



**Proiect: ADER 7.5.1 - „Cercetări privind aplicarea tehnologiilor emergente bazate pe metode de procesare minimală în industrializarea produselor horticole”**

---

**Faza: 3 / 2021 - Proiectare, execuție și experimentări preliminare 2**



## **CONSORTIU DE REALIZARE A PROIECTULUI**

**CP - Institutul de Cercetare Dezvoltare pentru Industrializarea și Marketingul Produselor Horticole - HORTING (I.C.D.I.M.P.H. - Horting)**

**Director de proiect Conf. univ. dr. ing. Marian Vintilă**

**P1 - Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Mașini și Instalații destinate Agriculturii și Industriei Alimentare - INMA București**

**Responsabil de proiect dr. ing. Cristian Sorică**



**1.Obiectivul proiectului** - constă în alegerea unor metode de procesare minimală pretabile a fi utilizate în domeniul industrializării legumelor și fructelor și introducerea acestora în tehnologiile specifice acestuia. Se urmărește realizarea unor modele experimentale de utilaje funcționale, necesare obținerii de produse procesate din legume și fructe cu calități organoleptice și nutritive superioare față de cele obținute prin tehnologia clasică.

**2.Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului** - stabilirea a minimum 2 metode de procesare minimală, aplicabile industrializării produselor horticole; stabilirea și descrierea a trei tehnologii emergente ce au la bază metodele de procesare minimală alese; proiectarea și construcția a minimum 2 modele experimentale de utilaje funcționale care funcționează pe baza metodelor de procesare minimală; realizarea a trei noi produse procesate, sanogene cu calități organoleptice și nutritive superioare.

**3.Obiectivul fazei 3 / 2021** - este de a proiecta și executa un model experimental de utilaj funcțional care utilizează o metodă de procesare minimală transformând astfel o tehnologie clasică într-o tehnologie emergentă (tehnologie 2) și proiectarea unei a 3-a tehnologii.



#### 4. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei constau în:

- Stabilirea metodei de procesare minimă și descrierea tehnologiei emergente 2 în care aceasta este înglobată;
- Descrierea tehnologiei 3;
- Proiectarea și execuția modelului experimental 2 și efectuarea de probe funcționale preliminare.
- Sinteza datelor experimentale preliminare;
- Articole științifice în care sunt prezentate rezultatele proiectului

#### Activitate 3.1 Elaborarea temei de proiectare pentru modelul experimental 2.

În vederea elaborării temei de proiectare a modelului experimental 2, denumit în continuare *Instalația de preparat ozon în soluție apoasă - IPO*, realizat în cadrul fazei 3/2021 a proiectului la CP Horting a fost studiată o metodă de procesare minimală ce are la bază utilizarea ozonului ( $O_3$ ) în prelucrarea fructelor și legumelor.

Tehnologiile care utilizează ozonul s-au extins în ultimii ani ca răspuns la cererile consumatorilor de a dezvolta aditivi alimentari „mai ecologici”, și a faptului că autoritățile de reglementare au aprobat și acceptat tot mai mult faptul că ozonul poate fi utilizată în tehnologiile ecologice.

Ozonul ( $O_3$ ) este gazul natural din atmosferă și unul dintre cele mai puternice produse igienice împotriva unui spectru larg de microorganisme. Ozonul este o formă alotropă de oxigen care este un puternic oxidant ( $E^0 = 2,07 \text{ V}$ ) fapt ce permite oxidarea multor compuși organici.

Deoarece ozonul se transformă în oxigen prin autoliză, a fost recunoscut în general ca fiind sigur pentru aplicațiile de contact cu alimentele.

