001 s-au referit la cercetări privind electrosepararea materialelor granulare, pentru obținerea unor purități înalte, în scopul utilizării superioare, în industria electrotehnică, a deșeurilor de cabluri electrice, sau a micii paiete din zăcămintele minerale de la Muntele Rece [A2.4.2.2], ..., [A2.4.2.6] și [A2.4.2.9], sau la creșterea concentrației fierului, manganului din minereuri, [A2.4.2.10], [A2.4.2.11], sau a alamei, ori a oxidului de zinc din cenuși cuprifere [A2.4.2.7], [A2.4.2.8].

Începând cu anul 1993, solicitantul și-a început stagiul de doctorand la UTCN, sub conducerea Prof. Dr. ing. Roman Morar. În timpul stagiului de doctorat, cercetările au fost axate pe studiul electrosintezei ozonului, a creșterii eficacității generării acestuia și dezvoltarea unor noi aplicații ale ozonului, radicalilor liberi și a radiației ultraviolete – toate acestea fiind generate în procesul descărcărilor electrice de tip corona, în înaltă tensiune. Susținerea tezei de doctorat cu titlul *Contribuții la studiul unor generatoare de ozon cu câmp electric intens, pentru conservarea lichidelor alimentare* a avut loc la Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, 10.03.2000, iar confirmarea titlului de doctor în domeniul Inginerie Electrică, în baza Ordinului Ministerului Educației Naționale, nr. 3774 / 10.05.2000.

Cercetările științifice referitoare la biostimulări în câmpuri electrice intense ale mediilor vii, de tip semințe sau lichide alimentare au fost materializate în contractele de cercetare [A2.3.2.2.2], [A2.3.2.2.3]. Preocupările științifice, care au vizat utilizarea câmpurilor electrice intense și a ozonului în epurarea ecologică a apelor reziduale, sunt evidențiate de contractul [A2.3.1.2.2], iar creșterea eficienței generării ozonului, prin utilizarea unor bariere dielectrice sticloceramice de tip safir, constituie obiectul contractului [A2.3.2.2.4]. Propunerile utilizării

ozonului, radicalilor liberi și a radiației ultraviolete în aplicații medicale s-au materializat prin contractul [A2.3.2.2.12].

Achitarea de atribuțiile ca responsabil de contract [A2.3.1.2.1], [A2.3.1.2.2] - cu fazele din 2001 - 2002 - 2003 și totodată membru al echipei de cercetare au fost conduse la final, cu succes.

În perioada 1988-2002 a avut responsabilitatea unor activități didactice, de tipul lucrărilor practice de laborator și cursuri (*Electrotehnică; Electrotehnică și Mașini Electrice; Electrotehnică și Electronică; Acționări Electrice; Aparate Electrice; Instalații Electrice; Tehnologii de Reparării și Întreținerii Instalațiilor Electrice*, etc.), cu precădere la diversele specializări ale colegiilor, (EMU, FMIMM, ș. a.), din cadrul platformei facultăților cu profil mecanic, din Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca. Activitatea didactică a fost complementară activității de cercetare.

Din 2002, până în 2007 am activat ca Șef de lucrări, iar din 2007 – când am fost promovat prin concurs, până în prezent activez ca și Conferențiar, unde sunt responsabil al cursurilor și al lucrărilor practice de laborator, la disciplinele: *Electrotehnică; Electrotehnică și Mașini Electrice*, anii I sau II, specializările: *Ingineria Materialelor și a Mediului* de la Facultatea de Ingineria Materialelor și a Mediului; *Ingineria Mecanică* de la Filiala Alba Iulia a Facultății de Mecanică, *Ingineria Industrială* de la Filialele Zalău și Satu Mare, *Ingineria Economică Industrială* de la Filiala Satu Mare a Facultății de Construcții de Mașini; *Ingineria Sistemelor Automate* de la Filiala Satu Mare a Facultății de Automatică și Calculatoare, din UTCN.

Candidatul se distinge prin aplicarea experienței sale în Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, pe trei direcții de cercetare prioritare la nivel European și de interes pentru laboratoarele acreditate din cadrul Departamentului de Electrotehnică și Măsurări:

- ◆ sinteza și analiza câmpului electric intens în medii neomogene;
- ◆ sinteza și stabilitatea circuitelor electrice;
- ◆ propunerea unor noi aplicații ale electrotehnologiilor în câmpuri electrice intense.

În acest sens, pentru a sprijini abilitățile profesionale și performanțele solicitantului, trebuie menționat faptul că după obținerea titlului de doctor (din 2000 – până în prezent), candidatul este autorul a 6 cărți, mai mult de 48 de lucrări științifice publicate în reviste și/sau prezentate la prestigioase conferințe internaționale și alte 4 aflate în diverse stadii, de către membrii LCEI – pe domeniul ozonatoarelor, participarea în calitate de director sau membru la 15 contracte de cercetare pe direcțiile menționate de mai sus și 4 brevete de invenție, ca autor sau coautor.

Aptitudinile candidatului, dezvoltate pe parcursul lucrărilor realizate după obținerea titlului de doctor, pot fi grupate astfel:

Expertiza profesională:

- ◆ cunoștințe avansate în ingineria electrică și în teoria câmpului electromagnetic, teoria circuitelor electrice și electronice; metode numerice de rezolvare a acestor circuite;

- ◆ cunoștințe de cercetare avansată, a metodelor și pachetelor specific software pentru proiectarea, modelarea și simularea câmpului electric, a circuitelor electrice și electronice; implementarea metodelor numerice în rezolvarea specifică a sistemului de aplicații;
- ◆ abilități în identificarea, formularea și rezolvarea problemelor de cercetare din diverse medii și activități umane, la frontiera dintre specializări, precum: electric, electronic, electrotehnologii, medicină, biologie și microbiologie, industrie alimentară, etc.

Expertiza transversală:

- ◆ capacități în gestiunea resurselor umane și materiale;
- ◆ managementul proiectelor;
- ◆ disponibilitatea comunicării.

3. Competențe tehnice și științifice ale activității de cercetare și rezultate obținute

Prezenta teză de abilitare evidențiază sinteza activității de cercetare, efectuate de către candidat și rezultatele obținute, din momentul conferirii titlului de doctor în domeniul Ingineriei Electrice, la Universitatea Tehnică din Cluj -Napoca, fapt confirmat prin Ordinul Ministerului Educației Naționale, nr. 3774 / 10.05.2000. Principalele preocupări de înaltă ținută științifică în domeniul de cercetare, în care candidatul a avut contribuții semnificative, din 2000 până în prezent, pot fi grupate în:

3.1. creșterea eficacității generării ozonului prin realizarea și utilizarea barierelor dielectrice de safir și a unor forme speciale ale înaltei tensiuni de alimentare a echipamentelor de ozonare;

3.2. propunerea unor metode combinate, care utilizează ozonul din descărcarea corona directă asupra mediilor tratate, alături de radiația ultravioletă, diverși radicali liberi, etc., cu aplicații complexe în:

- ◆ *epurarea apelor reziduale;*
- ◆ *tratarea unor afecțiuni medicale;*
- ◆ *biostimularea proceselor utile, sau bioinhibarea celor nocive din semințe, plante și dăunători; sterilizarea – conservarea – maturarea rapidă a unor produse alimentare.*

3.3. elaborarea de materiale didactice.

Din cercetarea științifică realizată, după obținerea titlului de doctor a candidatului, pot fi extrase câteva concluzii generale și evidenția principalele realizări științifice. Prin urmare, activitatea desfășurată de către autor este complexă, are un grad de dificultate ridicat, este de mare amploare, de cele mai multe ori este o cercetare la limita frontierelor și presupune colaborarea interdisciplinară între biochimisti, medici, biologi, chimiști, fizicieni, ingineri specialiști în profilele electric, mecanic și agronomic, din universități și centre recunoscute de cercetare.

Abordarea problemelor, observațiile, concluziile și metodele de rezolvare propuse și aplicate, scot în evidență un caracter original, puternic ancorat în realizările științifice, de excepție ale autorului. Ca urmare, proiectele de cercetare finalizate și lucrările publicate au o înaltă calitate științifică, sunt originale și riguros justificate, cu o aplicabilitate practică, imediată. Activitățile de cercetare realizate după 2000, s-au desfășurat sub supravegherea cadrelor universitare cu experiență de la Departamentul de Electrotehnică a Universității

Tehnice din Cluj-Napoca (prof. Emil Simion, prof. Roman Morar, prof. Alexandru Iuga, prof. Dan Micu), în colaborare cu cadre didactice universitare și specialiști din universități și instituții partenere din România sau străinătate. (prof. Iustin Ghizdavu, prof. Livia Naghiu, conf. Nicodim Fiț, dr. Adrian Dinuță, dr. Monica Porca – USAMV Cluj-Napoca, CS II chim. Elisabeth-Jeanne Popovici - UBB-ICCRR, prof. Letiția Ghizdavu – UBB, Fac. de Chimie, conf. Alma Aurelia Maniu, conf. Nadim Al Hajjar – UMF, prof. Tudor Sajin U. Bacău, prof. Florin Tănăsescu, prof. Radu Cramariuc – UPB - ICPE), CS I Iuliu Munteanu – Stațiunea de Cercetări Agricole de la Turda, cât și din străinătate (prof. Lucian Dăscălescu, prof. Gerard Touchard, prof. Hubert Romat, prof. Robert Tobazeon – IT Poitiers, Acad. Mircea Bologa – IFA, R. Moldova). În această perioadă, autorul a colaborat cu doctoranzii care și-au dezvoltat teza de doctorat, sub supravegherea prof. Roman Morar. Multe dintre subiectele tezelor de doctorat au fost rodul colaborării dintre candidat, coordonatorul științific și subsemnatul, care a realizat importanța alinierii cercetării, la principalele tendințe, priorități și direcții de cercetare europene și mondiale. Acest capitol (3) prezintă o parte din rezultatele cercetării obținute de candidat, după susținerea tezei de doctorat, pe direcțiile de cercetare prioritare menționate. Rezultatele științifice publicate după obținerea titlului de doctor sunt prezentate pe scurt în acest capitol, prin referire la aceste publicații, (numai o parte din rezultate sunt reproduse în teză !). Aceste rezultate sunt prezentate în contextul general al realizărilor științifice semnificative și sunt documentate prin referire la publicații (fiecare referință poate fi verificată în anexele A1 – *Activitate didactică și profesională*, A2 – *Activitate de cercetare și Lista de lucrări*). Toate contribuțiile originale sunt prezentate în contextul stadiului actual al tehnicii în domeniul Ingineriei Electrice.

3.1. Creșterea eficacității generării ozonului prin utilizarea barierelor dielectrice de safir și a unor forme speciale ale înaltei tensiuni

3.1.1. Expertiza științifică a autorului în domeniul cercetării

Experiența autorului în acest domeniu de cercetare este validată de teza de doctorat pe tema ozonatoarelor, de multitudinea lucrărilor pe acest domeniu și contribuția sa în calitate de membru la finalizarea proiectului de cercetare obținut prin competiție națională și colaborare cu R. Moldova [A2.3.2.2.4], monografia [A1.1.1], lucrările [A2.2.15], [A2.2.16], [A2.2.19], [A2.2.25], [A2.2.26].

Ozonul este unul dintre cei mai cunoscuți agenți oxidanți și reprezintă forma triatomică a oxigenului, care poate fi generat în ozonatoare. Ozonatoarele sunt echipamente de sinteză a ozonului prin descărcări corona, între doi electrozi de înaltă tensiune alternativă, prin bariere dielectrice, asupra unui interstițiu gazos de tip aer sau oxigen. Barierele dielectrice conferă descărcării corona un aspect discret, continuu și liniștit.

3.1.2. *Importanța, relevanța conținutului științific și rezultatele semnificative*

În dezvoltarea ozonatoarelor de la Siemens, (1857), până în prezent, au fost parcurse următoarele etape [25 ÷ 28], [44], [51], [A1.1.1], [A2.2.57]:

- echiparea celulelor de ozonare cu bariere dielectrice din sticlă specială, de tip Pyrex, cu o tangentă a unghiului de pierderi mică, (dar dependentă de frecvență !); alimentarea ozonatoarelor era reglabilă prin autotransformator, la frecvența industrială a rețelei de alimentare cu energie electrică. Reglarea concentrației și cantității ozonului generat prin reglarea înaltei tensiuni, ca în **Figura 1**, conduce la randamente scăzute și la încălzirea excesivă a barierelor, o dată cu creșterea nivelului tensiunii ([8], [11], [12], [15]...[23], [39], [50], [A2.2.15], [A2.2.16], [A2.2.20], [A2.2.26], [A2.2.57]);
- reglarea frecvenței constituie modalitatea modernă, asigurată de variatoare cu comutație statică, aplicată ozonatoarelor pentru obținerea unor cantități și concentrații variabile de ozon, solicitate de diversele aplicații. Barierele dielectrice din sticlă prezintă o comportare satisfăcătoare, până la frecvențe cuprinse între 1 și 1,5 kHz, datorate creșterii tangentei unghiului de pierderi, peste aceste valori, care conduce la încălzirea exagerată a acestor bariere. Deoarece concentrația / cantitatea ozonului generat depinde liniar de frecvența înaltei tensiuni, problema care apare, constă în existența unor materiale dielectrice speciale, care să prezinte o bună comportare la frecvențe înalte [5], [25 ÷ 28], [31 ÷ 33], [52], [53], [A1.1.1], [A2.2.50];
- realizarea unor bariere dielectrice confecționate din așa numitele materiale sticlo-ceramice. Din categoria acestor bariere fac parte și straturile de safir concrescute pe electrozii activi, ai ozonatoarelor, prin metoda tratării anodice, plasmoelectrolitice a aluminiului, care să prezinte bune comportări la frecvențe crescute, de până la 15 kHz: [5], [17], [19], [22], [28], [31] [42] [51], ..., [53], [A1.1.1], [A2.2.57], [A2.2.15], [A2.2.16]. Utilizarea safirului depus prin metoda anodică plasmoelectrolitică, ca și barieră dielectrică în ozonatoare reprezintă o premieră mondială în construcția ozonatoarelor;
- utilizarea unor forme adecvate ale înaltei tensiuni, aplicate electrozilor activi ai celulelor de ozonare, care să conducă la creșterea duratei curenților de descărcare corona, de tipul streamerilor și a impulsurilor Trichell; aceștia sunt responsabili de electrosinteza ozonului: [6], [13], [14], [40], [43], [45], [46], [49], [A1.1.1], [A2.2.15], [A2.2.16], [A2.2.57].

Comparativ cu barierele clasice din sticlă Pyrex, ozonatoarele cu bariere de safir vor prezenta:

- după cum arată **Figura 2**, o creștere a cantității ozonului de peste 10 ori ar presupune randamente sporite ale fenomenului electrosintezei ozonului, deci consumuri energetice scăzute;

- miniaturizări ale ozonatoarelor. Grosimi ale barierelor din safir de circa 10 μm ar reprezenta echivalentul a 5 mm barieră din sticlă, ceea ce ar presupune capacități crescute a celulelor de ozonare, respectiv reducerea dimensională a ozonatoarelor.

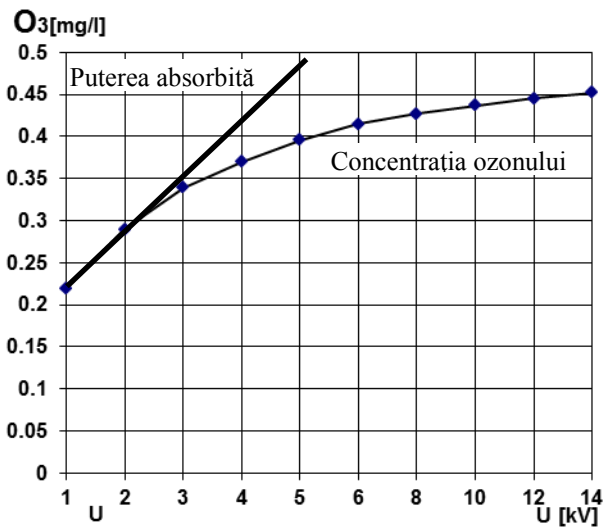


Figura 1. Dependența concentrației ozonului generat și variația puterii absorbite, de nivelul tensiunii înalte aplicate unui ozonator Siemens de laborator, [18], [22], [28], [A1.1.1], [A2.2.16].

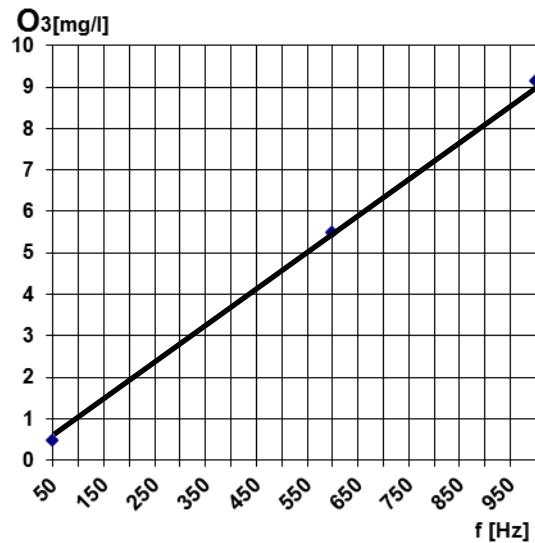


Figura 2. Dependența concentrației ozonului generat de frecvența înalte tensiuni aplicate unui ozonator Siemens de laborator, ([25]...[28], [31]...[33], [52], [53], [A1.1.1]; [A2.2.25]).

Depunerea straturilor de safir prin metoda tratării anodice plasmoelectrolitice, pe electrozii de aluminiu ai celulei elementare de ozonare este o operație extrem de sensibilă și dificil de realizat, ceea ce presupune [A2.3.2.2.4]:

- menținerea constantă a temperaturii și a concentrației soluției din baia galvanică;
- lipsa oricăror impurități din baia galvanică, pe durata procesului de depunere a safirului;
- existența unor suprafețe tip lisă, care să asigure un grad perfect de depunere a safirului. Aceasta presupune o concreștere a safirului sub forma unor hexagoane regulate, de mărimi identice, care implică lipsa golurilor (interstițiilor) dintre celulele hexagonale depuse. Prezența oricăror discontinuități ai stratului de safir depus, presupune compromiterea iremediabilă a barierei dielectrice;
- menținerea constantă a gradientului de creștere a tensiunii aplicate băii galvanice, o dată cu creșterea grosimii stratului de safir depus.

Cu toate aceste neajunsuri, s-au obținut pe unii electrozi, zone cu suprafețe de maximum 1 cm², care posedau depuneri uniforme de safir, cu o grosime de circa 10 μm, care s-au comportat bine, la o tensiune alternativă de 20 kV și un interstițiu de 1 mm. Acest rezultat favorabil, îndreptățește ideea continuării cercetării, care a fost limitată din cauze financiare.

De regulă, *forme de undă ale înaltei tensiuni aplicate electrozilor activi ai ozonatoarelor* sunt sinusoidale. În conformitate cu teoria ozonatoarelor, o dată cu apariția ionizării gazului din interstițiul celulei de ozonare, fiecare celulă elementară poate fi considerată ca un circuit format din capacitățile înseriate ale interstițiului gazos cu cea a barierei dielectrice, iar în paralel cu capacitatea interstițiului gazos se află rezistența neliniară, datorată fenomenului ionizării gazului și poate fi reprezentată prin două diode Zenner conectate în „antiserie”, ca în **Figura 3**. Distribuția tensiunilor pe fiecare dintre elementele circuitului echivalent al celulei elementare de ozonare, și curentul care ionizează gazul de lucru al ozonatorului sunt prezentate în **Figura 4**.

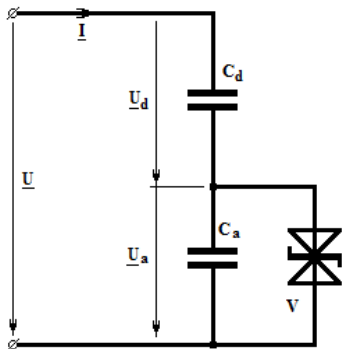


Figura 3. Schema echivalentă a celulei elementare de ozonare, în prezența descărcărilor corona (C_a – capacitatea interstițiului gazos, C_d – capacitatea barierei dielectrice), [6], [18], [28], [A1.1.1], [A2.2.15].

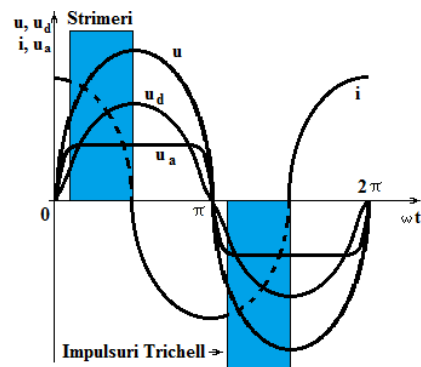


Figura 4. Alura tensiunilor și a curentului într-un ozonator, în prezența descărcărilor corona, [6], [18], [28], [A1.1.1], [A2.2.15].

Analiza comparativă a schemei echivalente a celulei ozonatorului, cu formele tensiunilor și a curentului prin ozonator, împreună cu caracteristica voltampermetrică ca în **Figura 5** și caracteristica generării ozonului ca în **Figura 6**, conduce la **concluzia** certă că *electrosinteza ozonului are loc numai în prezența ionizării interstițiului gazos, deci numai pe durata streamerilor și a impulsurilor Trichell*.