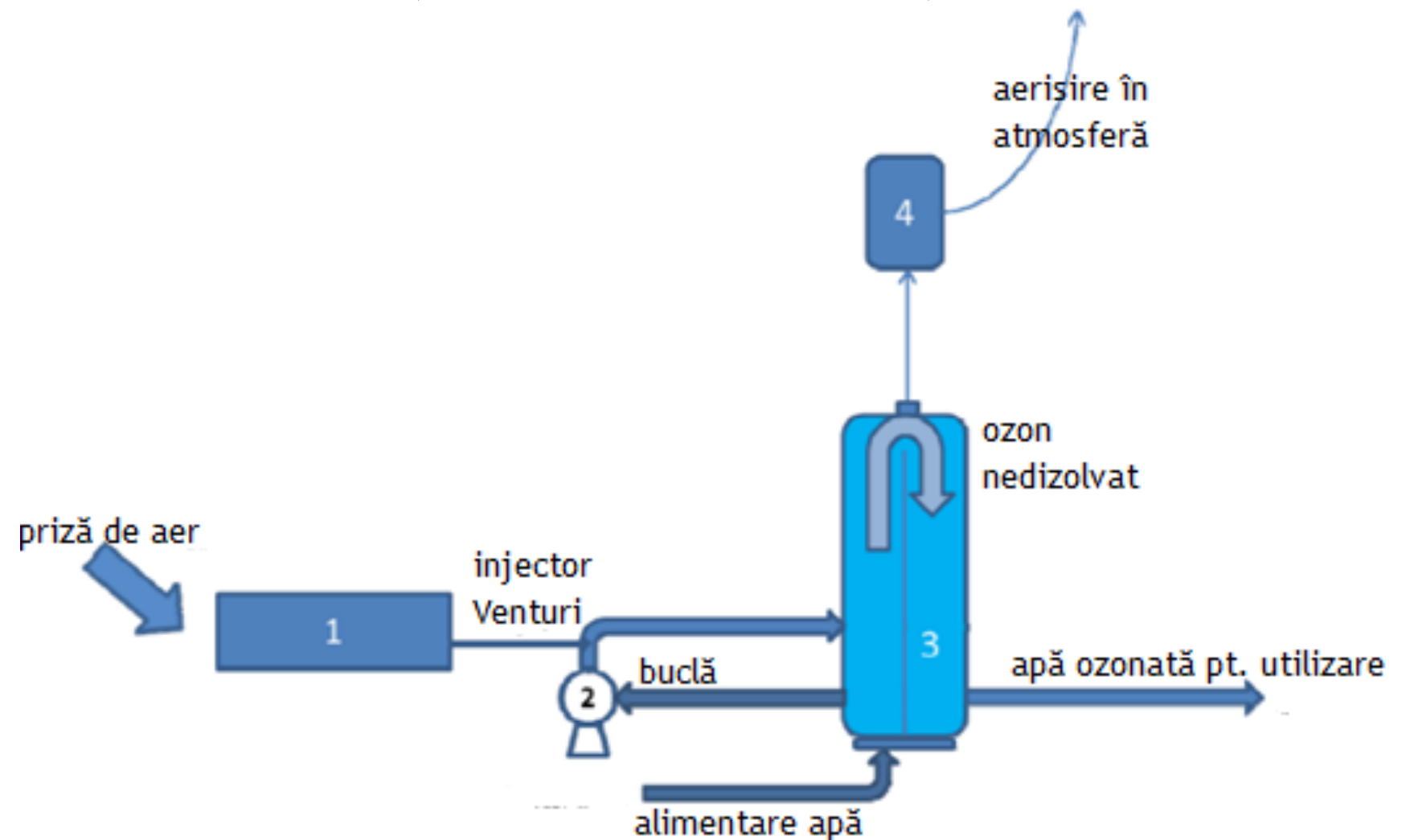


În esență, reducerea contaminanților chimici în produsele alimentare cu ozon se bazează pe două proceduri diferite, adică spălarea cu soluții apoase de ozon și tratamentul cu ozon în fază gazoasă. Ambele au avantaje și dezavantaje. În mod obișnuit fructele și legumele sunt pulverizate cu soluție apoasă de ozon sau trecute prin soluție pe o linie de procesare.

Pentru a se asigura spălarea eficientă fructelor pentru îndepărtarea, reziduurilor provenite de la ingredientele active ale pesticidelor utilizate la tratamentele efectuate în plantații, trebuie îndeplinite următoarele cerințe:

- sursa de obținere a ozonului să fie aerul atmosferic;
- realizarea unei concentrații optime de  $O_3$  în apa de spălare;
- adaptarea debitului de soluție ozonată cu capacitatea de lucru a instalației de spălare.

### *Schema instalației de preparare a soluției de ozon în apă*

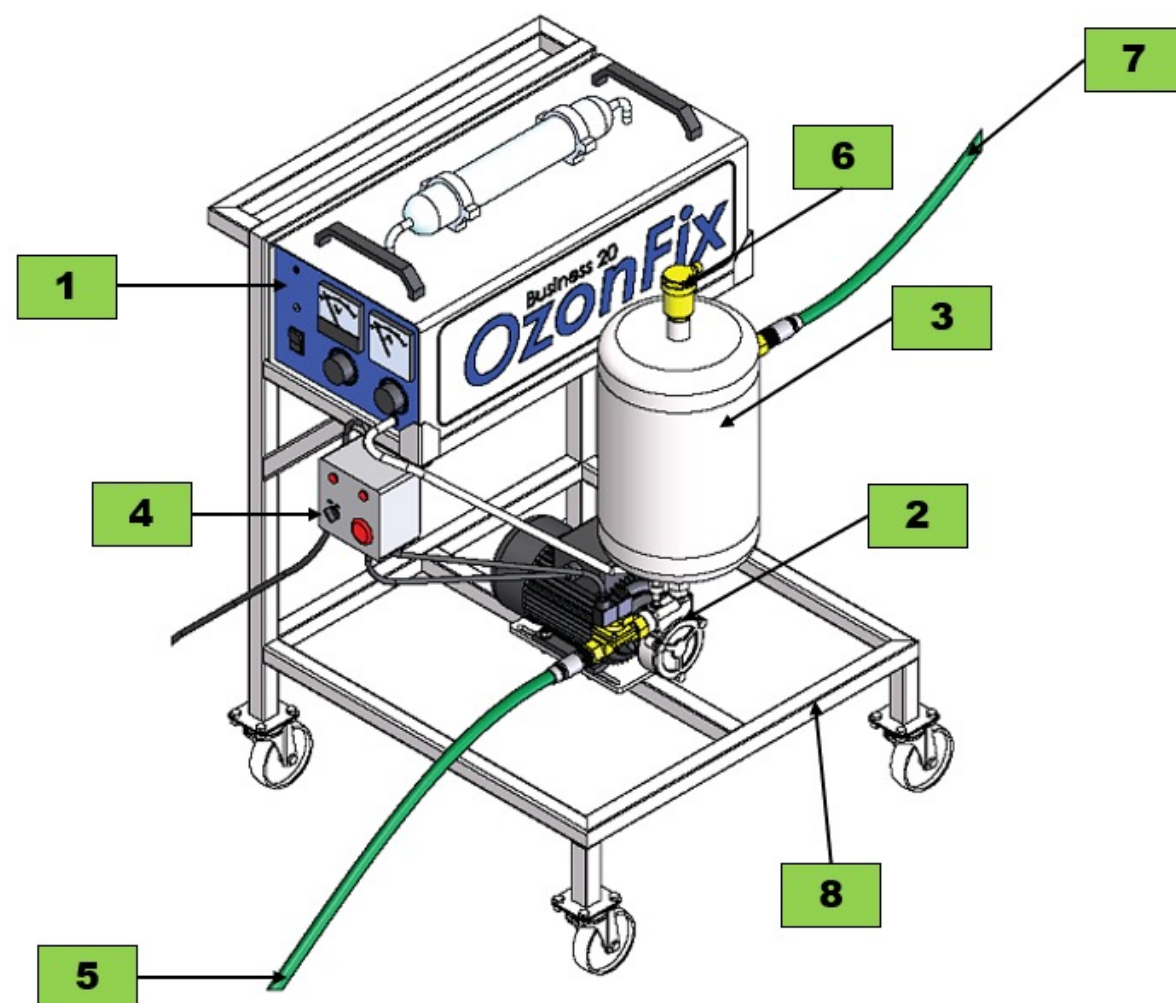




## Activitatea 2.2 Proiectarea și execuția modelul experimental de utilaj funcțional 1

### I. Proiectarea

Pe baza temei de proiectare P1 INMA, a realizat proiectarea *Instalației de preparat ozon în soluție apoasă - IPO*, utilizată în cadrul tehnologiei de procesare minimală a sucurilor limpezi obținute din fructe și legume, pentru îndepărtarea, reziduurilor provenite de la ingredientele active ale pesticidelor.