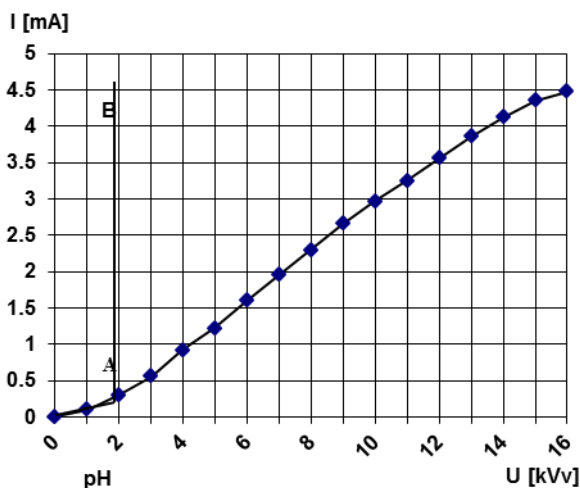


Figura 5. Caracteristica voltampermetrică, dinamică a ozonatorului tip Siemens de laborator, cu barieră dielectrică de sticlă, [6], [18], [28], [A1.1.1], [A2.2.15], [A2.2.41], [A2.2.42].

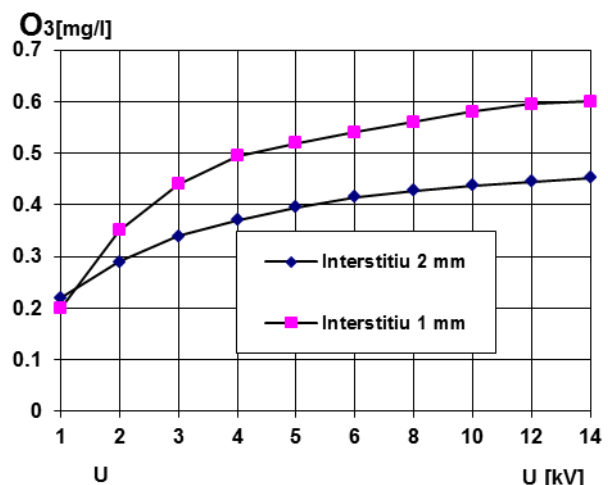
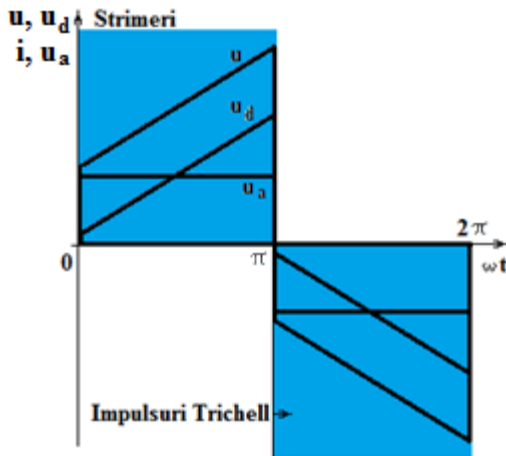


Figura 6. Dependența concentrației ozonului generat de nivelul înaltei tensiuni aplicate unor ozonatoare Siemens de laborator, cu interstii de descărcare corona diferite, [6], [18], [28], [A1.1.1], [A2.2.15], [A2.2.16].

Prin urmare, creșterea duratei streamerilor și a impulsurilor Trichell poate conduce la



creșterea performanțelor ozonatorului. Forma ideală a tensiunii de alimentare a ozonatorului, care ar satisface durate ipotetice a curenților de ionizare, egale cu perioada mărimii alternative sunt prezentate în **Figura 7**.

Figura 7. Formele ipotetice de undă ale tensiunilor alternative și curenților prin ozonator; (u – tensiunea aplicată ozonatorului; u_a – căderea de tensiune pe interstițiul gazos al ozonatorului, pe durata ionizării acestuia; u_d – căderea de tensiune pe bariera dielectrică a ozonatorului).

Practic, procesul electrosintezei ozonului are loc numai în prezența curenților de descărcare corona, de tip streameri și impulsuri Trichell, factori care determină ionizarea gazului din ozonator, a căror durată de conducție este cuprins între 0,4 și 0,5 T, (dintr-o perioadă), la alimentarea cu formă sinusoidală a înaltei tensiuni, conform **Figurii 4**.

Valoarea maximă a tensiunii sinusoidale de alimentare este de circa $U_m = \sqrt{2}U = \sqrt{2} \times 20 = 28,2 \text{ kV}$, iar pragul descărcării corona este corespunzător tensiunii $U_a = 1 \div 3 \text{ kV}$, dependent de mărimea interstițiului gazos și a gazului de lucru, de tip aer instrumental sau oxigen. Practic, forma ipotetică a tensiunii alternative de alimentare poate fi una trapezoidală, (figura 7), cu valori minime de peste 3 kV și maxime, de sub 28,2 kV. O astfel de formă teoretică de undă a tensiunii de alimentare a ozonatorului poate asigura curenți corona de tip streameri sau impulsuri Trichell cu durata de aproape 100 % T, ceea ce ar conduce la atingerea randamentelor teoretice în procesul de generare a ozonului. Dat fiind faptul că durata procesului de comutație este dependent de valorile reactanțelor inductive ale transformatorului și cele capacitive ale barierei dielectrice și a interstițiului gazos, conștientizăm că o astfel de tensiune ipotetică apare ca imposibil de realizat, ceea ce ar presupune o scurtare a duratelor streamerilor și a impulsurilor Trichell. Suplimentar, o rampă abruptă de creștere a înaltei tensiuni, poate determina încălzirea barierei dielectrice, deci poate influența eficiența electrosintezei ozonului.

Deși căderea de tensiune pe interstițiul gazos, (u_a) rămân practic constantă, valoarea efectivă a curenților corona, care ionizează gazul din ozonator, depinde de rampa creșterii tensiunii de alimentare a ozonatorului, deci se estimează o creștere masivă a cantității generării ozonului, prin creșterea duratei curenților care ionizează .

Aceste mărimi, alături de inductivitatea totală a transformatorului, văzută prin bornele primarului său și capacitățile barierei dielectrice, a interstițiului gazos, precum și cele parazite, vor constitui datele de intrare ale software-ului profesional, care rezolvă probleme inverse electromagnetice, pentru a determina alura formei tensiunii din primarul transformatorului de înaltă tensiune, pentru ca secundarul să furnizeze forma ipotetică trapezoidală solicitată.

Problemele inverse electromagnetice se referă la acele abordări, în care modelarea teoretică și experimentală pornește de la efectele cuantificate ale unui fenomen electromagnetic, sau performanțele impuse unui dispozitiv, ori echipament și urmărește identificarea și alegerea după criterii fizice, de realizabilitate și de stabilitate numerică a cauzelor, a mărimilor, care determină fenomenul, ori pe baza cărui se concepe dispozitivul, echipamentul electromagnetic [7 ÷ 9], [35].

Evaluarea non-distructivă a materialelor: prin excitație electromagnetică exterioară cu bobine, se caută depistarea defectelor în materiale de diferite forme și pentru diverse aplicații (aeronautică, construcția reactoarelor nucleare). În oricare din aceste exemple și în multe altele de acest tip, activitatea electrică exterioară sistemelor inaccesibile se folosește – prin măsurători – pentru a identifica proprietăți ale mediilor interne, din sistemele considerate (caracteristici geometrice, mărimi electrice sau magnetice, proprietăți de material).

Una dintre modalitățile prin care această identificare se poate realiza este aceea de a defini funcții obiectiv, care se anulează sau se minimizează, când mărimile electrice măsurate sau impuse le verifică pe cele calculate din modelări, asumate a fi valabile pentru mediile interioare.

Configurațiile mediilor interioare provin din aplicarea ecuațiilor lui Maxwell, împreună cu condițiile de frontieră, inițiale sau de interfață, asociate pentru a obține relații de dependență între mărimi electrice, mărimi geometrice și proprietăți de material. Trebuie precizat că aceste metode constituie doar alternative de tratare a problemelor inverse care au aparut în dezvoltarea teoretică și aplicativă, alternative din care au evoluat metode cu avantaje superioare în ceea ce privește calitatea soluțiilor obținute și efortul computațional.

Intr-o diseminare pe tema minimizării funcționalei abatere medie pătratică $F(p)$, aplicată în problemele de optimizare, în literatura de specialitate se propune o metodă dedusă din cele de tip gradient, care prezintă convergență sporită în determinarea minimului global [7 ÷ 9], [35].

Concret, metoda numită *Quickprop*, pornește de la următoarele ipoteze:

- funcționala obiectiv se aproximează printr-o parabolă concavă;
- parametrii cauzali, care intră în evaluarea funcționalei, nu se influențiază reciproc la schimbarea pantei acesteia, sub acțiunea fiecărui parametru.

Mai departe, valorile optime ale parametrilor se determină iterativ, folosindu-se gradientul funcționalei obiectiv approximate, după relațiile:

$$\Delta p_i^k = \frac{\partial F(p^k) / \partial p_i^k}{\partial F(p^{k-1}) / \partial p_i^{k-1} - \partial F(p^k) / \partial p_i^k} \cdot (p_i^k - p_i^{k-1}) \quad (1)$$

$$p^{k+1} = p^k + \Delta p^k$$

În continuarea modelării cu ajutorul variabilei potențial magnetic vector, i se aplică metoda elementelor finite, așa încât în minimizarea iterativă intervine derivata parțială a poten-

țialului, în raport cu parametrii cauză.

Minimizarea funcționalei obiectiv de comparare a datelor măsurate, cu cele calculate se face prin metode deterministe de gradient, metode stohastice, folosind rețele neuronale, algoritmi genetici sau aliniere simulată, ori combinații dintre aceste metode.

O alta variantă de rezolvare a problemei inverse electromagnetice, descrisă anterior (care constă în determinarea formei tensiunii aplicate primarului transformatorului de înaltă tensiune, pentru ca secundarul să furnizeze forma ipotetică trapezoidală solicitată), se rezolvă cu metoda potrivirii tiparelor (*pattern matching*). Aceasta constă în maximizarea cosinusului unghiului dintre vectorii potențialelor măsurate V_{mas} și a celor calculate, din rezolvarea repetată a problemei directe V_{calc_i} . Relațiile de mai jos conduc la identificarea locației unei prime surse, apoi a celorlalte, din domeniul de căutare:

$$\gamma_i = V_{mas}^T \cdot V_{calc_i} / (\|V_{mas}\| \cdot \|V_{calc_i}\|) \quad (2)$$

$$\gamma_k = V_{mas}^T \cdot (V_{calc_j} + V_{calc_k}) / (\|V_{mas}\| \cdot \|V_{calc_j} + V_{calc_k}\|) \quad (3)$$

cu șirurile de iterație $i = 1, \dots, m$; $k = 1, \dots, m$; $k \neq j$, locația primei surse fiind definită la iterația j .

Abordarea regularizării ca reconstrucție armonică a semnalelor

În cazul aplicatiei de sinteză, au fost trasate reprezentări grafice pentru vectorii singulari la stânga. Soluția unei probleme invers electrotehnice este dată de suma acestor vectori, ponderată de un set de coeficienți, care depind de valorile singulare. În majoritatea cazurilor, analiza acestor reprezentări grafice scoate în evidență o variație oscilatorie (în jurul axei Ox) a vectorilor singulari. Pentru unele nuclee, aceste oscilații sunt apropiate de funcții sinusoidale de pulsație diferită. În **Figura 8** se prezintă demonstrativ o suprapunere a vectorilor singulari la stânga, începând de la primul din matricea V , până la cel de ordin 10:

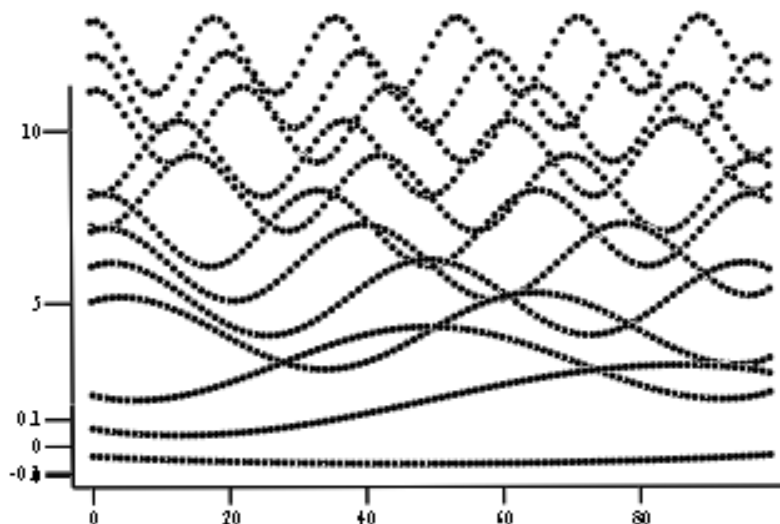


Figura 8. Variația oscilatorie a vectorilor singulari corespunzători unei matrice nucleu.

Rezultatele având caracter experimental limitat, se evită afirmarea unei proprietăți generale de oscilație sinusoidală, pentru vectorii singulari ai oricărei matrice provenită dintr-o

problemă invers electrotehnică, sau rău condiționată. Spectrul de vectori oscilatorii este foarte atipic pentru fiecare caz de matrice nucleu.

În aceste condiții, se emit următoarele ipoteze:

- fiecare vector singular prezintă o oscilație în jurul axei Ox ; numărul de intersecții pe care le face funcția numerică a vectorului cu axa este egal cu numărul de ordine al vectorului în matricea valorilor singulare la stânga; această constatare este valabilă în general pentru aproximativ 20% din vectorii care constituie matricea;
- **modulul valorii medii, a sumei elementelor fiecărui vector singular**, descrește cu creșterea ordinului vectorilor în matrice; acest aspect este ilustrat în **Figura 9**.

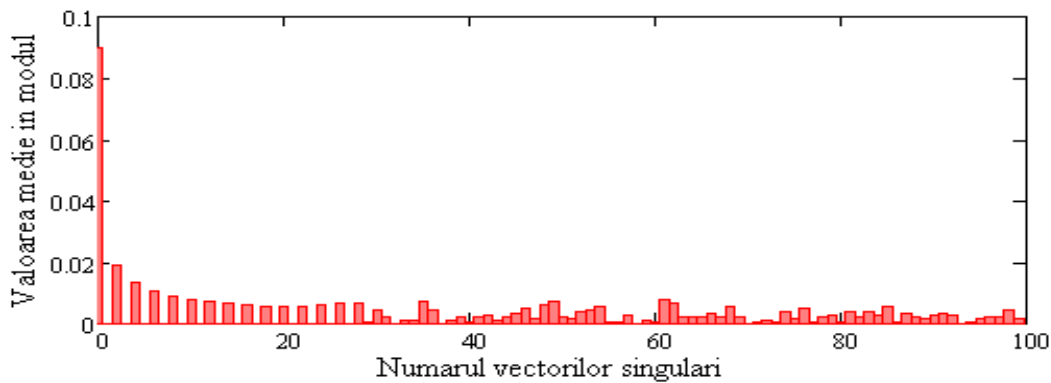


Figura 9. Analiza armonică a vectorilor singulari.

Printr-o analogie cu analiza armonică a unui semnal nesinusoidal, estimăm că fiecare funcție numerică – vector singular, poate fi asimilată unei armonici, care intră în componența soluției. Pentru argumentarea acestei mențiuni, se poate scrie expresia:

$$z = \sum_{i=1}^{N_x} \frac{U^{<i>T} \cdot u}{\sigma_i} \cdot V^{<i> = \beta_1 \cdot V^{<1>} + \beta_2 \cdot V^{<2>} + \dots + \beta_{N_x} \cdot V^{<N_x>} \quad (4)$$

Din acest punct de vedere, soluția unei probleme invers electrotehnice poate fi caracterizată printr-o suprapunere de efecte, **armonici**, fiecare amplificată de valoarea singulară corespundentă. Dacă admitem o ierarhizare a importanței vectorilor singulari, în reconstrucția adecvată a soluției, după indicatorul valoare medie în modul a sumei elementelor vectorilor singulari, atunci conform figurii, pe măsura creșterii ordinului “armonicelor” (vectorilor singulari), trebuie să scadă ponderea acestora la reconstrucția soluției.

Considerăm această **abordare originală**, prin analogie cu suprapunerea efectelor la semnalele nesinusoidale, doar un punct de pornire în dezvoltarea unei noi metode de regularizare.

După obținerea formei de undă a tensiunii aplicate primarului transformatorului de înaltă tensiune, urmează proiectarea / realizarea oscilatorului, preamplificatorului și amplificatorului de semnal, asamblarea sursei, probe / măsurători cu ozonatorul, iar dacă rezultatele sunt cele scontate, urmează lucrări științifice, patentarea și brevetarea soluției, contracte cu marii furnizori de ozonatoare.

3.2. Dezvoltarea și propunerea unor metode și tehnici de procesare a mediilor tratate cu ozon împreună cu adjuvanți, în diverse aplicații

3.2.1. Expertiza științifică a autorului în domeniul cercetării

Experiența autorului în acest domeniu de cercetare este validată de teza de doctorat pe tema ozonatoarelor, de multitudinea lucrărilor pe acest domeniu, monografia [A1.1.1], contractele: [A2.3.1.2.1], [A2.3.1.2.2], [A2.3.2.1.4], [A2.3.2.2.2], [A2.3.2.2.3], [A2.3.2.2.12] și lucrările: [A2.1.7], [A2.1.12], [A2.1.13], [A2.2.1 ÷ A2.2.12], [A2.2.14 ÷ A2.2.16], [A2.2.19 ÷ A2.2.31], [A2.2.34 ÷ A2.2.36], [A2.2.38], [A2.2.39], [A2.2.41], [A2.2.42], [A2.2.44 ÷ A2.2.46], [A2.2.49 ÷ A2.2.51], [A2.2.53 ÷ A2.2.57] și brevetele de invenție [A2.18 ÷ A2.1.20].

Preocupările referitoare la procesarea unor materiale semincere și a vinului în câmpuri electrice intense au fost demarate în universitatea noastră, încă din 1972: [29], [30] și au fost girate de un grup de cadre didactice¹.

Candidatul a reluat pe un plan superior cercetarea și a utilizat cu *caracter primordial* ozonul împreună cu adjuvanții: *radiația ultravioletă, radicalii liberi, câmpurile electrice, ș. a.*, iar prin cercetările, experimentele și studiile realizate, au fost obținute rezultate bune în procesele de biostimulare sau bioinhibare a mediilor tratate, dintre care se remarcă aplicațiile:

- a. epurarea apelor reziduale contractul [A2.3.1.2.2.], lucrările științifice: [A2.1.13], [A2.2.1], [A2.2.3], [A2.2.4], [A2.2.9], [A2.2.10], [A2.2.21], [A2.2.22], [A2.2.28], [A2.2.31], [A2.2.33], [A2.2.38], [A2.2.41], [A2.2.46], [A2.2.49], [A2.2.53], [A2.2.54];
- b. tratarea unor afecțiuni medicale (contractul [A2.3.2.2.12], lucrările științifice [A2.1.13]; [A2.2.11], [A2.2.56], [A2.2.57], brevetele de invenție [A2.18 ÷ A2.1.20]);
- c. biostimularea proceselor utile, sau bioinhibarea celor nocive din semințe, plante și animale; sterilizarea – conservarea – maturarea rapidă a unor produse alimentare (contractul [A2.3.2.2.3], lucrările științifice: [A2.1.7], [A2.2.2], [A2.2.5 ÷ A2.2.8], [A2.12], [A2.2.23], [A2.2.24], [A2.2.29], [A2.2.30], [A2.2.34 ÷ A2.2.36], [A2.2.39], [A2.2.44 ÷ A2.2.46], A2.2.50)).

3.2.2. Importanța, relevanța conținutului științific și rezultatele semnificative

Epurarea apelor reziduale

Principalele aplicații ale ozonului se bazează pe caracterul oxidant al acestuia, ozonul fiind unul dintre cei mai cunoscuți ([19], [22], [28], [30], [41], [47], [A1.1.1]). Suplimentar, fiind provenit dintr-un element natural, indispensabil vieții, în procesele de tratare / ecologizare

¹ Printre acestea care s-au remarcat: prof. Roman Morar, prof. Nicolae Patachi, prof. Emil Simion, prof. Radu Munteanu, precum și CS I Iuliu Munteanu.

rezultă produși cu o toxicitate mult mai redusă decât ai celor primari. În unele aplicații ozonul singur nu poate face față unor procese grele de oxidare și poate fi asociat cu apa oxigenată, clorul, fluorul, etc., funcție de aplicație.

Observațiile comparative asupra multiplelor teste și experimente efectuate pe medii vii, de către autor, (dintre care un loc aparte l-au avut materialele biologice procesate), au scos în evidență faptul că utilizarea comună a ozonului cu adjuvanții: câmpurile electrice intense, radiația ultravioletă, radicalii liberi, ș. a., au condus la rezultate net superioare.

Din diversele trepte ale procesului de ecologizare a apelor reziduale de la Societatea Apă și Canal, Cluj-Napoca, de la Stația de Epurare a Apelor Reziduale Someșeni au fost recoltate probe, asupra cărora s-au realizat teste de ozonare ca în **Figura 10** și procesare în câmpuri electrice intense, ca în **Figura 11**, [A2.3.1.2.2], [A2.1.12], [A2.1.13], [A2.2.3], [A2.2.4], [A2.2.10], [A2.2.21], [A2.2.28], [A2.2.31], [A2.2.33], [A2.2.41], [A2.2.49], [A2.2.55], [A2.2.56].

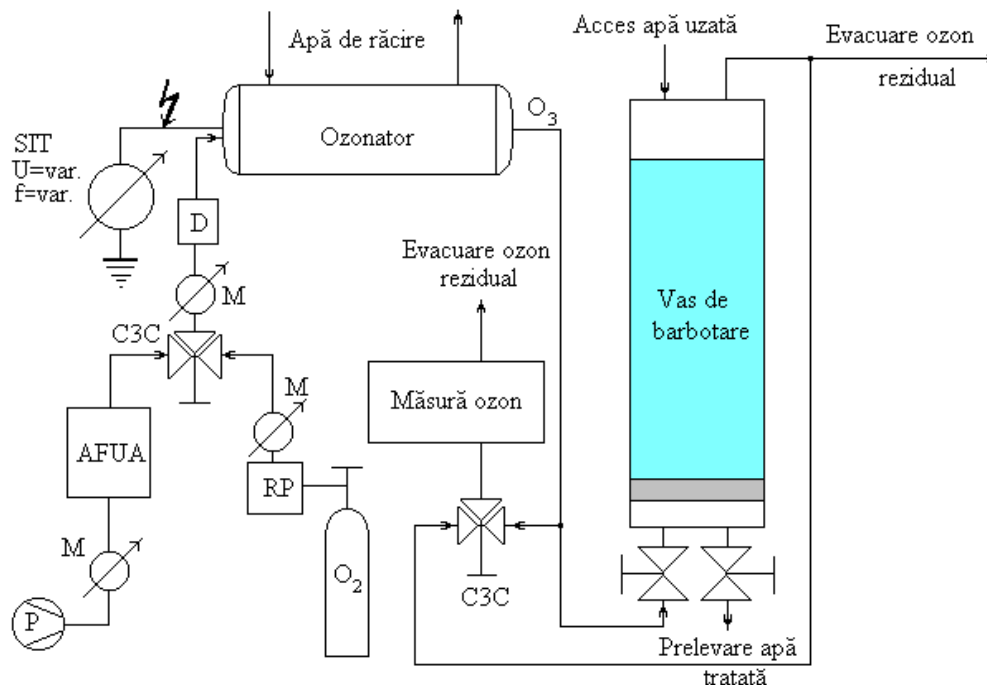


Figura 10. – Standul de laborator pentru tratarea apelor uzate, utilizând ozonul: SIT – sursă reglabilă de înaltă tensiune; P – compresor de aer; M - manometru; AFUA – agregat de filtrare și uscare a aerului; D - debitmetru; C3C – cana cu trei căi; RP – reductor de presiune; O₂ – recipient de oxigen; O₃ – ozon, [A2.3.1.2.2], [A1.1.1].

Cu toate rezultatele bune, obținute în treptele de preozonare, sau ozonare principală, (reducerea încărcăturii microbiologice sau organice, oxidarea unor metale, sau agenți chimici poluanți, floclarea / sedimentarea oxidanților rezultați, etc.), Societatea Apă și Canal din Cluj-Napoca nu a acceptat propunerea, deoarece aveau în dotare o stație modernă de epurare, pusă în funcțiune cu puțin timp înaintea efectuării testelor. Această stație utilizează procedeul culturilor microbiologice.

Prin ozonul rezidual existent în urma ozonărilor, ar fi influențat negativ culturile microbiologice, utilizate în ecologizare, iar această ecologizare microbiologică nu ar fi avut eficiența scontată – reprezintă opinia beneficiarului, Compania de Apă Someș S.A. [A2.3.1.2.2].

Rezultatele efectuate pe probele recoltate după epurarea microbiologică, înaintea deversării în emisar, prin ozonare finală, inclusiv tratarea în câmpuri electrice intense, de tip corona, au evidențiat rezultate semnificative. O astfel de tratare ar fi simulat o curgere pliculară de plan înclinat după o relevă **Figura 11**. Dintre efectele menționate pot fi reținute: *reducerea microorganismelor utilizate pentru ecologizare; flocularea / sedimentarea a transformat proba în una incoloră, dintr-o culoare alb – lăptoasă, iar mirosul infect, de canal a dispărut, fiind transformat într-un miros plăcut, de apă proaspătă de munte, ozonată.*

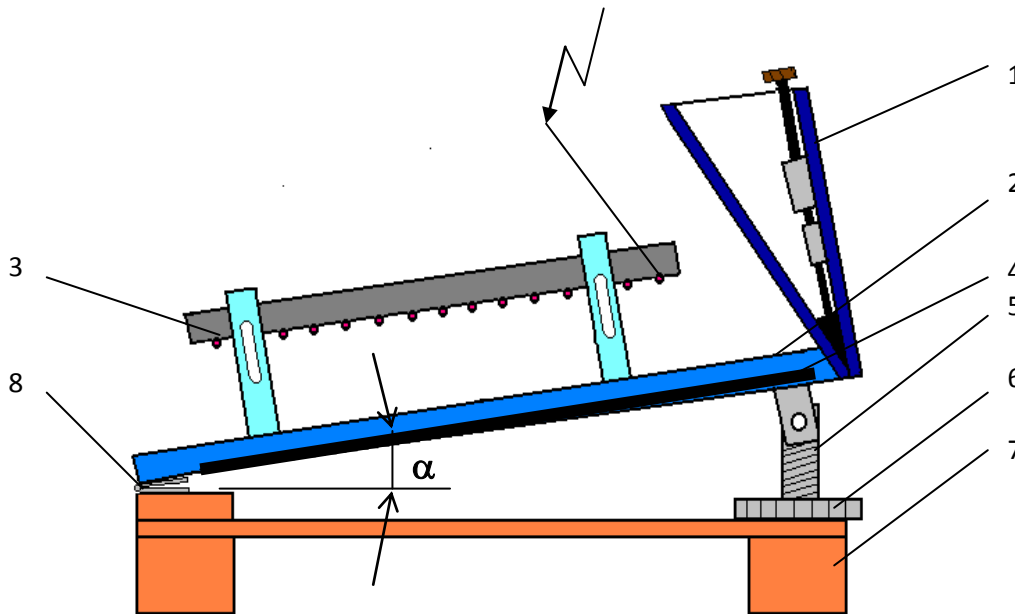


Figura 11. Echipament pentru tratarea în flux continuu a apelor reziduale; 1 – rezervor cu debit variabil; 2 – plan înclinat de curgere a lichidului; 3 – suport electrod activ; 4 – electrod pasiv, conectat la pământ; 5 – șurub cremalieră; 6 – piuliță cremalieră; 7 – suport; 8 – balamale, [A2.1.12], [A2.1.13], [A2.2.4], [A2.2.51], [A2.2.55], [A2.2.56].

Ca o concluzie, se recomandă utilizarea ozonării, prin barbotare, cu predilecție în cadrul stațiilor de epurare, înaintea deversării apelor tratate în emisar. Se recomandă ca echipamentele de epurare a apelor uzate la poluatori specifici, să fie bazate pe metoda tratării acestora cu câmp electric intens și generare de ozon.

Această din urmă aplicație poate fi utilizată în cadrul poluatorilor specifici, cu încărcături organice complexe, provenite de la fermele avicole sau de la cele porcine, înaintea ajungerii în stația de epurare biologică, întrucât se observă că substanțele organice și azotiții cresc cantitativ, dar posedă o complexitate organică mai redusă, deci prezintă o formulă chimică mai simplă, care devine mai ușor de redus, prin acțiunea microbiologică.

Tratarea unor afecțiuni medicale

Propunerile de proiecte PN II și Idei ([A.2.3.2.2.12]) din 2008 susțineau teme de cercetare ample, sub aspecte științifice și tehnice. Proiectele își propuneau asimilarea tehnologiilor și a echipamentelor de procesare cu ozon, sau cu ozon și câmpuri electrice intense, a mediilor

apoase sau gazoase, utilizate la tratarea unor afecțiuni în medicină și aveau la bază propuneri de invenție proprii. Prin parteneriatul format între universități, institutute de cercetare și agenți economici, se puneau bazele unei cercetări interdisciplinare complexe, la limita cercetării fundamentale, în scopul asimilării unor tehnologii și echipamente, cu aplicabilitate imediată în medicină, pentru tratarea neinvazivă a unor boli diverse, cum ar fi: arsuri cu substanțe chimice, ulcere varicoase sau alte tipuri de plăgi și ulcerații externe suprainfectate, sau a infecțiilor intra-abdominale, refractare la tratamentul clasic medicamentos. Tratamentul propus este complementar tratamentului medicamentos, facil de aplicat și are la bază caracterul puternic antimicrobian, al ozonului și al radicalilor hidroxil liberi, prin erodarea / oxidarea la nivel celular a membranelor microorganismelor, dublat de stimularea locală a leucocitozei și prezintă avantajele creșterii vitezei și calității cicatrizării, dar și al reducerii semnificative a medicației utilizate și a timpului de imobilizare - inactivare a pacienților, conducând în final la creșterea speranței de viață a acestora.

Noile echipamente complexe vor putea dota cabinetele medicilor de familie, spitalele și policlinicile de specialitate, pentru tratarea respectivelor afecțiuni și în alte diverse aplicații, care necesită inhibarea microorganismelor nocive și biostimularea proceselor utile din mediile vii.

Prin realizarea proiectului se vor putea aduce contribuții la descifrarea mecanismului de influență a ozonului sau a câmpurilor electrice intense în acțiunea puternic antimicrobiană, dublată de cea biostimulatoare asupra țesuturilor vii tratate, mecanism care își va găsi, cu siguranță și alte multiple aplicații în medicină și biologie.

Crearea parteneriatului complex ar fi condus la formarea unei echipe complexe de cercetare, care în mod primordial, ar putea aplica eficiența extrem de mare, dar și simplitatea debordantă, cumulată cu prețurile de cost extrem de reduse, ale metodei procesării în câmpuri electrice intense a mediilor utilizate în diverse și variate aplicații. Aria largă de aplicații ar putea conferi și o dimensiune temporală, exprimată prin aspectul progresului și interferențele diferitelor domenii convergente, care ar putea conferi proiectului un caracter de cercetare – dezvoltare, în domeniile electrostaticii aplicate în microbiologie și științele medicale.

Parteneriatul propus în temele de cercetare conduc în spațiul cooperării la întrepătrunderea disciplinelor: *electrostatica* – prin studiul acelor câmpuri electrice intense, care sunt generatoare de cele mai eficiente metode de sinteză a ozonului, sau a radicalilor hidroxil liberi; *chimia* – studiul influențelor și a modificărilor parametrilor fizico-chimici ai mediilor apoase sau gazoase procesate; *biochimia* – descifrarea mecanismelor de influență asupra microorganismelor sau asupra țesuturilor tratate, deci asupra materiei vii; *medicina* – stabilirea noilor condiții și scheme de aplicare sau de tratament pe culturi microbiologice, cobai sau pacienți; urmărirea efectelor, eficientizarea metodelor de tratament și propunerea altor domenii de aplicare; *ingineria electrică, electronică și industrială* - stabilirea temelor de proiectare, ale proiectării și

realizării propriu-zise a echipamentelor de ozonare sau tratare în câmpuri electrice intense a respectivelor medii, utilizate în tratarea unor afecțiuni medicale.

Cercetările recente, efectuate de candidat, împreună cu specialiștii din UMF Cluj-Napoca, propun utilizarea combinată a ozonului și a câmpurilor electrice intense în tratarea unor medii biologice, care au condus la inhibarea proceselor nocive și la biostimularea proceselor utile din respectivele medii tratate, ca în **Figura 12** și **Figura 13**. Efecte benefice evidente au fost obținute în ulcere varicoase refractare la tratamentele clasice, escare, în arsuri cu substanțe chimice și la tratarea infecțiilor cu anaerobi, plăgi cangrenoase, escare, etc.

Proiectul ar fi creat condițiile optimizării colaborării dintre mediul academic, entități de cercetare – dezvoltare – inovare și agenți economici, în vederea realizării de produse, procese și tehnologii curate.

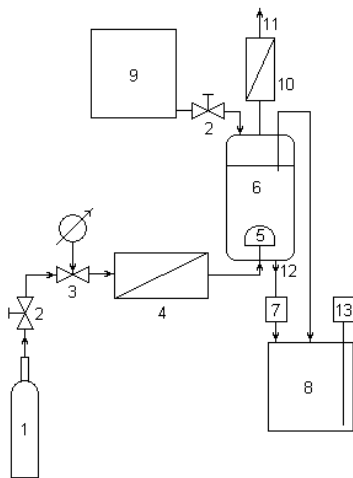


Figura 12. Instalație pentru ozonarea soluțiilor apoase; 1 – tub (tanc sau rezervor) de oxigen; 2 – valvă (robinet); 3 – regulator de presiune; 4 – generator reglabil de ozon; 5 - difuzor poros de ozon; 6 – coloană pentru difuzia ozonului în soluția apoasă (reactor cu bule); 7 – măsură a ozonului rezidual în soluția apoasă; 8 – vas colector al soluției apoase ozonate; 9 – vas pentru soluția apoasă de ozonat; 10 – distructor de ozon rezidual; 11 – evacuare gaze; 12 – evacuarea soluțiilor apoase ozonate (probe, eşantioane); 13 – măsură a pH-ului sau a altor parametri fizico – chimici ai soluțiilor apoase ozonate, [A.2.3.2.2.12], [A2.2.11], [A2.2.58], [A2.2.59].

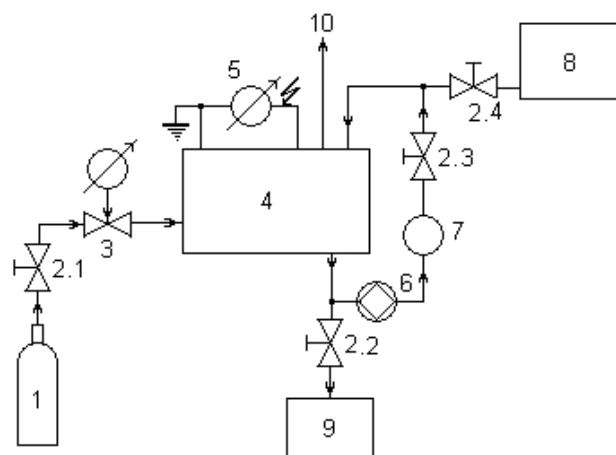


Figura 13. Instalația complexă de procesare a soluțiilor apoase în ozon și câmpuri electrice intense; 1 – butelie de oxigen; 2.1 ÷ 2.4 – robinete; 3 – regulator de presiune a oxigenului; 4 – celulă corona de procesare a soluțiilor apoase; 5 – sursă reglabilă de înaltă tensiune; 6 – pompă; 7 – ozonometru pentru fază lichidă; 8 – recipient cu soluții pentru tratare; 9 – recipient colector al soluțiilor ozonate; 10 – evacuare gaze reziduale, [A2.1.20], [A.2.3.2.2.12], [A2.2.11], [A2.2.58], [A2.2.59].

Partenerii au în comun o multitudine de aspecte științifice și tehnice, care în permanență se întrepătrund, cum ar fi: a) studiul optimizării, câmpurilor electrice intense, electrostatice sau corona, din punctul de vedere al eficientizării tratamentelor; b) determinarea, cuantificarea și studiul acelor parametri fizico-chimici modificați, în procesul tratării cu ozon sau câmpuri electrice a mediilor procesate, parametri care prezintă importanță semnificativă în vindecarea plăgilor; c) inducerea pe cobai a afecțiunilor și determinarea pe baza experimentală și statistică a terapiei propuse, contribuții la stabilirea mecanismului de influență a mediilor procesate în procesul evolutiv benefic al vindecării plăgilor suprainfectate, la nivel celular și medical; d) sta-

bilirea criteriilor și performanțelor pe care trebuie să le îndeplinească noile echipamente, propuse spre asimilare, prin fundamentarea științifică a temei de proiectare a acestora; e) proiectarea asistată de calculator a echipamentelor de ozonare sau tratare în câmpuri electrice intense, cu sursele electronice de înaltă tensiune aferente; f) realizarea noilor echipamente la partenerul economic; g) stabilirea protocoalelor medicale de tratament.

Pentru eliminarea eventualelor microparticule și oxizi metalici, din electrozii activi ai celulelor de tratare directă în câmpuri electrice intense, se vor utiliza bariere dielectrice, care vor conferi stabilitate descărcării corona, în scopul eliminării frecvențelor descărcări în scânteie sau arc. Simplitatea constructivă a celulelor corona, dar mai ales eficiența lor crescută în tratarea mediilor lichide și gazoase, (în special datorate radicalilor hidroxil liberi), fac din tratarea directă în câmpuri electrice intense, un partener redutabil al proceselor complexe și dificile din medicină. Echipamentele de tratare directă în câmpuri electrice intense și generatoarele de ozon propuse pentru asimilare vor putea deservi o paletă largă de aplicații medicale, cum ar fi: acțiunea puternic antimicrobiană a ozonului și a radicalilor hidroxil liberi, la nivelul plăgilor infectate, sau în cazul infecțiilor intraabdominale, prin erodarea / oxidarea la nivel celular a membranelor microorganismelor, dar și prin stimularea locală a leucocitozei, (grăbind viteza și calitatea cicatrizărilor) și în alte aplicații intraspitalicești.

Prin nivelul cercetărilor abordate, proiectele contribuiau la dezvoltarea domeniului cunoașterii, atât în ceea ce privește chimia ozonului, dar mai ales în extinderea utilizării lui în sănătate. *Presupunem că în cazul unor afecțiuni grave, cum ar fi arsurile pe suprafețe întinse, sau a plăgilor suprainfectate, acolo unde prognosticul este de cele mai multe ori - rezervat, însănătoșirea și speranța de viață va crește considerabil, prin viteza și capacitatea crescută de regenerare a plăgilor, o dată cu utilizarea unei noi metode conceptuale de tratament.*

Pe de altă parte, candidatul, prin lucrările prezentate la diverse simpozioane de specialitate, IEEE Trans. Ind. Appl. și IAO3, [A2.2.2 ÷ A2.2.8], [A2.2.12], [A2.2.23], [A2.2.24], [A2.2.29], [A2.2.30], [A2.2.34 ÷ A2.2.36], [A2.2.39], [A2.2.44], pe tematica tratării directe în câmpuri electrice intense, a reușit „lansarea” unei adevărate și revoluționare metode noi, care să conducă simultan la anihilarea microbiană nocivă și la biostimularea proceselor utile din respectivele medii procesate.

Originalitatea propunerilor referitoare la realizarea echipamentelor de tratare directă în câmpuri electrice intense și a generatoarelor specifice de ozon constau în: utilizarea sau asimilarea unor bariere dielectrice din materiale sticloceramice, alimentarea surselor cu forme adaptate ale înaltei tensiuni, care fac posibile creșteri ale concentrației ozonului generat în noile echipamente de ozonare, implementarea calculatoarelor de proces, care să gestioneze buna funcționare a echipamentelor, să asigure reglarea cantității, concentrației ozonului și a duratei expunerii, în funcție de cerințele tratamentului medical; alt aspect al originalității și a dificultății

problematicii ca ansamblu, trebuie privit sub aspectul sterilizării mediilor procesate, uneori în flux continuu, funcție de necesități și solicitări.

Complexitatea propunerilor constau în stabilirea schemelor logice de tratament, a dozelor și concentrațiilor de ozon, a timpilor de procesare, în strânsă corelație cu natura și tipul afecțiunii medicale. În final, sursele și ozonatoarele trebuie să fie prevăzute cu posibilitatea reglării automate a condițiilor de procesare, funcție de tipul și gravitatea afecțiunilor tratate.

Pentru sinteza unor circuite electrice și electronice specializate, dar și pentru faza de cercetare / proiectare electrică și mecanică, se utilizează programe specializate, cum ar fi Maxwell, Orcad, sau Autocad.

Măsurarea concentrației ozonului se va realiza cu ozonometre moderne, iar analiza parametrilor fizico – chimici ai mediilor tratate în câmpuri electrice intense sau ozon, înainte și după tratare – ozonare, se va face în laboratoarele de înaltă specialitate; aplicarea tratamentelor dar și urmărirea evoluției stării de sănătate a cobailor se vor realiza în laboratoarele acreditate și dotate corespunzător ale colaboratorilor.

Obiectivul general al proiectelor este creșterea competitivității cercetării prin stimularea platformelor experimentale și a parteneriatelor formate din universități, institute de cercetare, agenți economici și munca în echipa complexă, la o tematică de cercetare – dezvoltare, situată la limita cercetării fundamentale, concretizate în domenii prioritare *materiale, procese și produse inovative*, cu aplicații imediate în domeniile *sănătate sau biotehnologii* și are ca finalizare, elaborarea unor noi tehnologii și asimilarea echipamentului necesar procesării cu ozon sau câmpuri electrice intense, a unor medii utilizate în tratarea unor afecțiuni medicale.

Impactul economic: direcțiile principale de cercetare abordate conduc spre soluții tehnice cu aplicare imediată și efecte directe. Rezolvarea problemelor cauzate de plăgi suprainfectate ale diverșilor pacienți, conduce la realizarea de economii însemnate în raport cu reducerea drastică a medicației alocate, reducerea semnificativă a timpilor de inactivare a pacienților; aplicarea tehnologiei și a procedurilor descrise va conduce la îmbunătățirea stării de sănătate a pacienților afectați de plăgi suprainfectate. Instalațiile și tehnologiile / procedurile de tratament omologate, urmează să intre imediat în clinici și spitale, cu efecte economice imediate.

Impactul tehnico-stiințific: parteneriatul științific creat este complex, cu o capacitate de inovare excelentă, sugerată de competențele echipei de cercetare. Prin propuneri, se realizează o platforma de excelență în domeniul instalațiilor și tehnologiilor de procesare în ozon sau câmpuri electrice intense a mediilor (lichide sau gazoase) aplicate în medicină și în cel al materialelor care utilizează ozonul.