### Instalație de preparat ozon în soluție apoasă - IPO

- 1 - generator de ozon; 2- motor acționare + pompă injector; 3 - recipient de amestec;  
4 - panou de comandă; 5 - racord alimentare apă; 6 - supapă siguranță;  
7 - racord distribuție apă ozonată;  
8 - cadru de montaj



Elementele principale ale *Instalației de preparat ozon în soluție apoasă - IPO* sunt: generatorul de ozon; pompă cu injector; motor de acționare; recipient de amestec; cadru de montaj.

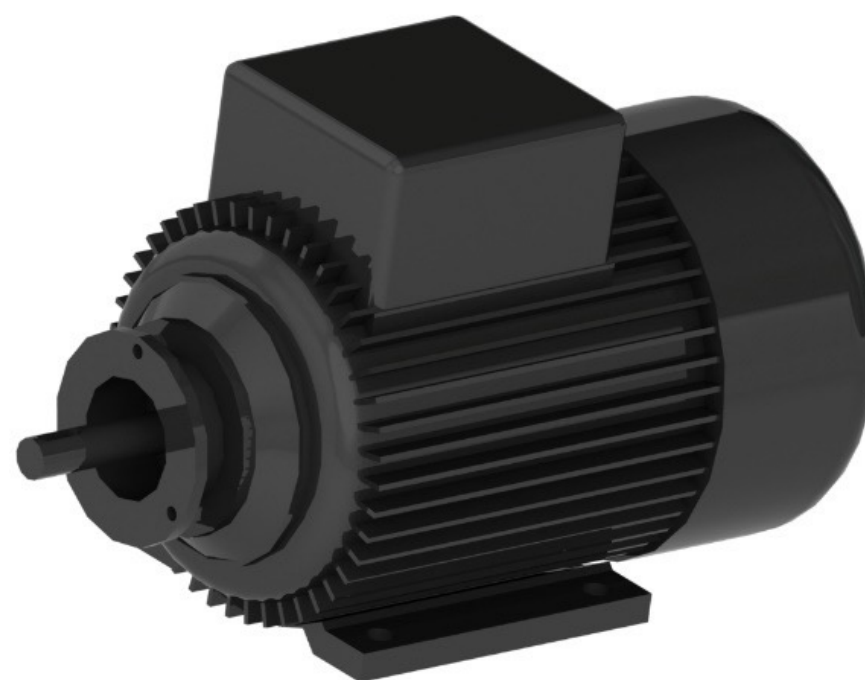
**Generatorul de ozon** este echipamentul tehnic destinat producerii ozonului gazos prin efectul de descarcare electrică tip “Corona”, cu aport de aer atmosferic. Generatorul are o producție de ozon gaz de până la 20 g/h și o durată de viață de până la 20000 ore