Impactul social: platforma experimentală dezvoltată permite o bună gestionare a resurselor umane din institutele și universitățile implicate; se creează cadrul formării unor specialiști de înaltă clasă în domeniul științei materialelor și medicină. Tehnologia aplicată va

duce la îmbunătățirea considerabilă a calității vieții. Ideea proiectului este de a oferi o soluție alternativă de tratare a plăgilor suprainfectate, dificil de vindecat, ca durată și medicație, prin stimularea locală a leucocitozei, simultan cu efectul puternic antimicrobian, grăbind procesul de vindecare. Proiectul propus, cu parteneri multipli, avea un grad de dificultate ridicat, este de mare amploare și presupune colaborarea interdisciplinară între biochimisti, medici, biologi, chimiști, fizicieni, ingineri specialiști în electrotehnică și mecanică, din 3 universități, un institut public și un agent economic.

Din propunerile temelor de cercetare a fost realizat grantul PNII - IDEI cod 829/2008 și finanțat de către CNCIS-UEFISCU, [A.2.3.2.2.12], prin care s-au propus și aplicat **cu caracter de primordialitate**, utilizarea ozonului și / sau a descărcărilor corona asupra soluțiilor perfuzabile, aplicate pancreatitei acute infectate. Cel mai important factor în evoluția pancreatitei acute severe este infecția, care se corelează semnificativ cu complicațiile sistemice prezente în faza tardivă a bolii ([1], [2]). Mortalitatea asociată necrozelor pancreatice și peripancreatice infectate rămâne foarte ridicată, în ciuda tratamentelor antibiotice cu spectru tot mai larg de acțiune, mai puternice și mai scumpe, care se administrează ([3], [4], [36]). Găsirea unor mijloace noi de tratare a pancreatitei acute infectate este o provocare de mare actualitate.

Informația că ozonul este un agent oxidant, cu o binecunoscută capacitate antimicrobiană, a fost utilizată, suplimentată și confirmată cu efectele descărcărilor corona asupra soluțiilor perfuzabile, utilizate în lavajul intraperitoneal. Majoritatea studiilor care au testat efectele soluțiilor ozonate în diverse patologii au folosit concentrații ale ozonului de până la 7 %, din cauza limitelor tehnice ale ozonatoarelor, sau a suprasaturării cu ozon a soluției, ori a altor cauze [4], [48]. În pancreatitele acute infectate, lavajul peritoneal prezintă o importanță deosebită în tratament, atât prin diminuarea încărcăturii microbiene și a mediatorilor inflamației ajunși în spațiul extravascular, cât și prin scăderea presiunii intraabdominale [4], [10]. Unul din rezultatele cercetării evidențiază o reducere semnificativă a nivelelor proteinei C reactive și a peroxidizilor totali la animalele tratate cu ser ozonat, comparativ cu lotul martor. Aceste rezultate se corelează cu modificările histopatologice de la nivelul pancreasului.

Potențiala augmentare a procesului inflamator și a stresului oxidativ determinată de o cantitate mai mare de radicali liberi de oxigen corespunzătoare unei concentrații mai mari de ozon nu s-a confirmat, între loturile tratate cu ser ozonat 5 % și 9 %, nefiind diferențe semnificative statistice, (*posibil din cauza utilizării descărcărilor corona de c. a. și nu a celor de c. c., cu realizarea unor radicali liberi dedicați, fie bioinhibării, fie biostimulării, funcție de evoluția bolii*).

Acest fapt poate fi explicat prin aplicarea soluției ozonate în lavaj peritoneal continuu care reduce astfel timpul de acțiune al radicalilor liberi de oxigen, dar și prin efectul ozonului de îmbunătățire a microcirculației și de activare a sistemului imun ([37]).

Numeroase studii au prezetat efectul antimicrobian al ozonului în diverse patologii infecțioase, având ca premisă faptul că speciile reactive de oxigen generate de interacțiunea

ozonului cu microorganismele patogene reprezintă cel mai natural și eficient agent antimicrobian. În afecțiuni ca abcese, fistule perianale, furunculoze, osteomielite, vulvovaginite, fasciite necrozante, terapia cu ozon a avut efecte spectaculoase de eradicare a infecției și grăbire a vindecării ([4], [38]). Există însă puține studii care au cercetat potențialul antiinfecțios al ozonului în infecțiile „complexe” (infecții de mare amploare în cavități închise, apărute pe un proces inflamator, cu germeni rezistenți, plurimicrobiene), iar rezultatele nu sunt concludente. În cercetările noastre, susținute de grantul PNII - IDEI cod 829/2008, ([A.2.3.2.2.12]) și lucrarea ([A2.2.11]), soluțiile saline ozonate au prezentat o importantă acțiune antimicrobiană.

Administrat intraperitoneal, ozonul a redus semnificativ numărul de tulpini microbiene din pancreatita infectată, față de lotul martor, vezi **Figura 14**.

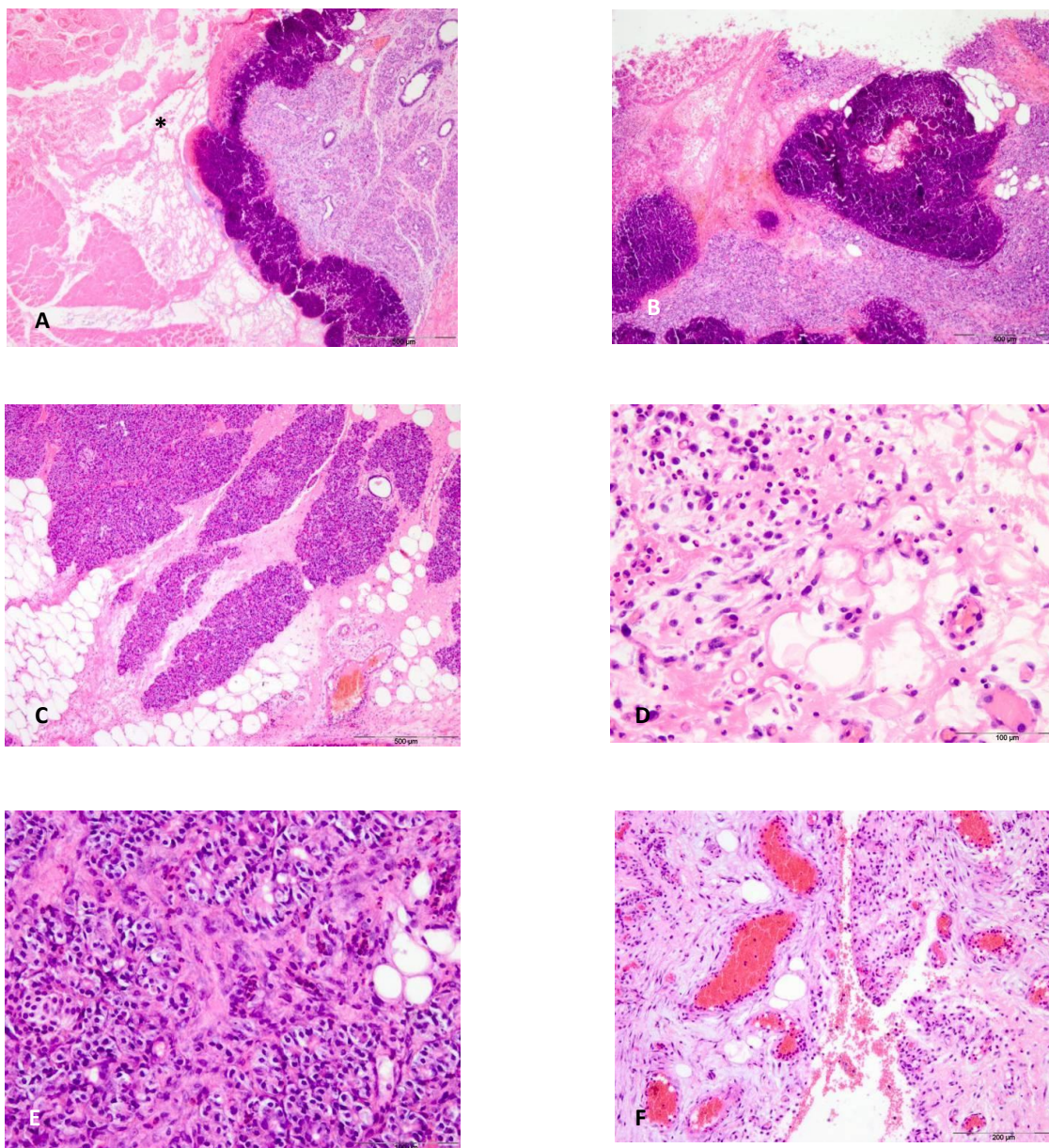


Figura 14. Aspecte histopatologice ale țesutului pancreatic și peripancreatic la iepurii din lotul martor M, fără tratament, [A2.1.20], [A.2.3.2.2.12], [A2.2.11], [A2.2.58], [A2.2.59].

În **Figura 14** se pot identifica: A) necroză parenchimatoasă difuză, severă (*), demarcată de țesutul normal prin intermediul unui brâu leucocitar neutrofilic și macrofagic. HE. Bară = 500 μm ; B) focare necrotico-purulente cu formare de abcese, edem inflamator, hemoragie, infiltrat masiv cu neutrofile și macrofage. HE. Bară = 500 μm ; C) exudat serofibrinos interstițial interlobular și intraglandular cu disociere parenchimatoasă. HE. Bară = 500 μm ; D) citosteatonecroză difuză peripancreatică cu infiltrat neutrofilic și macrofagic. HE. Bară = 100 μm ; E) proliferare fibroblastică septală la nivel interlobular și interacinar cu atrofia parenchimului, degenerarea vasculară a celulelor pancreatice, infiltrat inflamator moderat cu neutrofile și rare eozinofile. HE. Bară = 100 μm ; F) congestie, edem, leucodiapedeză și fibroplazie perivasculară în țesutul peripancreatic (bară = 200 μm).

Concentrația mai mare de ozon la animalele, tip cobai, din lotul T2, nu a dovedit un efect bactericid mai pronunțat față de serul ozonat 5 %, vezi **Figura 15** și **Figura 16**.

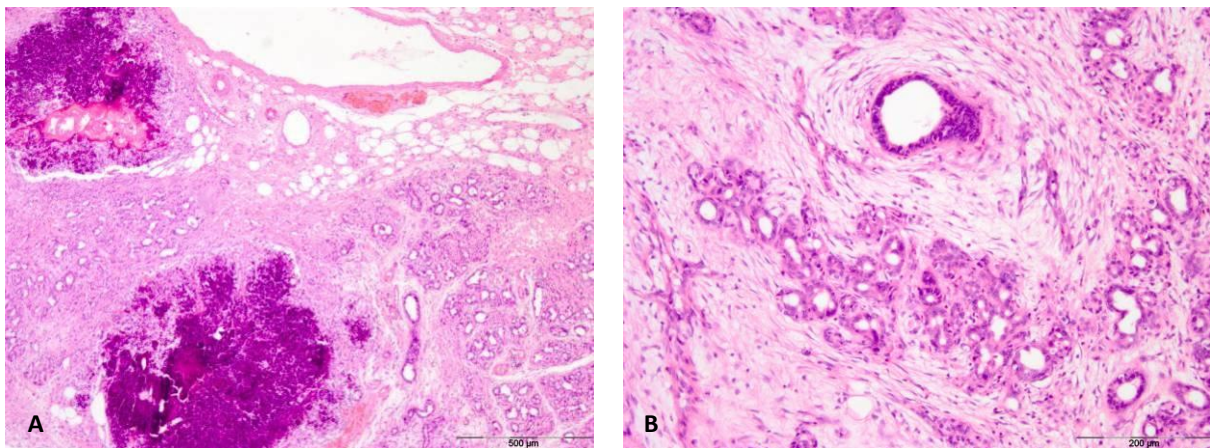


Figura 15. Aspecte histopatologice ale țesutului pancreatic la iepurii din lotul de studiu T1, tratat cu ser fiziologic ozonat: A) necroză parenchimatoasă în focare cu formare de microabcese, edem, hemoragie, infiltrat inflamator neutrofilic moderat și proliferare fibroblastică în zonele adiacente. HE. Bară = 500 μm ; B) edem și proliferare fibroblastică la nivel interstițial interlobular și intraglandular cu ectazie ductală, infiltrat inflamator redus cu neutrofile și marofage. HE. Bară = 200 μm , [A.2.1.20], [A.2.3.2.2.12], [A2.2.11], [A2.2.58], [A2.2.59].

Urmărind comparativ cele trei loturi de iepuri cu pancreatite acute necroticopurulente, s-a constatat că, față de lotul martor, (M) unde procesul de supurație cuprinde suprafețe mari de parenchim pancreatic (aspect difuz) cu infiltrat inflamator masiv, edem difuz, vasculite necrotice cu necroză fibrinoidă difuză a vaselor, tromboze și hemoragie masivă, la loturile tratate cu ser fiziologic ozonat (T1), respectiv ser fiziologic ozonat și procesat în câmpuri electrice intense (T2), zonele de necroză au caracter de focar delimitate de un brâu leucocitar și reacție fibroasă. Infiltratul inflamator, edemul și hemoragia în parenchimul pancreatic adiacent zonelor de necroză, rezultate ale procesului inflamator inițial și al procesului infecțios secundar, sunt asemănătoare între loturile T1 și T2, dar semnificativ mai discrete față de lotul martor, ceea ce susține efectul stabilizator al ozonului observat și de alți cercetători ([38]).

Concluziile și rezultatele studiului [A.2.2.11] și [A.2.3.2.2.12], arată că administrarea unei soluții saline ozonate 5% pe cale intraperitoneală, sub formă de lavaj continuu, are beneficii

reale în pancreatita acută, atât prin acțiunea antimicrobiană însemnată, cât și printr-un efect stabilizator celular, cu diminuarea consecutivă a injuriei tisulare, indusă de mediatorii inflamației. Efectele antiinfecțioase și antiinflamatorii ale ozonoterapiei în pancreatita infectată sunt totuși limitate, o concentrație aproape dublă de ozon neaducând beneficii semnificativ mai mari, în condițiile de timp de expunere și temperatură menționate.

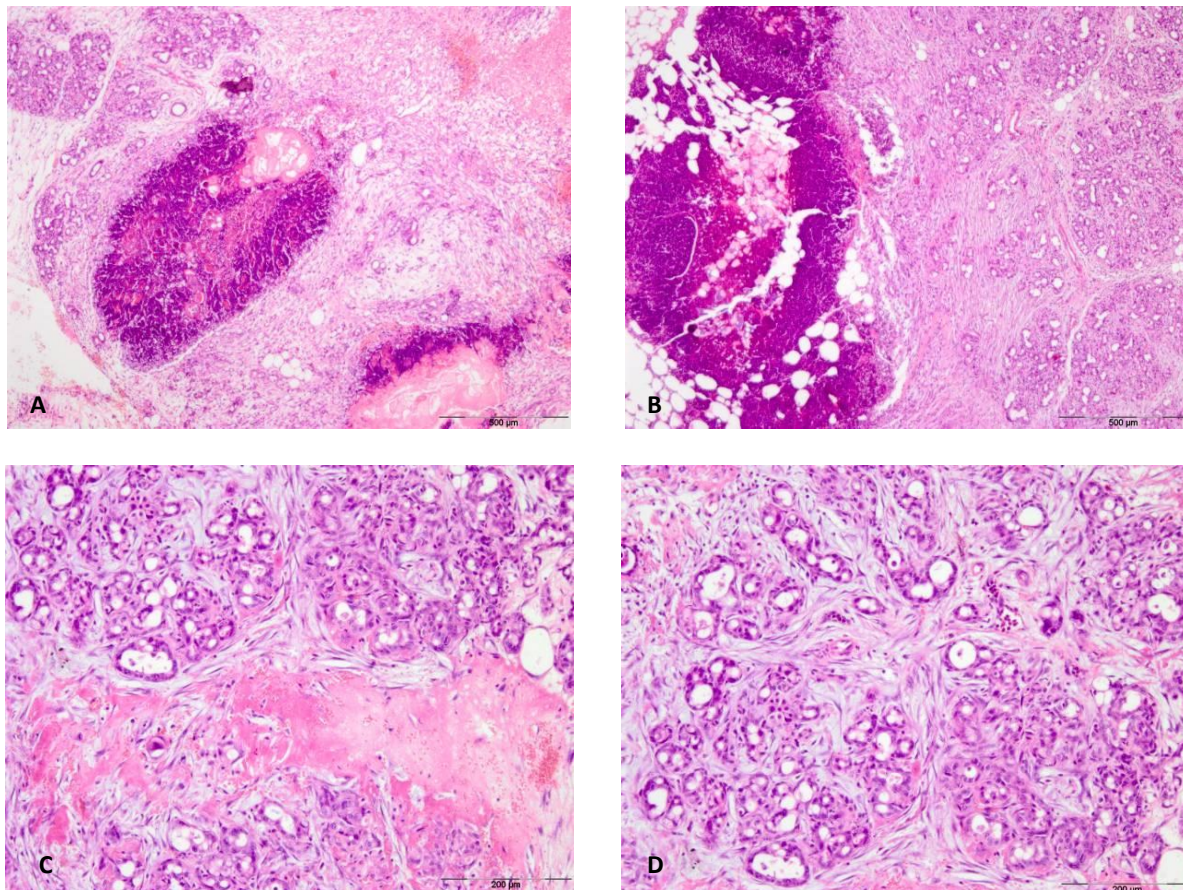


Figura 16. Aspecte histopatologice ale țesutului pancreatic la iepurii din lotul de studiu T2 tratat cu ser fiziologic ozonat și procesat în câmpuri electrice intense: A și B) necroza parenchimotoasă în focare, edem, hemoragie, infiltrat inflamator neutrofilic moderat și proliferare fibroblastică în zonele adiacente. HE. Bară = 500 μm ; C) focar de necroză parenchimotoasă, edem, hemoragie și infiltrat inflamator discret. HE. Bară = 200 μm ; D) edem și proliferare fibroblastică la nivel interstițial interlobular și intraglandular cu ectazie ductala. HE. Bară = 200 μm , [A2.1.20], [A.2.3.2.2.12], [A2.2.11], [A2.2.58], [A2.2.59].

Totuși, continuarea cercetărilor cu suporturi financiare consistente și cu scurtarea perioadelor dintre tratamente, dublată de utilizarea complexă a ozonului și a descărcării corona, de diverse polarități, țintite pe funcțiile inhibitorii sau biostimulatorii, în strânsă corelare cu răspunsul organismului la tratamentul propus, poate conduce la creșterea ratei de supraviețuire a pacienților.

Biostimularea proceselor utile, sau bioinhibarea celor nocive din semințe, plante și animale; sterilizarea – conservarea – maturarea rapidă a unor produse alimentare

Influența câmpurilor electrice intense asupra materiei vii este una complexă, pornind de la biostimulare, în cazul unor intensități medii, spre mici, până la bioinhibare, în cazul intensităților mari, [A2.1.7], [A2.1.18 ÷ A2.1.20], [A2.2.2], [A2.2.5 ÷ A2.2.9], [A2.2.11], [A2.2.12], [A2.2.23], [A2.2.24], [A2.2.29], [A2.2.30], [A2.2.34 ÷ A2.2.36], [A2.2.39], [A2.2.44], [A2.2.45], [A2.2.50], [A2.2.58], [A2.2.59].

Pentru procesarea mediilor vii de tip granular – semințe, lichide, sau paste au fost concepute și realizate celule adecvate de tratare, extrem de versatile, împreună cu sursele de înaltă tensiune, reglabile și reversibile [A2.1.12], [A2.1.13], [A2.2.3], [A2.2.4], [A2.2.14], [A2.2.27], [A2.2.33], [A2.2.46], [A2.2.47]. Funcție de necesități, celulele de tratare / procesare ca în **Figura 17.** și **Figura 18.,** pot asigura câmpuri electrice de tip electrostatic, corona și corona – electrostatic, cu intensitățile solicitate de procesele tehnologice.

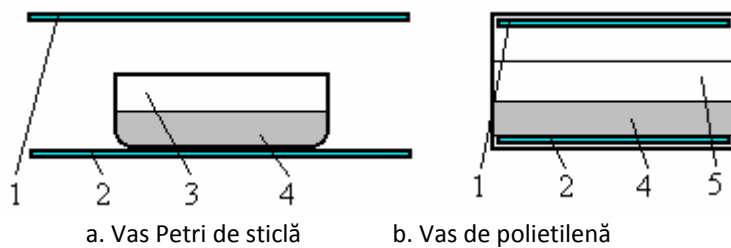


Figura 17. Celule electrostatice; 1 – electrod placă de înaltă tensiune; 2 – electrod conectat la pământ tip placă; 3 – vas Petri; 4 – material biologic de tratat; 5 – Vas de polietilenă [A2.1.7], [A2.2.2], [A2.2.4], [A2.2.5], [A2.2.44].

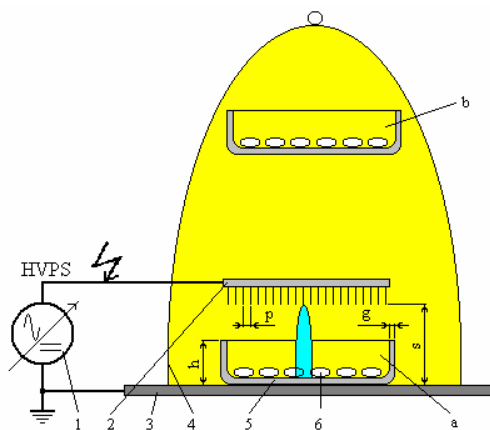


Figura 18. Stand complex de tratare a semințelor în câmp electric intens sau în atmosferă ozonată (b); 1- sursă reglabilă de înaltă tensiune (HVPS); 2 – electrod corona cu descărcare corona punctiformă; 3 – electrod conectat la pământ tip placă; 4 – clopot de sticlă; 5 – vas Petri de sticlă; 6 – semințe; (p – pasul elementelor corona, s – interstitial de descărcare corona), [A2.2.4], [A2.2.6], [A2.2.12], [A2.2.39], [A2.2.41].

Electrozii corona aleși au fost cei cu descărcare corona punctiformă, filiformă, sau tip sită, prevăzuți cu posibilitatea reglării interstițiilor și ai pașilor elementelor corona, care să asigure fie ozon din abundență, fie aeroioni sau radicali liberi, funcție de obiectivele stabilite ale procesării mediilor vii (**Figura 19**).

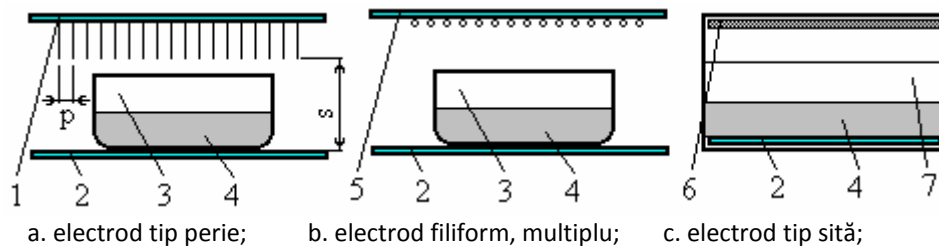


Figura 19. Celule corona; 1 – electrod cu descărcare corona punctiformă multiplă; 2 – electrod de conectat la pământ tip placă; 3 – vas Petri; 4 – material biologic; 5 – electrod cu descărcare corona filiformă multiplă; 6 – electrod corona tip sită; 7 – vas de polietilenă, [A2.2.4], [A2.2.6], [A2.2.12], [A2.2.36], [A2.2.42].

Pentru procesarea soluțiilor apoase s-au utilizat celulele cu lichidul aflat în stare staționară ca în **Figura 20**, sau în curgere peliculară, (**Figura 11** și **Figura 21**). Tratamentele și analizele au fost realizate la Ecosanitas, sau Stațiunea de Cercetări Agricole din Turda sau USAMV Cluj-Napoca.

În tratarea și procesarea, conform informației din **Tabelul 1** a unor mostre formate din semințe de grâu bolnave au fost obținute pe lângă inhibarea unor agenți patogeni aflați pe semințe, și biostimularea plantulelor obținute din respectivele mostre, ca în **Tabelul 2** și **Figura 22**.

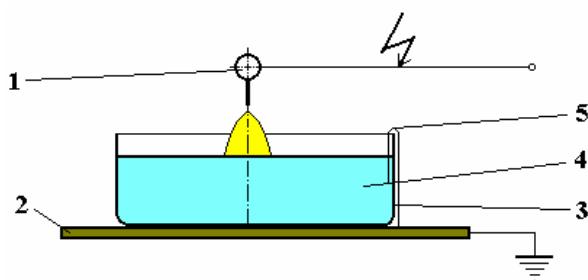


Figura 20. Celulă de tratare cu lichidul în stare staționară; 1 - electrod activ de înaltă tensiune; 2 – electrod pasiv; 3 – vas Petri; 4 – soluția lichidă de tratat; 5 - element de pământare, [A2.2.3], [A2.2.4], [A2.2.9], [A2.2.22], [A2.2.27], [A2.2.41].

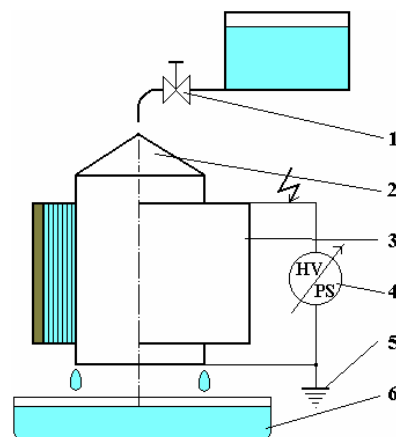


Figura 21. Echipament de tratare peliculară pe con de împrăștiere; 1 –sursă cu soluția de tratat; 2 – electrod pasiv; 3 – electrod activ; 4 – sursă reglabilă de înaltă tensiune; 5 – conectarea la pământ; 6 – vas colector a soluției procesate, [A2.1.12], [A2.2.3], [A2.2.4], [A2.2.22], [A2.2.41].

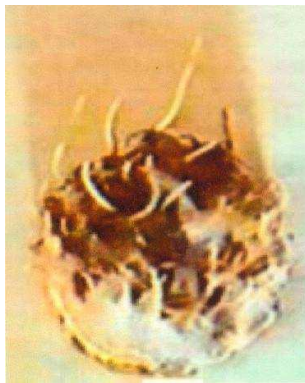
Tabelul 1. Condițiile de tratare și efectele câmpului electric intens asupra agenților patogeni aflați pe semințe; durata tratamentului: 60 sec., [A2.2.7], [A2.2.8], [A2.2.9], [A2.2.11], [A2.2.12]. [A2.2.23].

Nr. Crt.	Varianta de tratare	Tensiunea, [kV]	Agenții patogeni și eficiența tratamentului			
			Fusarium Sp.	Septoria Sp.	Tilletia Sp.	Alternaria Sp.
1.	Martor	0	+++	+++	+++	+++
2.	Varianta 1 de tratare	10	++	++	++	++
3.	Varianta 2 de tratare	20	0	0	+	+

Legenda: 0 - absența patogenilor; + - urme de micelii; ++ - micelii mediu dezvoltat; +++ - micelii abundent.

Tabelul 2. Evaluarea energiei germinative, a germinției și lungimea plantulelor crescute în condiții de laborator a semințelor de grâu tratat în câmpuri electrice intense, cu generare de ozon [A2.2.7], [A2.2.8], [A2.2.9], [A2.2.11], [A2.2.12]. [A2.2.23].

Nr. Crt.	Varianta de tratare	La 3 zile		La 7 zile		La 14 zile	
		Lungimea plantulei		Lungimea plantulei		Lungimea plantulei	
		[cm]	[%]	[cm]	[%]	[cm]	[%]
1.	Martor	2.5	100	3.2	100	4.4	100
2.	Varianta 1 de tratare	3	120	7.4	221.25	13	295.45
3.	Varianta 2 de tratare	4	160	10.2	318.75	16	363.63



a. Martor netratat;



b. Varianta 1 de tratare;



c. Varianta 2 de tratare;

Figura 22. Eficiența comparativă a tratării semințelor bolnave de grâu, în câmpuri electrice intense, cu generare de ozon, [A2.2.7], [A2.2.8], [A2.2.9], [A2.2.11], [A2.2.12]. [A2.2.23].

Alte rezultate semnificative au fost obținute în procesele de biostimulare și inhibare comparativă a semințelor de grâu și porumb.

Din multitudinea de teste efectuate, o puternică stimulare a proceselor fiziologice a fost dobândită la tratarea semințelor în echipamentele dotate cu elemente de descărcare corona filiformă multiplă, elemente emise distanțate cu un pas de 10 mm, între ele, în timp ce descărcarea punctiformă multiplă, cu pasul elementelor de 2 mm, a condus în cazul a câtorva experimente la o puternică inhibare a proceselor fiziologice. În cazul tratamentelor efectuate în celulele prevăzute cu descărcări corona multiple, procesele de stimulare fiziologică sunt diferite la semințele de grâu și porumb, (**Tabelul 3 și Tabelul 4, Figura 23, Figura 24, Figura 25 și Figura 26**).

Germinarea semințelor de grâu este stimulată la tensiuni de 5 kV, 10 kV and 15 kV și la durate de expunere de 30, 45 și 60 minute; la valori mai mari se observă un proces gradual de inhibare.

Pentru loturile de grâu pe care s-a observat fenomenul inhibării, capacitatea germinativă este mai redusă decât cea standard, chiar cu 70 %. Pentru semințele de porumb inhibarea este mai puțin importantă și capacitatea de germinare, arată valori mai mari cu 98 %. Creșterile plantulelor din loturile tratate, comparativ cu cele ale martorilor netratați nu au fost însoțite de niciun fel de malformații, (numărul rădăcinilor embrionare, culoarea, etc.).

Tabelul 3. Lungimile plantulelor și a rădăcinilor embrionare provenite din semințele tratate în celulele cu descărcare corona punctiformă multiplă, tip perie, [A2.2.7], [A2.2.8], [A2.2.9], [A2.2.11], [A2.2.12]. [A2.2.23].

Tensiunea aplicată, [kV]	Timpul de expunere [min.]	Caracteristici de creștere a plantulelor provenite din semințele tratate			
		Grâu		Porumb	
		Lungimea plantulelor [cm]	Lungimea rădăcinilor embrionare [cm]	Lungimea plantulelor [cm]	Lungimea rădăcinilor embrionare [cm]
5	30	4,5	6,3	2,8	3,5
	45	4,2	7,6	4,9	7,6
	60	3,5	4,8	5,8	5,4
10	30	6,0	10,0	3,7	13,5
	45	6,4	11,7	4,8	14,6
	60	5,6	9,2	4,3	9,7
15	30	3,4	5,8	7,5	15,5
	45	2,7	4,1	7,0	13,6
	60	2,2	3,5	6,8	10,0
20	30	2,8	3,6	3,0	8,9
	45	1,5	2,2	2,7	7,8
	60	1,2	1,9	2,1	3,2
Mator netratat		3,0	4,5	1,5	3,0

Rezultatele tratamentelor au fost monitorizate în condiții specifice de laborator pe o perioadă de 4 săptămâni, când pe toată această durată, diferențele acumulate încă din procesul germinării, s-au păstrat în proporții similare.

Tabelul 4. Lungimile plantulelor și a rădăcinilor embrionare provenite din semințele tratate în celulele cu descărcare corona filiformă multiplă, cu pasul elementelor emise de 10 mm.

Tensiunea aplicată, [kV]	Timpul de expunere [min.]	Caracteristici de creștere a plantulelor provenite din semințele tratate			
		Grâu		Porumb	
		Lungimea plantulelor [cm]	Lungimea rădăcinilor embrionare [cm]	Lungimea plantulelor [cm]	Lungimea rădăcinilor embrionare [cm]
5	30	14,0	17,0	9,0	15,0
	45	16,1	18,6	10,0	17,1
	60	12,8	16,5	9,7	14,0
10	30	13,4	16,2	10,2	15,5
	45	14,0	17,2	13,0	19,0
	60	9,3	13,0	12,0	14,5
15	30	12,8	16,0	8,2	12,5
	45	12,0	15,0	9,5	14,0
	60	8,2	12,2	8,3	11,8
20	30	12,4	14,6	6,0	12,0
	45	11,9	14,8	6,8	12,3
	60	7,2	8,0	5,6	9,8
Mator netratat		3,5	4,8	2,3	4,0



Figura 23. Influența descărcării corona punctiforme multiple asupra capacității de germinare a semințelor de grâu:

1) martor netratat, 2) 5 kV - 30 min., 3) 5 kV - 45 min., 4) 5 kV - 60 min., 5) 10 kV - 30 min., 6) 10 kV - 45 min., 7) 10 kV - 60 min., 8) 15 kV - 30 min., 9) 15 kV - 45 min., 10) 15kV - 60 min., 11) 20 kV - 30 min., 12) 20 kV - 45 min., 13) 20kV - 60 min.



Figura 24. Influența descărcării corona punctiforme multiple asupra capacității de germinare a semințelor de porumb:

La procesarea semințelor de fasole, interstițiul de descărcare corona ($s = 30 \text{ mm}$), a fost menținut constant pe toată durata experimentelor, iar valoarea de 20 kV nu a fost depășită; materialul semincer a fost organizat pe loturi de 30 boabe fiecare. Testele au avut ca obiective, expunerea loturilor la o atmosferă ozonată, sau unei descărcări corona, realizată cu electrodul perie și menținerea probelor pe anumite perioade de timp în condițiile experimentelor ca în **Tabelul 5**.



Figura 25. Influența descărcării corona multifilară, (cu pasul $p = 10 \text{ mm}$), asupra capacității de germinare a semințelor de grâu:

1) semințe netratate, 2) 5 kV - 30 min., 3) 5 kV - 45 min., 4) 5 kV - 60 min., 5) 10 kV - 30 min., 6) 10 kV - 45 min., 7) 10 kV - 60 min., 8) 15 kV - 30 min., 9) 15 kV - 45 min., 10) 15kV - 60 min., 11) 20 kV - 30 min., 12) 20kV - 45 min., 13) 20kV - 60 min.



Figura 26. Influența descărcării corona multifilară, (cu pasul $p = 10 \text{ mm}$), asupra capacității de germinare a semințelor de porumb:

Tratamentele au fost efectuate pe 14 loturi, care împreună cu cei 2 martori netratați, au fost păstrate în condiții identice, apoi toate cele 16 loturi au fost introduse în germinatoare. Rezultatele obținute, prezentate în **Tabelul 6** și **Figura 27**, au la bază observațiile efectuate la 5 zile după tratament și confirmă dogma conform căreia robustețea caracterizează noile plante.

Tabelul 5. Tipurile de teste efectuate pe loturile de semințe de fasole, [A2.2.7], [A2.2.8], [A2.2.9], [A2.2.11], [A2.2.12]. [A2.2.23], [A2.2.50].

Nr. test.	Condiții de tratare		Tipul tratamentului efectuat
	U, [kV]	t, [min]	
1.	-	-	Martor netratat, păstrat în laborator pe perioada experimentelor
2.	20	5	Câmp de descărcare corona realizat cu electrod perie și atmosferă ozonată
3.	20	10	
4.	20	15	
5.	20	30	
6.	20	5	
7.	20	10	Atmosferă ozonată
8.	20	15	
9.	20	30	
10.	5	15	Câmp de descărcare corona realizat cu electrod perie și atmosferă ozonată
11.	10	15	
12.	15	15	
13.	5	15	Atmosferă ozonată
14.	10	15	
15.	15	15	
16.	-	-	Martor netratat, păstrat în afara laboratorului pe perioada experimentelor

Analiza rezultatelor prezentate în **Tabelul 6** evidențiază faptul că ambii factori, (câmpul electric intens și ozonul), au efecte benefice asupra semințelor și plantulelor, asigură procente superioare a germinației (mai mari de 90 %) și posedă un mai mare număr de rădăcini embrionare, comparativ cu mostrele netratate, reprezentate de loturile 1 și 16.

Tabelul 6. Pricipalii indicatori care caracterizează robustețea și starea de sănătate, la 5 zile după tratament.

Nr. test.	Stare germinație, [%]	Nivelul creșterii plantulelor, [%]		Media rădăcinilor/p lantulelor		Lungimea lobilor, [cm]		Lungimea rădăcinii principale, [cm]		Nr. semințelor contaminate/ lot (cu hilum)	Robustețea
		>50 %	<50 %	> \bar{m}	< \bar{m}	> \bar{m}	< \bar{m}	> \bar{m}	< \bar{m}		
1.	93,3	73,3	26,3	8	6	15	2	13	7	30	*
2.	96,6	76,7	23,3	8	7	18	5	14	9		**
3.	90,0	76,7	23,3	12	4	17,5	5	14	8		**
4.	96,6	80,0	20,0	10	6	16	4	14	11		**
5.	90,0	80,0	20,0	10	6	16	5	13	12		**
6.	90,0	83,3	16,7	9	6	16	4	15	8		**
7.	100,0	90,0	10,0	8	6	14	5	13	9		***
8.	90,0	86,7	13,3	9	9	14	6	15	11		****
9.	96,6	86,3	13,3	10	7	13	5,5	14	9		****
10.	96,6	90,0	10,0	9	7	18	5,5	12	11		****
11.	100,0	93,3	6,7	9	7	16	5	12	11		****
12.	96,6	90,0	10,0	10	9	17	7	12	11		****
13.	96,6	90,0	10,0	13	10	21,5	12	21	16		****
14.	93,3	86,7	13,3	10	9	19	7	19	14		****
15.	93,3	86,7	13,3	10	10	19	7	17	14		***
16.	66,6	66,7	33,3	8	6	14	2	14	5	60	*

* - robustețe normală (martori netratați);

** - robustețe crescută, (5 – 10 %);

*** - robustețe mare, (10 – 20 %);

**** - robustețe maximă, (> 20 %).



a. Loturile / testele 1 – 16;

b. Loturile / testele 9 – 12;

c. Martor netratat, testul 16;

Figura 27. Starea de vegetație a celor mai reprezentative loturi și teste efectuate pe semințele de fasole și menținute în germinatoare, la cinci zile după tratament.

În legătură cu starea de sănătate se observă că în cazul loturilor martor, netratate, testele 1 și 16, procentul afectării plantelor a fost de circa 3,3 %, respectiv de 17,4 %, iar la loturile tratate, se remarcă faptul că în ambele tipuri de tratament, cu descărcare corona tip perie, cu generare abundentă de ozon sau numai în atmosferă ozonată, dăunătorii, existenți pe semințele de fasole, au fost sau fost distruși. Se constată că punctele gri-negre au rămas pe suprafața semințelor, dar germenii au fost anihilați. Ca o excepție, pe semințele din lotul 12 s-a dezvoltat miceliul numit *Aspergillus*, dar numai pe suprafața semințelor de fasole, dar starea de sănătate a plantulelor nu a fost afectată. Robustețea și creșterile maxime ale plantulelor au fost obținute în cazul testelor 7 – 15, precum și la testele 8 – 14.

Testele preliminare pentru anihilarea agenților patogeni de pe semințele de grâu și porumb depozitate în silozuri au fost realizate prin utilizarea câmpurilor electrice, cu și fără generare de ozon, sau numai a ozonului în concentrații variate și cu durate diferite ale tratamentului.

Fungii care infestează cerealele stocate de tipul grâului și porumbului au ca proveniență, *Sitophilus Granarius L.* de pe plantele de cultură. La deprecierea cerealelor stocate contribuie și alte specii parazite: *Sitotroga cerealella Oliv* (molia cerealelor), *Cryptolestes ferugineus* (ferugineus beetle), *Oryzaephylus surinamensis L.* (gâzele Surinam), *Acarus siro* (acarieni de podea), etc. Gradul infectării este foarte mare; semințele de grâu și porumb sunt acoperite în totalitate cu fungi de *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium*, *Absida* și *Paecyces mould*.

După tratarea semințelor, acestea au fost stocate în vase Petri, iar observațiile asupra experimentelor s-au efectuat la intervale de 24 ore, pe durata a 2 săptămâni după tratament și mostrele au fost păstrate 1 an pentru a se verifica dacă fungii au rămas activi și dacă există posibilitatea reinfestării probelor.

Rezultatele testelor efectuate pe cerealele stocate, infestate cu mucegai, prin regenerarea paraziților *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium*, *Absida*, *Paecyces*, etc., care au fost expuși descărcării corona și / sau a ozonului, au avut următoarele efecte: descreșterea umidității excesive și destrucționarea pâslei și a fungilor.

Cele mai bune rezultate au fost obținute pe cerealele tratate într-o incintă închisă, în atmosferă cu o concentrație mare de ozon, în flux continuu, pe durata a 15 min, care a cauzat distrugerea pâslei mucegaiului și a fungilor, la 7 zile de la tratament ca în **Figura 28** și **Figura 29**.



Figura 28. Semințe de porumb; a – distruse de mucegai din speciile *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium*, *Absida*, *Paecyces* etc.; b – tratate în atmosferă bogat ozonată în flux continuu, în spațiu închis, [A2.1.7], [A2.2.2], [A2.2.5], [A2.2.6], [A2.2.12], [A2.2.34], [A2.2.35], [A2.2.36], [A2.2.39], [A2.2.44].

Tratamentele realizate în flux continuu în atmosferă puternic ozonată, cu timpi de expunere cuprinși între 10 și 15 minute conduc la concluzia că o scurtare a timpului de expunere, determină ca durata anihilării complete a fungilor este extinsă la 1 – 2 zile; totuși dacă timpul de expunere este redus la 5 minute, distrugerea miceliului și a fungilor este numai parțială și infectarea reapare la 7 – 10 zile după tratament.



Figura 29. Semințe de grâu; a – distruse de mucegai din speciile *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium*, *Absida*, *Paecyces* etc.; b – tratate în atmosferă bogat ozonată în flux continuu, în spațiu închis, [A2.1.7], [A2.2.2], [A2.2.5], [A2.2.6], [A2.2.12], [A2.2.34], [A2.2.35], [A2.2.36], [A2.2.39], [A2.2.44].