Generator de Ozon





**Pompă injector**



**Motor de acționare**



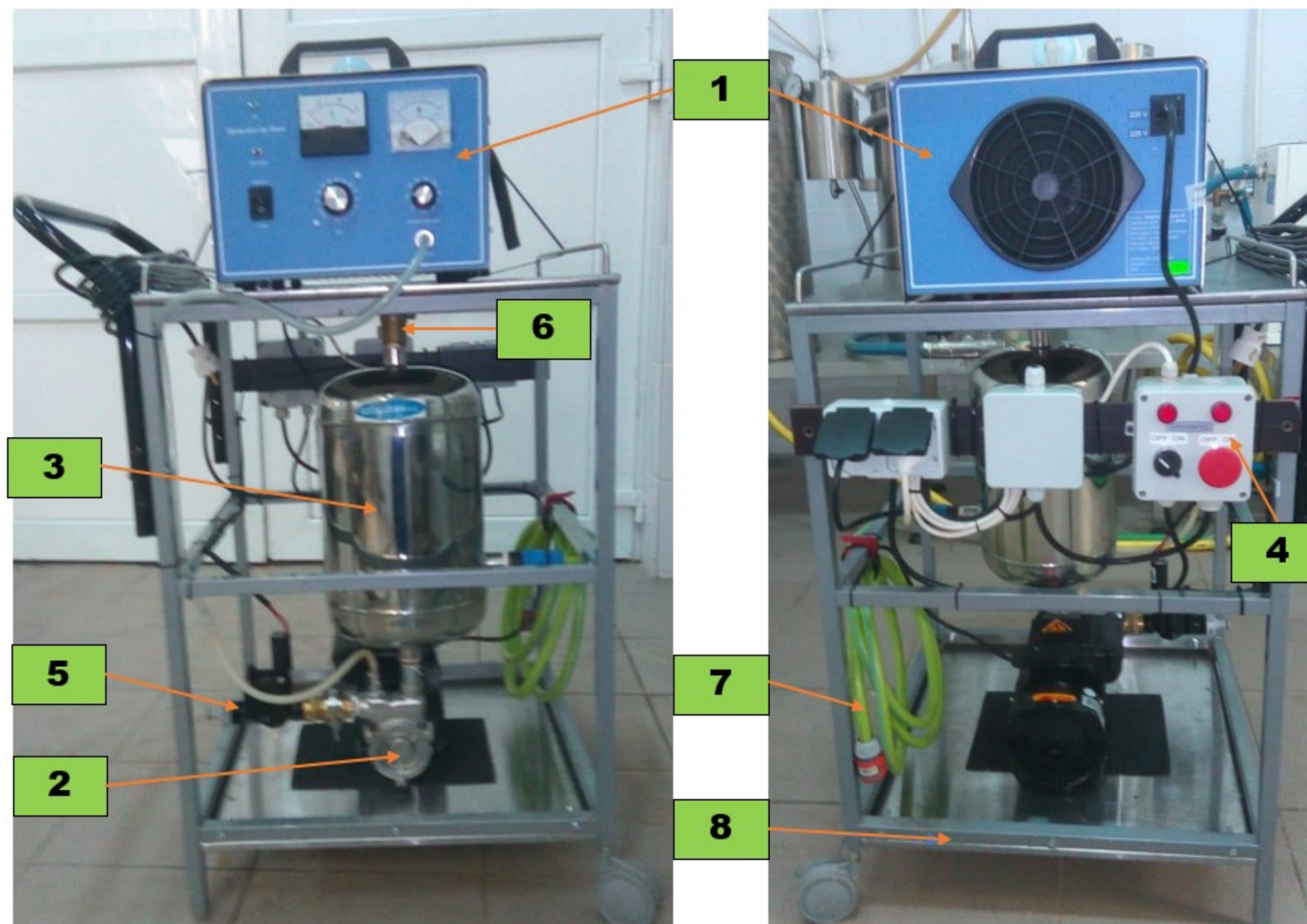
**Recipient de amestec**



Recepția componentelor și execuția modelului experimental 2

## Montajul (execuția) modelului experimental 2

### Instalația de preparat ozon în soluție