Combaterea ecologică a dăunătorilor din depozitele de cereale. Grâul și porumbul infestate cu un număr fix de dăunători de tipul *Sitophilus granarius* L. a fost depozitat și tratat în vase Petri, sau în cutii de sarpacan. Baza vaselor sau a cutiilor a acționat ca o veritabilă barieră dielectrică de sticlă sau sarpacan, care a condus la uniformizarea descărcării și la limitarea descărcărilor în scânteie sau arc electric, între cei doi electrozi ai celei corona. Amploarea testelor și experimentelor a fost dependentă, multiplu factorial, de tipul celulelor și electrozilor, (**Figurile 17 ÷ 19**), care confereau descărcărilor sau concentrațiilor de ozon, cele mai bune rezultate, dar care trebuiau să anticipeze cele mai eficiente condiții, pretabile unor aplicații

industriale, ([A2.2.7]). O parte semnificativă a rezultatelor este redată în **Tabelul 7**, **Tabelul 8**, respectiv

Tabelul 9. În cazul utilizării numai a ozonului produs de ozonatorul de laborator IMO3, permanent inserat în incintele speciale, concentrația mare a ozonului ($22 \text{ g} / \text{m}^3$) s-a dovedit a fi factorul de mediu extrem de agresiv, care a cauzat exterminarea dăunătorilor. Ozonarea la concentrații mari de ozon, poate constitui o metodă de combatere a dăunătorilor cerealelor din depozite; timpul de expunere și concentrația ozonului reprezintă factorii care conduc la distrugerea în totalitate a dăunătorilor cum se vede în **Tabelul 8**.

Tabelul 7. Rata mortalității adulților de *Sitophilus granarius L.* induse de câmpuri electrice intense, aplicate vaselor Petri, cu semințe de grâu și porumb infectate, după perioade de timp egale, de la expunere, A2.1.7), [A2.2.2], [A2.2.5], [A2.2.6], [A2.2.12], [A2.2.34], [A2.2.35], [A2.2.36], [A2.2.39], [A2.2.44].

U, [kV]	Timp exp. min]	Rata mortalității [%] înregistrată după:											
		24 ore		48 ore		72 ore		96 ore		120 ore		144 ore	
		Grâu	Porumb	Grâu	Porumb	Grâu	Porumb	Grâu	Porumb	Grâu	Porumb	Grâu	Porumb
5	30	39,66	38,00	49,66	48,66	66,66	66,33	77,00	79,33	92,66	93,33	100,0	100,0
	45	72,00	71,33	84,00	80,00	89,00	88,66	97,00	96,66	100,0	100,0	100,0	100,0
	60	75,00	78,33	90,33	89,66	97,66	98,33	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
10	30	88,66	85,00	98,33	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	45	95,33	94,00	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	60	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
15	30	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	45	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	60	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

În cazul expunerii directe a descărcării corona din interiorul cutiei închise, din sarpacan, dăunătorii sunt puternic afectați de acțiunea combinată a câmpului electric intens, cu cea a atmosferei puternic ozonate, vezi

Tabelul 9. Ca o consecință a acestei acțiuni, dar mai ales, prin transformarea oxigenului în ozon toxic și prin neînlocuirea sa în flux continuu, conduce la afectarea ireversibilă a funcțiilor respiratorii ale insectelor și deci la extincția lor.

Tabelul 8. Rata letală a *Sitophilus granarius L.*, indusă de atmosfera ozonată, după expunerea semințelor de grâu și porumb, A2.1.7), [A2.2.2], [A2.2.5], [A2.2.6], [A2.2.12], [A2.2.34], [A2.2.35], [A2.2.36], [A2.2.39], [A2.2.44].

Ozon (g/m^3)	Debit aer ozonat (l/h)	Timp de expunere (minute)	Rata mortalității (%) înregistrată după:					
			Tratament		12 ore		24 de ore	
			Semințe de grâu	Semințe de porumb	Semințe de grâu	Semințe de porumb	Semințe de grâu	Semințe de porumb
4,5	300	5	58,66	52,66	84,66	80,33	100,00	100,00
		10	73,66	72,66	100,00	100,00	100,00	100,00
		15	86,66	92,33	100,00	100,00	100,00	100,00
		20	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Rezultatele excelente obținute în combaterea ecologică a dăunătorilor de tipul *Sitophilus granarius L.*, prin expunerea la acțiunea complexă a câmpurilor electrice intense, împreună cu a atmosferei ozonate, create prin descărcarea corona, au scos în evidență următoarele efecte asupra dăunătorilor: răspunsuri încetinite la factorii de stres, paralizia coordonărilor motrice, afectarea funcțiilor digestive și respiratorii, deshidratarea și în final moartea insectelor.

Tabelul 9. Rata letală a *Sitophilus granarius* L. indusă de descărcarea corona și atmosfera ozonată, după expunerea semințelor de grâu și porumb, [A2.1.7], [A2.2.2], [A2.2.5], [A2.2.6], [A2.2.12], [A2.2.34], [A2.2.35], [A2.2.36], [A2.2.39], [A2.2.44].

Tensiunea [kV]	Timpul de expunere (minute)	Rata mortalității (%) înregistrată după:							
		24 de ore		48 de ore		72 de ore		96 de ore	
		Semințe de grâu	Semințe de porumb	Semințe de grâu	Semințe de porumb	Semințe de grâu	Semințe de porumb	Semințe de grâu	Semințe de porumb
5	30	38,33	33,00	74,00	69,33	92,33	92,66	100,00	100,00
	45	70,00	87,33	90,33	97,00	95,66	100,00	100,00	100,00
	60	79,66	94,66	98,66	99,33	100,00	100,00	100,00	100,00
10	30	86,33	87,00	99,00	94,66	100,00	100,00	100,00	100,00
	45	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	60	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
15	30	98,66	99,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	45	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	60	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

În cazul descărcărilor corona, creșterea înaltei tensiuni sau a timpului de expunere a dăunătorilor, conduce la accentuarea inhibării funcțiilor insectelor.

Sterilizarea – conservarea – maturarea rapidă a unor produse alimentare

Vinul. Unele vinuri, pe durata păstrării se alterează prin contaminarea cu bacteria *Micoderma Acety*, care transformă alcoolul etilic în acid acetic, printr-o fermentație aerobă și devin inacceptabile pentru consum. Vinul aflat într-o stare avansată de oțetire, practic neconsumabil, a fost supus unui proces de refermentare alcoolică provocată, iar pe durata fermentației alcoolice, a fost tratat în câmp electric intens, în celula de tratare, prin curgere peliculară, (**Figura 21**), în condițiile de experimentare prezentate în **Tabelul 10**. Rezultatele semnificative ale experimentului se referă la reducerea acidului acetic, prin stoparea stării de fermentație acetică și inactivarea aceto – bacteriilor, corectarea mirosului, limpidității și a gustului de oțet, ca în **Figura 30**.

Tabelul 10. Condițiile tratării vinului oțetit, [A2.2.7], [A2.2.8], [A2.2.29].

Tipul tratamentului	Parametrii tratării		
	U~, [kV]	p, [mm]	s, [mm]
0. Martor netratat	-	-	-
1.	12	10	12
2.	14	10	12
3.	16	10	12

Excelentele rezultate obținute, confirmă rezultatele publicate de Morar, Munteanu, ș. a. și experimentele de procesare în câmpuri electrice intense, cu generare de ozon, pot constitui o metodă importantă de prevenire și tratare a vinurilor aflate într-o stare avansată de oțetire ([30]).

După o perioadă de 40 zile:

- martorul de vin oțetit, netratat și nerefermentat alcoolic a evoluat practic în oțet;

- matorul refermentat alcoolic, dar netratat în câmp electric intens a fost corectat numai parțial și a rămas necorespunzător consumului;



Figura 30. Gradul de limpezire a vinului oțet, la două săptămâni de la tratarea în câmpuri electrice intense de descărcare corona, cu celula în curgere peliculară, [A2.2.7], [A2.2.8], [A2.2.13], [A2.2.29].

- mostrele de vin refermentat și tratat în câmp electric intens, cu generare de ozon au fost vindicate de oțetire prin procese de oxido – reducere a acidului acetic și redacte consumului, prin readucerea lor în starea de echilibru chimic, iar organoleptic prezentau caracteristicile standard ale unui vin sănătos, admis consumului alimentar și cu un grad avansat de maturare, de circa doi ani.

Cidrul obținut din mustul natural, format din amestecul de struguri și fructe, în plin proces de fermentare, de 14 zile, (la 14 °C) , a fost procesat în câmp electric intens, în celula de tratare, prin curgere peliculară, ca în **Figura 21**, în condițiile de experimentare prezentate în **Tabelul 11**. Rezultatele semnificative ale experimentului, obținute la 14 zile de la tratament, se referă la, informația din **Figura 31**:

- matorul netratat, fiind încă activ, prezintă un grad mare de opacitate;
- variantele tratate prezintă grade distincte de limpezire.

Tabelul 11. Condițiile tratării cidrului, [A2.2.7], [A2.2.8], [A2.2.13], [A2.2.29].

Tipul tratamentului	Parametrii tratării		
	U _~ , [kV]	p, [mm]	s, [mm]
0. Mator netratat	-	-	-
1.	14	10	12
2.	16	10	12



Figura 31. Gradul de limpezire, după două săptămâni de la tratarea cidrului, în câmp corona, cu celula în curgere peliculară, [A2.2.7], [A2.2.8], [A2.2.13], [A2.2.29].

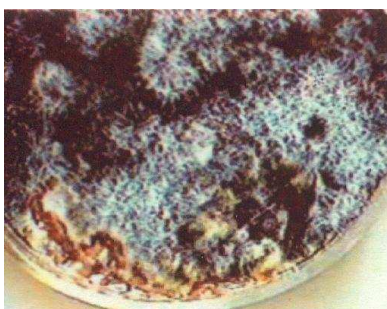
Observațiile periodice, ulterioare au evidențiat același sens de evoluție a limpitudinii cidrului, iar la 40 zile după tratament se constată diferențe ale calității produselor fermentate:

- matorul netratat prezintă o stare de opacitate evidentă, cu un gust fad, aerisit;
- varianta tratată la 10 kV, prezintă un grad complet de limpiditate, dar cu un gust ușor fad, aerisit;
- varianta tratată la 16 kV, prezintă caracteristicile unui cidru reușit, complet limpede, cu un gust sănătos, neaerisit, aflat într-un proces avansat de maturare.

Gemul de prune. Culturile din gem steril, de prune, cu grosimea de 10 mm s-au amplasat în vase Petri din sticlă, cu diametrele de 120 mm și înălțimea de 10 mm și au fost însămânțate cu microorganisme recoltate de pe un gem contaminat natural, cu specia *Macrophoma SP*, adică porțiuni de miceliu și o cantitate masivă de spori au fost inoculate în fiecare vas, și expuse câmpului electric intens, conform celor prezentate în **Figura 19.a**, în condițiile specificate în **Tabelul 12**. Observațiile la 3 zile de la tratament au evidențiat o dezvoltare incipientă a numeroase colonii de miceliu, de culoare albă, cu diametre cuprinse între 2 și 3 mm, la suprafața mostrei netratate, ca în **Figura 32.a**, pe când în vasele Petri tratate nu au fost observate colonii de micelii ale microorganismelor, ca în **Figura 32.b**, respectiv c. La 14 zile de la tratament, suprafața matorului netratat a fost ocupată de miceliul alb, cu fructificații de culoare neagră, cărbunoasă. În cazul testului 1 tratat, miceliile însămânțate au fost inactivate în proporție de 90 % și de 98 % în testul 2.

Tabelul 12. Condițiile de tratate în descărcarea corona a gemului de prune infestat cu *Macrophoma SP*, [A2.2.7], [A2.2.8], [A2.2.24], [A2.2.30].

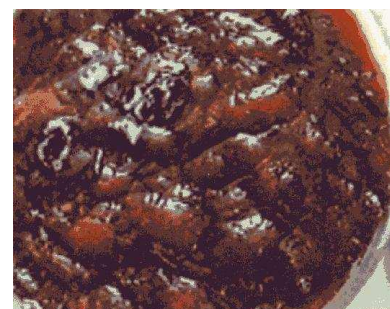
Tipul tratamentului	Parametrii tratării			
	U~, [kV]	t _{tratării} [sec.]	p, [mm]	s, [mm]
0. Mator netratat	-	-	-	-
1.	10	60	1	20
2.	20	60	1	20



a.



b.



c.

Figura 32. Starea miceliului *Macrophoma SP.*, însămânțat pe gem de prune, netratat a) și tratat b) – testul 1 și c) testul 2), în câmp corona, cu generare de ozon, [A2.2.7], [A2.2.8], [A2.2.24], [A2.2.30].

Microorganismele din testul 2 au dezvoltat numai micelii sterile, în timp ce la testul 1, proporția de 10 % din microorganism au apărut și fructificații care, însă nici după 40 zile, nu au prezentat o dezvoltare normală, ci una retardată, caracterizată printr-o dezvoltare parțială și mult întârziată.

4. Dezvoltarea și perfecționarea pregătirii didactice

4.1. Expertiza științifică a autorului în domeniul propus

Experiența autorului în acest domeniu, supus analizei este validată de:

- 📖 elaborarea în anul 2000 a monografiei *Generarea și utilizarea ozonului*, (lucrare unicat în România și extrem de rară în Europa și pe mapamond !), referitoare la electrosinteza și utilizarea ozonului, ca element oxidant singular, sau împreună cu adjuvanții de tipul câmpurilor electrice intense, radicalilor liberi, radiației ultraviolete, ș. a., pe baza cercetărilor și lucrărilor științifice proprii, prezentate la simpozioane interne sau internaționale și prin consultarea unui însemnat număr de lucrări bibliografice, [Lista de lucrări];
- 📖 editarea în anul 2007 a cursului de *Electrotehnică*, lucrare absolut necesară pregătirii viitorilor ingineri, cu specializările ingineriei industriale, mecanice și în automatică, atât de la Cluj-Napoca, cât și de la Filialele: Alba Iulia, Satu Mare, sau Zalău a Universității Tehnice din Cluj-Napoca, a căror responsabil de curs am fost, [A1.1.2];
- 📖 elaborarea în anul 2013 a cursului de *Electrotehnică și Mașini Electrice*, pe suport clasic de hârtie și în versiune electronică, pe CD, lucrare extrem de utilă studenților de la Filialele Alba Iulia, Bistrița, Satu Mare și Zalău a Universității Tehnice din Cluj-Napoca, a căror responsabil de curs am fost, (cu excepția Filialei de la Bistrița), [A1.1.4], [A1.2.1.1];
- 📖 elaborarea în anul 2011 a cursului, de *Electrotehnică aplicată în industria alimentară*, în colaborare cu responsabilii de curs de la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară din Cluj-Napoca, [A1.1.3];
- 📖 conceperea și prezentarea electronică, pe CD, cu editorul Power Point, a expunerii cursurilor de *Electrotehnică și Mașini Electrice* în fața cursanților, [A1.2.1.2];
- 📖 elaborarea, împreună cu colegul Sorin Radu Budu, în versiune editată clasic, electronică și sub forma unor fascicole, a unui *Îndrumător de laborator* la disciplinele de *Electrotehnică și Mașini Electrice*; lucrările referitoare la acționări reglabile cu mașini de curent continuu și asincrone trifazate, care utilizează echipamente cu comutație statică, reprezintă noutate, claritate și prezintă unele acționări moderne, de mare actualitate și de perspectivă în mediul industrial, (lucrarea este în curs de finalizare);

- ☞ preocupări referitoare la realizarea și echiparea laboratoarelor de Electrotehnică; Electrotehnică și Mașini Electrice, de la filialele Alba Iulia, Satu Mare și Zalău ale Universității Tehnice din Cluj-Napoca;
- ☞ preocupări referitoare la prezentarea la Ministerul Învățământului și elaborarea structurii unui nou curs modern de *Electrotehnologie* – de mare actualitate, specializarea Inginerie Electrică - master, curs acceptat de minister.

4.2. *Importanța, relevanța conținutului științific și rezultatele semnificative*

Monografia *Generarea și utilizarea ozonului*, [A1.1.1], (200 pag. Editura Eta, 2000, Cluj-Napoca, ISBN: 973-98567-4-8), este unică în limba română și extrem de rară în literatura științifică universală.

Pe baza monografiei, a experienței și practicii îndelungate au fost posibile acțiunile:

- ☞ *studiul câmpului corona din ozonatoare și celulele de tratare directă a mediilor procesate;*
- ☞ *studiul fenomenologiilor din ozonatoare și celulele de tratare directă a mediilor procesate, cu scopul creșterii eficienței electrosintezei ozonului și a adjuvanților de tipul câmpurilor electrice intense, radicalilor liberi, radiației ultraviolete, ș. a.;*
- ☞ *recomandări de alegere a elementelor componente ale ozonatoarelor și celulelor de tratare directă a mediilor procesate, a surselor de înaltă tensiune adecvate fiecărei situații în parte, dar și conceperii și realizării unor instalații complexe, versatile, care să facă față solicitărilor;*
- ☞ *utilizarea ozonului, ca element oxidant singular, sau împreună cu adjuvanții, gen câmpuri electrice intense, radicali liberi, radiație ultravioletă, ș. a., pe baza cercetărilor și lucrărilor științifice proprii, prezentate la simpozioane interne sau internaționale și prin consultarea unui însemnat număr de lucrări bibliografice.*

Cursurile: *Electrotehnică pentru Inginerie Industrială*, [A1.1.2], (110 pag. Cluj-Napoca: Mediamira. 2007. ISBN: 978-973-713-170-6); *Electrotehnică și Mașini Electrice pentru Inginerie Industrială*, [A1.1.4], (231 pag. Cluj-Napoca: Risoprint. 2013, ISBN: 978-973-1080-6); *Electrotehnică și Mașini Electrice pentru Inginerie Industrială*, [A1.2.1.1], (CD, 231 pag. PDF, Editura RISOPRINT, 2013. Cluj-Napoca, ISBN: 978-973-53-1110-0); *Electrotehnică și Mașini Electrice pentru Inginerie Industrială*, [A1.2.1.2], (CD cu prezentare curs în Power Point și PDF, pe CD, 150 pag., Editura RISOPRINT, 2016. Cluj-Napoca) reprezintă suportul și bibliografia de bază la disciplinele de *Electrotehnică* sau *Electrotehnică și Mașini Electrice*, aferente specializărilor la care am fost responsabil de curs, dar pot servi, totodată și ca suport în pregătirea și perfecționarea continuă a inginerilor din profilul ingineriei electrice.

Materialele au fost concepute extrem de clar, constituie rodul unei activități la catedră de peste 25 de ani, prezintă o ținută științifică adecvată și au fost adaptate noilor solicitări ale

pregătirii viitorilor ingineri, cu specializările: inginerie industrială, inginerie mecanică, știința și ingineria materialelor și a mediului, inginerie economică industrială și automatică de la Filialele Universității Tehnice din Cluj-Napoca, de la Alba Iulia, Satu Mare și Zalău, sau de la facultățile cu profil mecanic ale respectivei universități tehnice.

Anexele nr. 1, 2 și 3 cursul de *Electrotehnică și Mașini Electrice pentru Inginerie Industrială* familiarizează și pregătește viitorul specialist, cu caracteristicile, performanțele și datele de catalog ale principalelor tipuri de mașini electrice, utilizate în acționări electrice - informații extrem de utile, dar rare.

În cursul *Electrotehnică aplicată în industria alimentară*, [A1.1.3], (368 pag. Cluj-Napoca: Risoprint. 2011, ISBN: 978-973-53-0543-7, necesar pregătirii studenților de la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară din Cluj-Napoca, a fost folosită expertiza dobândită de-a lungul a celor 10 ani, cât am activat ca inginer proiectant la o însemnată întreprindere, care producea echipamente și utilaje pentru industria alimentară și frigorifică din Cluj-Napoca. În pregătirea cursului s-a apelat la buna colaborare interuniversitară, cu care aveam lucrări, domenii și câmpuri de cercetare științifică comune, stabilite de la începutul anilor 1990.

Noul *Îndrumător de laborator*, elaborat și redactat împreună cu colegul Budu Sorin Radu cuprinde un număr de 7 lucrări de *Electrotehnică* și 13 lucrări de *Mașini Electrice*, care vin în sprijinul pregătirii viitorului inginer și familiarizării lui cu acțiuni și activități interdisciplinare, referitoare la comportarea unor configurații electrice de tipul unor acțiuni de tip proporțional, integrativ sau derivativ, sau studiul unor acționări reglabile cu mașini de curent continuu și asincrone trifazate, care utilizează echipamente cu comutație statică, reprezintă noutate, claritate și prezintă acele acționări moderne, de mare actualitate și de perspectivă, în mediul industrial, (lucrare în curs de finalizare).

Realizarea, dotarea și echiparea noilor laboratoare de Electrotehnică; Electrotehnică și Mașini Electrice, de la filialele Alba Iulia, Satu Mare și Zalău ale Universității Tehnice din Cluj-Napoca a constituit și constituie o parte însemnată a activității de îmbunătățire a condițiilor de pregătire a noilor specialiști. Pentru aceste laboratoare implicarea a constat în: conceperea și proiectarea instalațiilor electrice de alimentare cu energie electrică; elaborarea documentației, asigurarea materialelor aferente diverselor standuri, pe care se vor realiza lucrările de laborator, realizarea, reglarea în gol, sarcină și suprasarcină, testarea standurilor. Standurile care prezintă acționările reglabile cu motoare de curent continuu sau cu motoare asincrone trifazate, prin redresoare comandate sau convertoare statice de frecvență au fost concepute și realizate în ideea studiului motoarelor alimentate de convertoare electronice moderne, comandate prin calculatoare de proces, dar posibil de programat și manual cu scop didactic.

În perioada 2005 – 2007, la sugestia d-lui Prof. dr. ing. Emil Simion, dar și din proprie inițiativă am început demersurile către Ministerul Învățământului și Educației Naționale de a solicita acceptarea unui nou curs modern de Electrotehnologie – de mare actualitate,

specializarea Inginerie Electrică – master la UTCN. O parte însemnată a cursului se referea la ecologizarea mediilor poluate, epurarea apelor reziduale cu ozon, dar și la călirea în înaltă frecvență, prin elemente cu comutație statică. Utilizarea combinată a ozonului, împreună cu radiația ultravioletă, radicalii liberi, câmpurile electrice intense și a aeroionilor în procesele grele de oxidare sau bio-inhibare, ori biostimulare a mediilor vii, cu aplicații directe în microbiologie, medicină, cultura plantelor sau a ciupercilor, sau în conservarea legumelor și a fructelor, în maturarea rapidă a făinii și a vinului, combaterea microdăunătorilor și bolilor plantelor, fără pesticide sau insecticide. Electrosepararea materialelor granulare și filtrarea electrostatică constituia o bună parte a cursului, care a fost acceptat, însușit și recomandat de minister.

5. Complementaritatea și interdisciplinaritatea cercetării

Ariile de cercetare abordate, care au fost pe deplin evidențiate, prin rezultatele de excepție obținute, nu pot fi obținute prin activitatea și meritul unei singure persoane, deoarece acoperă un vast câmp de explorare, care necesită temeinice cunoștințe de inginerie electrică, electronică și mecanică, matematică și fizică, biofizică, chimie, biochimie, biologie și microbiologie, medicină umană și veterinară, agronomie și cultura plantelor, inginerie alimentară, etc.

Activitatea de cercetător în domeniul *Electrotehnologiilor în câmpuri electrice intense*, din cadrul Universității Tehnice din Cluj-Napoca, s-a împletit în mod fericit cu cea de proiectant în utilaje și echipamente pentru industria alimentară și frigorifică, din care au fost întrevăzute noile arii de aplicație, bazate pe concepte diferite, față de cele clasice. Multe dintre cercetări au fost realizate numai din interes științific, neavând la bază contracte de cercetare sau sponsorizare; cu toate acestea, prin colaborarea interuniversitară realizată cu UMF, USAMV, sau UBB – ICC Raluca Ripan din Cluj-Napoca, ori Stațiunea de Cercetări Agricole, sau Ecosanitas din Turda, rezultatele de excepție au fost obținute și certificate de specialiștii din respectivele unități.

O parte dintre cercetările amintite, reprezintă continuarea acțiunilor, întreprinse de către reputele cadre didactice ale universității noastre². Alte cercetări internaționale au fost realizate împreună cu specialiști de la Institutul de Fizică Aplicată din Chișinău³, a Academiei de Științe a R. Moldova, sau cu cadrele didactice de la IUT Poitiers sau Angouleme⁴.

Multe dintre cercetările, referitoare la dezinfectări / sterilizări au fost realizate în scopul:

- eliminării agenților chimici toxici și înlocuirea lor cu metode ecologice;
- înlocuirii tehnologiilor energointensive de conservare sau sterilizare prin căldură - când o însemnată parte dintre vitamine sau substanțe utile erau distruse iremediabil, cu cele oferite de electrotehnologii;
- utilizării în medicină a ozonului, împreună cu adjuvanții săi, de tipul radicalilor liberi sau a

² Roman Morar, Emil Simion, Nicolae Patachi, Radu Munteanu.

³ Acad. Mircea Bologa, dr. chim Iurie Pârgaru, ș. a.

⁴ profesorii: Gerard Touchard, Hubert Romat, Lucian Dăscălescu.

radiației ultraviolete - agenți eliberați în urma descărcărilor electrice, în scopul creșterii vitezei și calității vindecării, din acele afecțiuni, în care medicina tradițională, pe bază de medicație, face față cu dificultate, precum ar fi ulcerele varicoase, arsurile și în special cele cu substanțe chimice, dar și pancreatitele, ș. a., și au prezentat caracter de noutate națională sau chiar internațională.

Echipamentele, instalațiile și tehnologiile realizate au fost în continuu perfecționate pe baza rezultatelor obținute și certificate de specialiștii și colaboratorii, care au participat la cercetările întreprinse.

6. Note de autoevaluare

Indelungata activitate de cercetare, experiența educațională și didactică a candidatului de-a lungul întregii cariere este evidențiată prin:

- 6 cărți științifice (patru ca unic autor și două sub formă electronică, dintre care monografia: **Generarea și utilizarea ozonului** are caracter primordial, unicat în limba română și este extrem de rară și în alte limbi);
- 8 brevete de invenție;
- 70 articole științifice, dintre care:
 - ◆ 14 articole în reviste cotate ISI (două ca prim autor);
 - ◆ 14 articole în ISI Proceedings (șapte ca prim autor);
 - ◆ 27 articole în baze de date internaționale (nouă ca prim autor);
 - ◆ 15 articole publicate în reviste naționale și/sau prezentate la conferințe internaționale (șase ca prim autor);
- peste 267 de citări în reviste cotate ISI și 4 citări în reviste cotate BDI, [tabelul A.3.1 și anexele referitoare la citările de tip Scopus (268 citări), Web of Science (331 citări) și Google Scholar (395 citări)];
- 49 contracte de cercetare naționale și internaționale câștigate prin competiție [Lista de lucrări], dintre care:
 - ◆ 2 contracte de cercetare naționale câștigate prin competiție, ca director; grantul de cercetare din perioada 2001 – 2003 are aceeași temă de cercetare, dar cu faze și contracte anuale;
 - ◆ 2 contracte de cercetare internaționale, ca membru.

Susținuta activitate de cercetare pluridisciplinară a condus la rezultate pragmatice de excepție, care posedă caracter de noutate tehnico - științifică pe plan mondial, dintre care se cuvin a fi menționate:

- *creșterea eficacității generării ozonului, prin cercetarea și aplicarea unor electrotehnologii moderne, unicat în cercetarea științifică internațională, prin care să se depună unele bariere dielectrice de tip sticloceramic, sub forma unor straturi de safir concreșcute pe elec-*

trozii activi, ai ozonatoarelor de laborator, prin metoda tratării anodice, plasmoelectrolitice a aluminiului, care să prezinte bune comportări la frecvențe crescute, de până la 15 kHz, împreună cu IFA Chișinău; (barierele de sticlă suportă max. 1,5 kHz);

- *studiul fenomenelor electrofizice, ocazionate de sinteza ozonului, a condus la propunerea referitoare la creșterea cantității ozonului generat în ozonatoarele clasice de tip Siemens, dar și în descărcările corona, **până spre valorile teoretice admisibile**, prin utilizarea unor forme adecvate ale tensiunii aplicate electrozilor activi, chiar și la frecvență industrială;*
- *cercetarea și propunerea în regim primordial pe plan internațional al aplicării pentru regimuri extrem de dificil de tratat, cu agenți oxidanți singulari, de forma ozonului, cu a unor metode combinate, care să utilizeze descărcarea corona directă asupra mediilor tratate, ca factor de producere a unor noi agenți, cum sunt: pe lângă ozon, radiația ultravioletă, diverși radicali liberi, aeroioni etc.;*
- *propunerea unor noi aplicații complexe ale electrotehnologiilor, dintre care unele cu caracter primordial internațional, în ecologizarea apelor reziduale, ca adjuvanți în medicină, agenți de sterilizare - conservare sau agenți de creștere a vitezelor de maturare ale unor produse alimentare, sau de creștere a imunității plantelor, ori a biostimulării mediilor vii din cultura ciupercilor, semințe, plante și dăunători;*
- *propunerea de echipamente, instalații și tehnologii cu aplicații în medicina viitorului, la limita SF, referitoare la arsuri grave, inclusiv cele substanțe chimice - extrem de reactive, leucemie, pancreatite, cancere etc., în fața cărora medicina tradițională nu mai poate face față, fiind depășită.*

Electrotehnologiile pe baza câmpurilor electrice intense s-au constituit într-o latură însemnată a cercetării subsemnatului, pot reprezenta alternative ecologice, slab energofage, la tehnologiile clasice și se referă la propuneri tehnologice inovatoare, pertinente de:

- *potabilizarea sau epurarea apelor reziduale cu ozonul generat în câmpuri electrice de descărcare corona, radiație ultravioletă, aplicabilă și în curgere peliculară, asupra unor cantități mici de soluții apoase, dar cu încărcături periculoase, (ape reziduale provenite din spitale), sau cu încărcături bogate în microorganisme provenite de la fermele de păsări sau animale;*
- *eliminarea microdăunătorilor cerealelor depozitate industrial, cu ozon, fără pesticide;*

- *înlocuirea pesticidelor în tratarea bolilor și microdăunătorilor semințelor de cereale, înainte de semănare, cu tratamente în câmpuri electrice și ozon. Metoda conduce și la creșterea puterii geminative, a masei vegetative, dar și la obținerea unor sporuri de cereale, de până la 40 %, față de cerealele similare, dar tratate clasic cu pesticide;*
- *conservarea sucurilor, gemurilor de fructe și a altor produse naturale, dublată de creșterea vitezei lor de maturare, constituie perspective extrem de tentante, de înlocuire a tehnologiilor actuale, energointensive, care distrug termic vitaminele și alți constituenți;*
- *utilizarea ozonului cu adjuvanții săi în scopuri medicale va conduce la: creșterea calității și vitezei de cicatrizare, deci a speranței de viață; scurtarea procesului de vindecare, a stresului bolnavului, de revenire mai rapidă la normalitate; scăderea drastică a medicației clasice, dublată de micșorarea efortului financiar;*
- *dezinsecția și dezinsecția saloanelor, laboratoarelor, a cabinetelor și instrumentarului medical, a spațiilor și incintelor de procesare din industria alimentară, constituie alternative extrem de benefice, la aplicațiile clasice, când infecțiile nosocomiale intraspitalicești au devenit atât de virulente și extrem de dificil de anihilat;*
- *distrugerea viabilului din miceliile concreșcute pe semințele depozitate prin acțiunea combinată a câmpurilor electrice intense și a ozonului, va conduce la eliminarea capacității higroscopice a pâslei micelare și implicit la uscarea acestor micelii;*
- *reducerea până la eliminarea încărcăturii microbiologice a laptelui, la colectarea lui, prin radiație ultravioletă, câmpuri electrice intense și ozon;*
- *realizarea în totalitate a echipamentelor și instalațiilor inovatoare de ozonare sau procesare în câmpuri electrice intense, a surselor de înaltă tensiune a fost efectuată în totalitate de candidat.*

Practica inginerească îndelungată a fost ceea care a condus, pe latura didactică, la concluziile și contribuțiile autorului, referitoare la:

- *introducerea unui nou curs modern de Electrotehnologii – de mare actualitate, specializarea Inginerie Electrică – master la UTCN;*

- *conceperea, dotarea și echiparea noilor standuri din laboratoarele de Electrotehnică; Electrotehnică și Mașini Electrice, de la filialele Alba Iulia, Satu Mare și Zalău ale Universității Tehnice din Cluj-Napoca a contribuit la îmbunătățirea condițiilor de pregătire a noilor specialiști;*
- *elaborarea și realizarea standurilor care prezintă acționările reglabile cu convertoare electronice moderne, comandate prin calculatoare de proces pun viitorii specialiști în legătură directă cu situațiile pe care le vor întâlni în practica industrială.*

7. Strategii de dezvoltare a carierei care necesită abilitarea

7.1. *Potențialul de continuare a dezvoltării carierei în UTCN*

Principalele direcții de dezvoltare ale carierei, după abilitare, o constituie continuarea activității de cercetare științifică – prin implicarea tinerilor doctoranzi din colective multidisciplinare, implementarea noilor tehnici și electrotehnologii dezvoltate, atât la potențialii producători, dar și la utilizatori și dezvoltarea a noi discipline și standuri moderne pentru acoperirea cu specialiști în domeniul acestor electrotehnologii, cu referiri exprese la biostimularea mediilor utile, sau la bioinhibarea proceselor nocive, dar și la ecologizarea mediilor poluate.

Activitatea de cercetare postdoctorală a candidatului a fost prezentată în teza de abilitare, lucrările, contractele științifice și brevetele de invenție. S-au evidențiat rezultatele semnificative, care au stat la baza articolelor științifice publicate de autor în reviste de prestigiu, cotate ISI sau BDI, care atestă noutatea, importanța și relevanța ideilor expuse. Totodată, tematicile abordate și prezentate în teza de abilitare au stat la baza unor contracte de cercetare, în care Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca a făcut parte din echipele de cercetare extinse, iar în unele dintre ele, a fost implicat și mediul industrial.

Trebuie menționat faptul că aceste rezultate au fost obținute ca urmare a unei munci în echipe complexe, a unor colaborări pluridisciplinare cu specialiști și colective de cercetare, din universități, mediul academic și a unor companii din țară sau străinătate.

Ca potențial de dezvoltare a carierei, candidatul va urmări continuarea și aprofundarea relațiilor de colaborare inițiate în cadrul UTCN, în ceea ce privește implementarea metodelor numerice de calcul în rezolvarea unor probleme de calcul de câmp electromagnetic sau de circuite electrice inverse, când sunt cunoscute formele ideale ale înaltei tensiuni și caracteristicile transformatorului de înaltă tensiune, împreună cu a celulei de ozonare și se cere modelarea și aflarea formei tensiunii aplicate înfășurării primare a respectivului transformator, cu scopul creșterii concentrației și eficacității electrosintezei ozonului, aplicat în ingineria electrică, bio-medicală, ecologizarea mediilor poluate sau modelarea proceselor biologice din plante, procese și produse agricole, industria alimentară, ș. a.

Colaborările au fost realizate cu colegii din cadrul Laboratorului de Metode Numerice, din Centrul pentru Electromagnetism Aplicat, acreditat CNCSI din anul 2005, dar și cu colectivul de cercetare în Inginerie Medicală, sau cu specialiști în sisteme Hardware de la Catedra de Calculatoare.

Pentru elaborarea unor bariere sticloceramice performante, pe bază de safir concrescut, prin metoda tratării plasmoelectrolitice a aluminiului, se are în vedere continuarea cercetărilor împreună cu IFA Chișinău, iar pentru aplicarea industrială se va realiza împreună cu COMELF Bistrița și Anseros Germania.

O altă colaborare demarată a fost cea cu cercetătorii de la IOCN, Institutul de Gastroenterologie – Medicală III, Biobaza și Departamentul de Microbiologie din UMF Cluj-Napoca, împreună cu cercetătorii de la ICCRR din UBB Cluj-Napoca, dar și cu specialiștii în Entomologie și Cultura Plantelor, Industrie Alimentară, Ecologie și Microbiologie Celulară de la USAMV din Cluj-Napoca, sau Ecosanitas Turda.

Rezultatele obținute în urma cercetărilor efectuate în cadrul contractelor de cercetare amintite, pot forma tematica unor noi cursuri și dezvolta laboratoare la nivel de masterat în cadrul Universității Tehnice din Cluj-Napoca sau pot fi elaborate cursuri de instruire pentru specialiști din industrie și de la utilizator, asigurându-se transferul de cunoștințe către beneficiarii economici.

Pot fi propuse teme pentru teze de doctorat în cadrul Departamentului de Electrotehnică și Măsurări, în domeniile: echipamente, instalații și tehnologii care să asigure noile domenii propuse; modelării numerice a problemelor de câmp electromagnetic și a celor de circuite electrice, cu aplicații în ramurile Ingineriei Electrice.

Propunerea unor teze de doctorat în cotelă, pe domeniile de graniță între inginerie electrică, pe de o parte și medicină, microbiologie, industrie alimentară, cultura plantelor, pe de altă parte, ar putea demara acțiuni ample pentru cunoașterea, interpretarea și soluționarea noilor probleme și provocări, din ce în ce mai complexe și extrem de dificil de soluționat, prin metodele clasice.

Direcțiile și competențele de cercetare ale candidatului deschid multiple oportunități pentru activitatea de cercetare ulterioară și implicarea universității în contracte de tip Horizon 2020.

Prin publicarea în reviste și prezentarea rezultatelor cercetării obținute, la diferite conferințe internaționale, vizibilitatea activității de cercetare va crește, sporind astfel, posibilitatea ca universitatea să acceseze prin competiție internă sau internațională, și alte fonduri de cercetare, sau colaborare.

Candidatul își exprimă astfel încrederea că experiența și competențele dobândite până în prezent îl vor ajuta în atragerea de noi fonduri necesare unei cercetări inovatoare viitoare.

7.2. Strategii de dezvoltare viitoare ale câmpului de cercetare 3.1

Dezvoltarea unor noi metode de creștere a eficacității electrosintezei ozonului a fost îndeaproape urmărită de candidat în scopurile:

- ☞ creșterii randamentului, deci a scăderii energiei consumate;
- ☞ miniaturizării echipamentelor care se pretează aplicațiilor punctuale, dedicate din medicină, microbiologie, industrie alimentară, agricultură, etc.;
- ☞ elaborarea unor noi principii și metode de a aplica ozonul, împreună cu radicalii liberi și aeroionii generați în configurații specifice, dedicate fiecărui tip de aplicație în parte.

Reluarea împreună cu IFA Chișinău a cercetării depunerii safirului prin metoda tratării plasmoelectrolitice a aluminiului, pe electrozii activi, ar putea conduce la creșterea frecvenței surselor de înaltă tensiune, de la max. 1,5 kHz – în cazul barierelor din sticlă Pyrex, la 15 kHz – în cazul safirului, deci la o eficiență mai mare de 10 ori, a electrosintezei ozonului.

Elaborarea unor configurații specifice ale electrozilor activi acoperiți cu safir ar putea conduce la aplicații punctuale, gen celula de generare a ozonului, radiației UV, radicalilor liberi și aeroionilor, situată într-o seringă sau în cavități ale corpului tratat, sau la echipamente cu concentrații și cantități mari de ozon, comandate de unități centrale de calcul, pe baza datelor preliminare, a rezultatelor finale și a traductorilor adecvați, amplasați pe traseul tehnologic.

Cunoșterea îndeaproape a fenomenologiei dintr-o celulă de ozonare a făcut posibilă predicția conform căreia, creșterea duratei ipotetice a descărcărilor corona, sub forma streamerilor și a impulsurilor Trichell, (timp în care se generează ozonul !), pe durata unei perioade, de la sub 40 %, până la 100 %, ar conduce implicit la creșterea spre limita ipotetică a electrosintezei ozonului, chiar și la frecvență industrială.

Pentru o celulă dată a ozonatorului:

- ☞ se calculează și se măsoară capacitatea celulei și capacitatea parazită;
- ☞ se determină nivelul pragului Zenner a căderii de tensiune pe interstițiul gazos, (care va constitui și limita inferioară a tensiunii sursei de alimentare a ozonatorului);
- ☞ se stabilește limita superioară a tensiunii de alimentare a ozonatorului;
- ☞ pentru un transformator existent, dimensionat pentru o astfel de celulă de ozonare, care lucrează la o frecvență dată (chiar și cea industrială), se măsoară inductivitatea secundarului și a transformatorului văzută prin înfășurarea primară, capacitățile lui parazite;
- ☞ se determină capacitatea parazită a liniei de alimentare a ozonatorului.

Aceste mărimi calculate sau măsurate, se introduc în programul de calcul, care va determina forma semnalului cu care se va alimenta primarul transformatorului de înaltă tensiune,

după care se va proiecta, dimensiona și realiza generatorul de semnal, împreună cu amplificatoarele și elementele de comutație statică, de putere.

Punerea sub tensiune a sursei de înaltă tensiune, astfel concepute și realizate, măsurarea și compararea cantității și concentrației ozonului va fi urmată de realizarea unor eventuale corecții, care să conducă la idealizarea caracteristicii descărcării corona.

Noile surse dezvoltate pentru celule Siemens de ozonatoare vor fi adaptate și testate pentru dispozitivele cu descărcare corona asupra soluțiilor și mediilor procesate, cu scopul obținerii tratamentului complex cu ozon, câmpuri electrice intense, radicali liberi și aeroioni.

7.3. Direcții de dezvoltare viitoare ale câmpului de cercetare 3.2

Noile tratamente complexe cu ozon, câmpuri electrice intense, radicali liberi și aeroioni se vor aplica și dezvolta în funcție de domeniile abordate:

- **medicină** - se dezvoltă echipamente de ozonare și celule de procesare a soluțiilor apoase de tipul apei simplu sau multiplu distilate, serului fiziologic, perfuzabile de tip salin sau cu glucoză și se propune aplicarea în cazul afecțiunilor:
- **ulcere varicoase, escare și a altor afecțiuni similare, refractare la tratamentele clasice**, prin tratamente specifice de tipul: spălării din abundență a ulcerației sau afecțiunii cu apă ozonată și radicali liberi, de tipul celor pozitivi, cu rolul dezinfectării, prin bioinhibare; se aplică unguente cu scopul colectării țesutului inutil și a levurilor; se aplică comprese cu apă ozonată și radicali liberi de tipul celor negativi, cu rolul stimulării leucocitozei și a biostimulării țesutului viu, util, de câte ori este nevoie și în concentrații date de tipul efecțiunii; se spală cu apă din abundență cu radicali liberi; ulcerația se aerisește și se amplasează într-o incintă ozonată în care se pot introduce aerosoli de tipul celor negativi, cu rol de biostimulare. Tratamentul propus poate fi adaptat fiecărei afecțiuni în parte, nu prezintă incompatibilitate cu tratamentele clasice și nu s-au constatat afecțiuni adverse. Durata închiderii complete a ulcerației variază de la 3, 4 zile, până la una, maxim două săptămâni, funcție de gravitate și reacția individuală;
- **arsuri clasice și cu substanțe chimice** se tratează după un protocol similar ulcerelor varicoase. Arsurile cu substanțe chimice sunt extrem de dificil de tratat prin metode clasice datorită faptului că ulcerației i se modifică drastic pH-ul și organismul „vede” ulcerația ca o invazie a unor elemente ostile corpului și refuză irigarea, deci procesul de refacere a țesutului este afectat. Prin reacțiile date de ozonare și radicalii liberi, pH-ul revine către unul neutru și organismul reîncepe irigarea plăgii cu sângele pacientului. Acțiunea benefică de refacere a țesutului afectat de arsură, sub influența ozonului, a radicalilor liberi negativi, aeroionilor și prin reînceperea irigării plăgii contribuie la scurtarea duratei de refacere a organismului afectat, de la 2 - 6 luni în cazul tratamentului clasic, medicamentos, la cel mult două săptămâni, pentru noul tratament. Tratamentul propus poate fi adaptat fiecărei afecțiuni sau pacient în

parte, nu prezintă incompatibilitate cu tratamentele clasice și nu s-au constatat afecțiuni adverse;

- **arsurile care afectează drastic suprafețele palmelor și a tălpilor**, pun în pericol rezerva de enzimă care nu permite blocajul renal, existentă în fiecare organism pentru (10 – 14) zile, funcție de particularitățile fiecărui ins în parte. Respectiva enzimă este generată de o glandă amplasată numai de aceste părți ale corpului uman. În cazul ne-refacerii palmelor și tălpilor în timp util, condamnă individul la situații critice.