apoasă - IPO



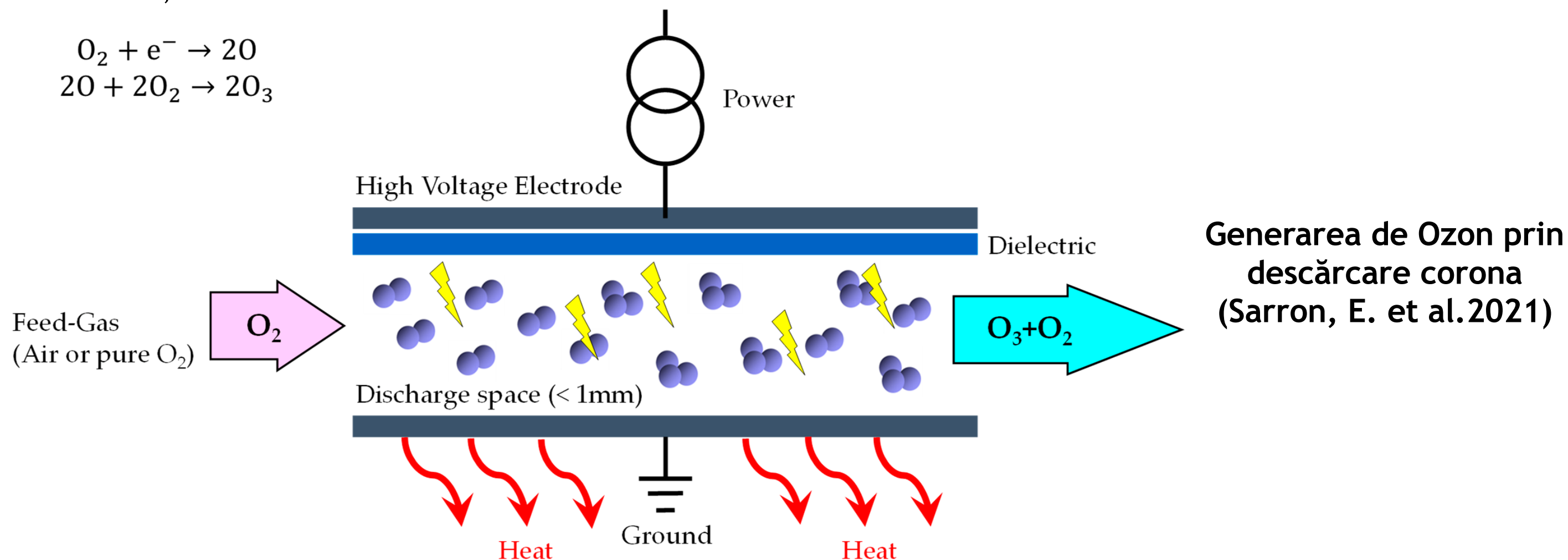
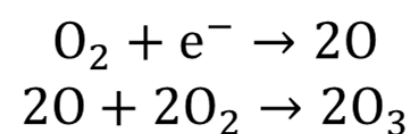
- 1- Generator ozon
- 2- Pompă injector
- 3- Recipient de amestec
- 4- Panou comandă
- 5- Racord alimentare cu apă
- 6- Supapă de siguranță
- 7- Racord distribuție apă ozonată
- 8- Cadru de montaj