Tratamentul medicamentos clasic nu face față acestor cerințe, pe când în cazul tratamentelor cu ozon, radiație ultravioletă, radicali liberi și aeroioni, combinate cu cele clasice, țesurile afectate încep a se reface imediat după tratament, astfel încât după circa 3 zile preconizăm că suprafețele afectate se pot reduce cu 50 %, situație în care organismul va relua funcția generării respectivei enzime. Estimăm faptul că aceste tratamente neconvenționale pot închide complet rănilor provocate de astfel de arsuri; scurtarea drastică a duratei afecțiunilor, reduce la maxim sau elimină riscul suprainfectării plăgilor. Acest tratament novator se aplică ori de câte ori este nevoie și în concentrații date de tipul afecțiunii; se spală cu apă din abundență, în care este dizolvat ozon și radicali liberi; ulcerarea se aerisește și se amplasează într-o incintă ozonată în care se pot introduce aerosoli de tipul celor negativi, cu rol biostimulator. Tratamentul propus poate fi adaptat nivelului fiecărei afecțiuni în parte, nu prezintă incompatibilitate cu tratamentele clasice și nu s-au constatat afecțiuni adverse.

- **leucemia**. Tratamentele inovatoare ale leucemiei se vor realiza pe două direcții țintite:
 - *curățarea sângelui* pe echipamente similare celor aferente dializei, dar cu ozon, radicali liberi, eventual adjuvanți sau markeri ai celulelor bolnave și filtrarea sângelui procesat;
 - *acțiuni de regenerare a funcției de producere a sângelui* din măduvă, prin infiltrații cu ozon sau ser ozonat, utilizarea unor adjuvanți sau markeri ai celulelor bolnave, funcție de reacția și disponibilitatea pacientului;
- **tumori și afecțiuni maligne**. Utilizarea markerilor pentru celulele canceroase și inserarea ozonului liber sau dizolvat în soluții perfuzabile, la baza sau în interiorul tumorii sau a afecțiunii maligne, se poate constitui într-o alternativă viabilă de anihilarea a acestor afecțiuni;
- **pancreatite și alte afecțiuni similare**. Continuarea și definitivarea studiilor și experimentelor începute în contractul [A2.3.2.2.12], pe pancreatite la iepuri, prin aplicarea repetată, **de câte ori este necesar, zilnic**, va conduce, cu certitudine la rezultate extrem de benefice, în care rata de supraviețuire poate ajunge și depăși 80 %; comparativ, cu tratamentele medicamentose clasice, la care rata supraviețuirii este cuprinsă între 7 și 9 %;

- **curățarea pielii de iritații, coșuri și a căilor respiratorii** poate avea loc prin utilizarea unei atmosfere ionizate, bogate în ozon, sau spălarea și aplicarea de comprese îmbibate în apă ozonată și / sau procesată în câmpuri electrice intense;
- **sterilizarea sculelor și ustensilelor de intervenție** prin ozon poate constitui o alternativă extrem de benefică la tratarea lor termică; atenția mărită trebuie avută la acele materiale care sunt vulnerabile la oxidarea cu ozon;
- **dezinfectarea și dezinsecția** saloanelor, laboratoarelor, sălilor de tratament și blocurilor operatorii cu ozon, pot constitui alternative superioare la dezinfectarea chimică, situații în care infecțiile nozocomiale intraspitalicești proliferază și cauzează atât de multe probleme, în special persoanelor bolnave, cu imunitate slăbită. Atenție deosebită trebuie acordată obiectelor și materialelor care se oxidează în prezența ozonului;
- **epurarea apelor reziduale provenite din spitale sau crescătorii de păsări** cu ozon, radiație ultravioletă de mare intensitate și durată, câmpuri electrice intense aplicate pe dispozitive care folosesc curgerea peliculară.

Notă: Tratamentele medicale inovatoare propuse vor necesita:

- *existența unor colective de cercetare pluridisciplinare, extrem de bine pregătite și motivate;*
 - *surse consistente de finanțare;*
 - *spații și laboratoare de cercetare adecvate fiecărei tip de afecțiune în parte;*
 - *testele vor fi realizate conform unor protocoale bine stabilite, după efectuarea testelor preliminare pe culturi celulare, inoculate cu tipul afecțiunilor aflate în studiu, urmate de studii pe animale cobai și numai în ultimă instanță pe pacienți umani, dispuși tratamentelor propuse;*
 - *adaptarea și modificarea continuă a echipamentelor, instalațiilor și tehnologiilor în funcție de rezultatele parțiale sau finale, obținute;*
 - *patentarea și omologarea echipamentelor, instalațiilor și tehnologiilor care concură la realizarea dezideratelor propuse și impuse.*
- **conservarea și maturarea rapidă** a unor lichide alimentare, dulcețurilor și gemurilor de fructe poate constitui o alternativă inovatoare, la variantele clasice și poate consta în purjarea controlată a ozonului și complementar în procesarea în câmpuri intense, în general corona, cu radiație ultravioletă, radicali liberi sau aeroioni pozitivi sau negativi, funcție de scopul urmărit, inhibarea sau biostimularea proceselor biofizice;
 - **cultura ciupercilor comestibile.** Utilizarea ozonului, câmpurilor electrice intense, intense, a radiației ultraviolete, a radicalilor liberi și aeroionilor pot constitui alternative viabile în cul-

tura ciupercilor și se referă la:

- **sterilizarea compostului, dezinfectarea și dezinsecția** spațiilor și incintelor de cultură a ciupercilor, pot constitui alternative superioare, la dezinfectarea termică sau chimică, energo-intensive sau poluante, situații în care ozonul și radiația ultravioletă în concentrații mari sunt principalii agenți și factori utilizați;
- **biostimularea miceliilor ciupercilor**, a creșterii masei vegetative, a calității și cantității ciupercilor recoltate prin stropirea cu apă procesată în câmpuri electrice intense și ozon, poate conduce la sporuri productive de până la 40 %;
- purjarea periodică, controlată a ozonului sau expunerea la o radiație ultravioletă, conduce la creerea unei atmosfere plăcute și de anihilare ecologică a dăunătorilor, fără pesticide;
- **maturarea rapidă a făinii** poate fi realizată prin purjarea în făina prospătă, a ozonului - pentru oxidarea microparticulelor componente, cu beneficii superioare asupra produselor de panificație. O atenție deosebită trebuie acordată faptului că făina aflată în suspensie poate provoca explozii, sau incendii, la o manevrare indecvată;
- **maturarea rapidă a produselor lactate finale** poate avea loc în prezența ozonului purjat în faze intermediare de prelucrare și în expunerea în atmosferă puternic ozonată a cașcavalului;
- **conservarea legumelor și a fructelor**. Depozitele și pivnițele pentru păstrarea legumelor și a fructelor, înaintea depozitării vor fi dezinfectate cu ozon și radiație ultravioletă, după care, periodic se purjează ozon și se dozează radiație, în scopul anihilării microdăunătorilor, care pot determina compromiterea produselor;
- **biostimularea semințelor și a plantelor** poate avea loc, fie prin expunerea semințelor, unor câmpuri electrice intense, înainte de însămânțare, cu generare abundentă de ozon, fie în udarea periodică cu apă procesată în câmpuri intense, de descărcare corona;
- **purjarea periodică a depozitelor de cereale cu ozon** în concentrații mari, cu scopul anihilării insectelor, microdăunătorilor și a rozătoarelor, poate constitui o alternativă extrem de benefică la utilizarea pesticidelor, extrem de toxice;
- **alte aplicații.**

7.4. Direcții de dezvoltare viitoare ale câmpului de cercetare 3.3

Apariția unor noi discipline, laboratoare și specializări, la limita domeniilor luate în considerare: **electrotehnologii – medicină – microbiologie – ecologie – industrie alimentară – agri-**

cultură, ș. a., ar putea constitui una dintre marile câștiguri ale dezvoltării și aplicării tematicii complexe, propuse. Pregătirea viitorilor specialiști, capabili să stăpânească și să dezvolte noile echipamente, instalații și tehnologii ar constitui o altă latură semnificativă a cercetării propuse.

7.5. Potențialul de dezvoltare în mediul academic național, internațional și cooperarea industrială

Tematicile propuse sunt exclusiv inovatoare, multe dintre ele prezintă caracter de noutate internațională și vor putea soluționa probleme legate de:

- creșterea eficacității electrosintezei ozonului, prin căile și metodele menționate;
- eradicarea sau ținerea sub control a unor boli sau afecțiuni medicale, extrem de dificil de tratat, cu medicamentația existentă;
- biostimularea sau bioinhibarea, utilizate în procesarea semințelor și cultura plantelor, creșterea ciupercilor, colectarea laptelui, creșterea vitezei de maturare a unor produse alimentare, ș. a.

Stăpânirea fenomenelor și conducerea experimentelor către obținerea unor rezultate excelente, cu consumuri energetice reduse, fără pesticide sau insecticide, va fi posibilă numai după descifrarea mecanismelor care au loc, fapt care va genera lărgirea ariei de cunoaștere, realizarea unor monografii și studii.

Rezultatele se vor prezenta sub forma unor lucrări științifice, brevete de invenție etc.

Realizarea echipamentelor, surselor speciale de înaltă tensiune și a instalațiilor se va efectua pe plan național sau chiar prin colaborare internațională, iar o parte însemnată a acestor produse și tehnologii vor fi exportate.

8. Bibliografie

- [1] Agrillo A, Ungari C, Filiaci F, Priore P, Iannetti G. - *Ozone therapy in the treatment of avascular bisphosphonate-related jaw osteonecrosis*. J. Craniofac. Surg. 2007 Sep; 18(5):1071-5.
- [2] Bialoszewski, D., Kowalewski, M. - *Superficially, longer, intermittent ozone therapy in the treatment of the chronic, infected wounds*. Ortop.Traumatol. Rehabil., 2003, 30; 5(5):652-8.
- [3] Bocci V. *The case for oxygen-ozonotherapy*. Br. J. Biomed. Sci. 2007; 64(1):44-9.
- [4] Bodrug, N., Barba, D., Istrati, V., Botezatu, A. *Eficacitatea terapiei cu ozon în medicină. Monografie*. Chişinău: Centrul Editorial – Poligrafic Medicina. 2012, 116 pag.
- [5] Brannland, R. *International Perspective on Ozone Generation and Application*. In "Svensk Papperstidning", vol. 96, nr. 1, 1993.
- [6] Braun, D., Küchler, U., Pietsch, G. - *Microdischarges in air-fed ozonizers*. 1991, J. Phys. D: Appl. Phys., 24, 564.
- [7] Ceclan, A., Micu, D. D., Micu, D., Czumbil, L., Bărbulescu, C. *The choice of regularization parameter by fuzzy interference for magnetic field synthesis*. 11th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, OPTIM'08, Braşov, 2008, IEEE Catalog number 08EX1996C, ISBN 1-4244-1545-4, pp. 71-76.
- [8] Chen Z., et all. *Fast collocation methods for solving ill-posed integral equations of the first kind, Inverse Problems*. Vol. 24, No. 6, 2008.
- [9] Chitarin G. *Method for the Identification of the Field Configuration in presence of the localized perturbation observed in RFP toroidal plasma devices*, IEEE, Trans. Magn., Vol. 35, No. 3, 1999, pp. 1877 – 1880.
- [10] Di Paolo N, Gaggiotti E, Galli F. *Extracorporeal blood oxygenation and ozonation: clinical and biological implications of ozone therapy*. Redox Rep. 2005; 10(3):121-30.
- [11] Drimal, J., Gibalov, V., I., Samoilovich, V., G. *The magnitude of the transferred charge in silent discharge in oxigen*. 1987, Czec. J. Phys., B 37, 1248.
- [12] Edelman, A. *Design and operation of an ozonator*. Ter. verkrijging van de gread van doctor in de technische wetenschappen. Delf. 1967.
- [13] Eliasson, B., Kogelschatz, U. *Modeling and applications of silent discharge plasmas*. 1991, IEEE Trans. Plasma Sci., 19, 39.
- [14] Eliasson, B., Kogelschatz, U. *Nonequilibrium volume plasma chemical processing*. 1991, IEEE Trans. Plasma Sci., 19, 1063.
- [15] Eliasson, B., Hirth, M., Kogelschatz, U. *Ozone synthesis from oxygen in dielectric barrier discharges*. 1987, J. Phys. D: Appl. Phys., 20, 1421.
- [16] Eliason, B., Kogelschtz, U. *Ozone production in an oxigen discharge: The rate of electron impact dissociation of O₂ and O₃*. In Pcoceedings XV. Int. Conf. on Phenomena in Ionized Gases, Minsk, U.S.S.R., pp. 301 – 302.
- [17] Fäes, Y. - *Ozoneurs: leur théorie et application des techniques nouvelles á semi – conducteurs á leur alimetation*. R.G.E. Tome 84, No. 1, Janvier 1975, pp. 13-23.

- [18] Filippov, Yu., Vovlikova, V., A., Panteleev, V., I. - *Electrosintez ozona*. Izdatelistvo Moskovscovo Universiteta, 1987.
- [19] Filippov, Yu. V., Emelianov, Yu. M. - *Electrical synthesis of ozone; IV: effect of discharge intensity*. Russian J. Phys. Chem., 36, 89.
- [20] Gibalov, V., Braun, D., Pietsch, G. - *Spatial distribution of atomic oxygen concentration in barrier discharge channels*. 1991, Proceedings 10'th Symp. on Plasma Chemistry, Bochum, pp. 3.2-7 p. 1-3.2-7 p. 6.
- [21] Gibalov, V., I., Samoilovich, V., G., Filippov, Y. - *Physical chemistry of the electrosynthesis of ozone*. 1981, The results of numerical experiments. Russ. J. Phys. Chem., Vol. 55, p. 471.
- [22] Horvath, M., Bilitsky, L., Hutter, J. - *Ozon*. Academial Kiado. Budapest, 1985.
- [23] Kantz, T. - *1'st Ozone Symposium*. (September, 1993), Amilestone. In "Svensk Papperstidning", vol. 96, nr. 11, 1993.
- [24] Kiyokawa K, Takahashi N, et al., - *New continuous negative-pressure and irrigation treatment for infected wounds and intractable ulcers*. Plast. Reconstr. Surg. 2007 Oct; 120(5):1257-65.
- [25] Klemence, A., Hinterberger, H., Höfer, H. - *Über die Entladung in einer Siemens -Ozonröhre*. 1937, Zeitschr. Elektrochem. Vol. 43, p. 708.
- [26] Kogelschatz, U. - *Advance ozone generation*. In Process Technologies for Water Treatment (S. Stucki. ed.) Plenum Press, New York, pp. 87 - 120.
- [27] Kogelschatz, U. - *Ozone synthetis in gas discarges*. 1983, Proceedings XVI Int. Conf. on Phenomena in Ionized Gases, Düsseldorf, Germany, Invated Papers. pp. 240 – 250.
- [28] Kogelschatz, U., Eliasson, B. - *Ozone Generation and Applications*. 1995, In Handbook of Electrostatic Processes, NY, pp. 585 – 605.
- [29] Krasnikov, V. V., Bakulin, V. P., Gagarin, M. A., ș.a. - *Procedeu de maturare a unor băuturi foarte concentrate*. Brevet de invenție URSS nr. 92.104, 1987.
- [30] Lin, S. H., Yeh, K. L. *Looking to Treat Waste Water - Try Ozone*. In "Chemical Engineering", vol. 100, nr. 5, 1993.
- [31] Lowther, F. E. *Patente*. (U.S.A.) 3.784.838; 3.836.786 / 1974; 3.875.035; 3.891.561; 3.899.682; 3.919.064; 3.903.426 / 1975; 3.954.586; 3.984.697; 3.966.474; 3.996.122 / 1976; 4.016.060; 4.038.165 / 1977.
- [32] Manley, T., C. *The Electrical Characteristics of the ozone discharge*. Trans. Electrochem. Soc., 1944, Vol. 84, p. 83.
- [33] Mechtshheimer, G. *Influence of different dielectric materials on the ozone formation process*. 1989, Proceedings 9'th Ozone World Congress, NY, vol. 2, pp. 1-12.
- [34] Morar, R., ș.a. *Procedeu și instalație pentru combaterea microorganismelor care produc alterarea vinului*. Brevet de invenție nr. 78.739, 1973.
- [35] Ogrizek D., Trlep M., *Inverse Problem – Determining unknown distributions of charge density using the dual reciprocity method*. COMPEL, Vol. 32, No. 3, 2004, pp. 701 – 706.
- [36] Ozmen V, Thomas WO, Healy JT, Fish JM, Chambers R, Tacchi E, Nichols RL, Flint LM, Ferrara JJ. *Irrigation of the abdominal cavity in the treatment of experimentally induced microbial peritonitis: efficacy of ozonated saline*. Am. Surg. 1993 May; 59(5):297-303.
- [37] Parkhisenko luA, Bil'chenko SV. *The ozone therapy in patients with mechanical jaundice of tumorous genesis*. Vestn Khir Im I I Grek. 2003;162(5):85-7.
- [38] Parkhisenko lu.A., Glukhov, A.A. *Use of ozone therapy and hydro-pressure technologies in complex intensive therapy of surgical sepsis*. Khirurgiia (Mosk,), 2001; (4):55-8.
- [39] Peyrous, R. *The effect of relative humidity on ozone production by corona discharge in oxygen or air. A numerical simulation*. Ozone Sci. Eng., 1990, 12, 19, 41.

- [40] Peyrous, R., Pignolet, P., Held, B. *Kinetic Simulation of gaseous species created by an electrical discharge in dry or humid oxygen*. 1989, J. Phys. D: Appl. Phys., 22, 1658.
- [41] Razumovskii, S., D., Zaikov, G., E. *Ozon i evo reacții s organiceskimi vescestvami*. Moskva, 1974.
- [42] Rutscher, A., Wagner, H., E. *The model of macroscopic kinetics in nonequilibrium plasma chemical reactions*. 1985, Beitr. Plasmaphys., 25, 315.
- [43] Samoilovich, V., G., Gibalov, V., I., Kozlov, K., V. *Physical Chemistry of the Barrier Discharge*. 1989, Moscow State University.
- [44] Siemens W. *Über die elektrostatische Induction und die Verzögerung des Stroms in Flaschendrähnen*. Poggendorfs Ann. Phys. Chem., 1857, vol. 102, p 66.
- [45] Suzuki, M., Naito, Y. - *On the Nature of the Chemical Reaction in Silent Electrical Discharge*. 1952, Proc. Jap. Acad., 28, 469.
- [46] Tanaka, M., Yagi, S., Tabata, N. - *The observation of silent discharge by image intensifier*. 1978, Trans. of IEE of Japan, 98A, 57.
- [47] Tănăsescu, F. T., Cramariuc, R. - *Water Depollution Using Ozone Technologies, in Largely Populated Urban Areas, Achievements*. NATO și ecologia mediului înconjurător. Sesiune de Comunicări Științifice, Chișinău, Oct. 1996.
- [48] Vasiliev IT, Markov IN, et all. - *The antibacterial and immune-corrective action of ozone therapy in peritonitis*. Vestn. Khir. Im. I I Grek. 1995; 154(3):56-60.
- [49] Yagi, S., Tanaka, M. - *Mechanism of ozone generation in air-fed ozonizers*. 1979, J. Phys. D: Appl. Phys., 12, 1509.
- [50] Yoshida, K., Tagashira, H. - *Computer simulation of ozone electrosynthesis in an N₂ / O₂ mixture-fed ozonizer*. 1986, Memoirs of the Kitami Inst. of Technol., 18, 11.
- [51] Yukiharu, N., Toshikazu, O., Seiji, K., Takayoshi, A. - *Improvement of Ozone Yield a Silent-Surface Hybrid Discharge Ozonizer*. Conf. Rec. IEEE / IAS. Ann. Meet. Toronto, 1993.
- [52] *** - *Patente*: 119.196 (R.D.G.), 1976; 832.112 (Belgia), 1976; 947.740 (Japonia), 1977; 4.013.567 (U.S.A.), 1977; 7.524.286 (Franța), 1977; 2.534.033 (R.F.G.), 1977; 596.092 (Elveția), 1978; 1.504.014 (Anglia), 1978; 2.034.777 (Rusia), 1995.
- [53] *** - *Patente*: 4.244.455/1 (Germania); 1995; 63-103.118, 63-104.495, 1987, 62-286.846, 61-230.055, 1988, 63-308.773, 1990 (Japonia).