### Activitatea 3.3 Proiectare tehnologie 2 și 3

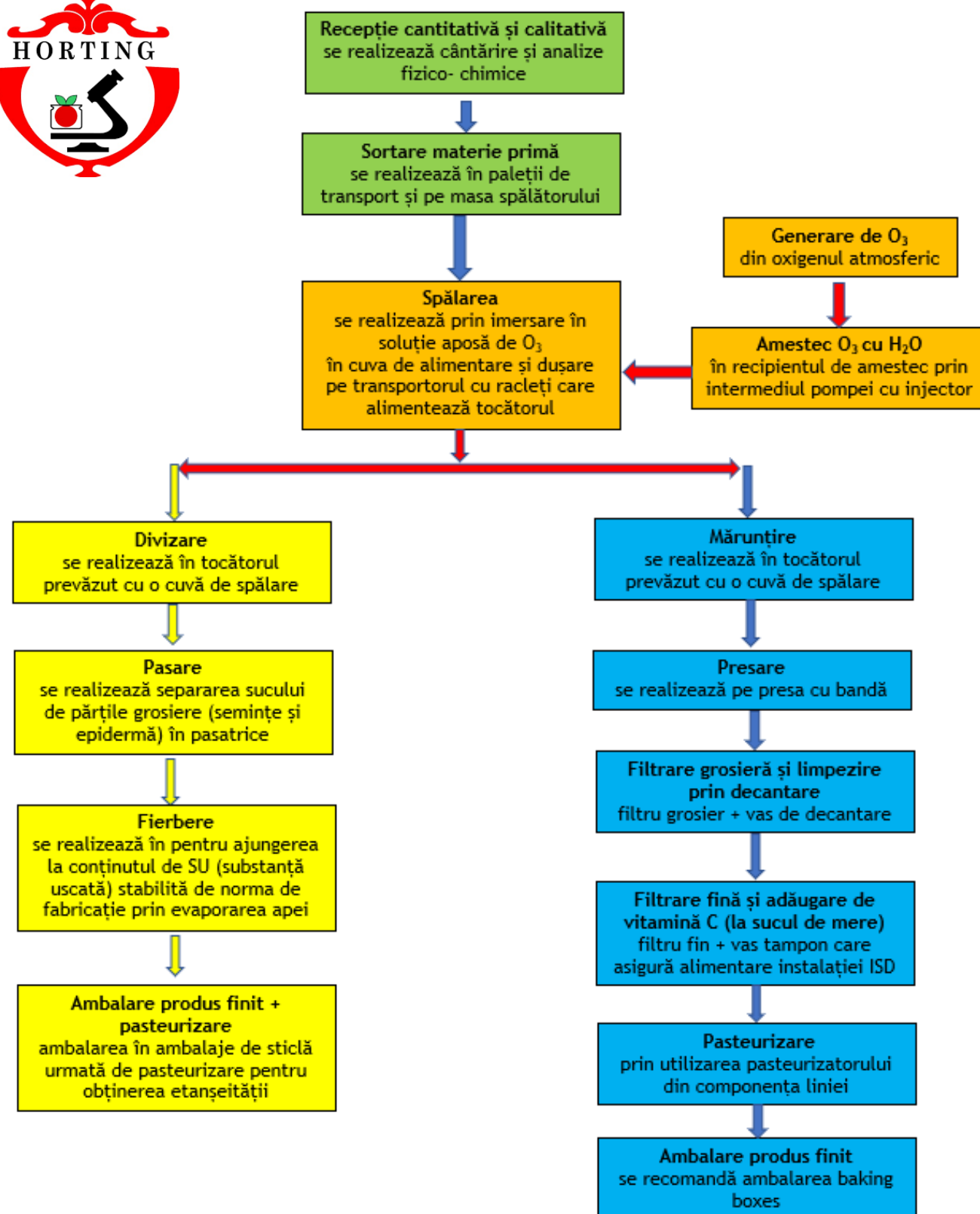


**Tehnologia emergentă 2**, realizată în cadrul prezentului proiect, a fost dezvoltată de colectivul de implementare prin înlocuirea operației clasice de spălare a merelor / tomatelor pe liniile de prelucrare de la ICDIMP - Horting, cu o **metodă de procesare minimă** care constă în producerea și utilizarea pentru spălare a unei soluții lichide de ozon.



## Factori extrinseci și intrinseci care influențează eficacitatea ozonului

| Parametri          |                        | Factori                                                                                                                                                           |
|--------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Factori extrinseci | Calitatea apei         | pH, materie organică, presiune și temperatură                                                                                                                     |
|                    | Calitatea aerului      | Umiditatea relativă a aerului                                                                                                                                     |
|                    | Tratament cu ozon      | Metoda de aplicare, durata tratamentului și concentrația                                                                                                          |
| Factori intrinseci | Produs alimentar       | Tipul de fructe și legume, greutatea, caracteristicile suprafeței produsului                                                                                      |
|                    |                        | Activitatea apei                                                                                                                                                  |
|                    | Incărcătură microbiană | Caracteristicile tulpinilor microbiene, starea fizică a tulpinilor bacteriene, microflora naturală, microorganisme inoculate artificial și dimensiunea populației |



## Schemă tehnologie emergentă 2- Utilizarea tratamentului cu Ozon la obținerea sucului de mere / roșii



## Tehnologie 3 - Utilizarea microundelor la deshidratarea produselor horticole



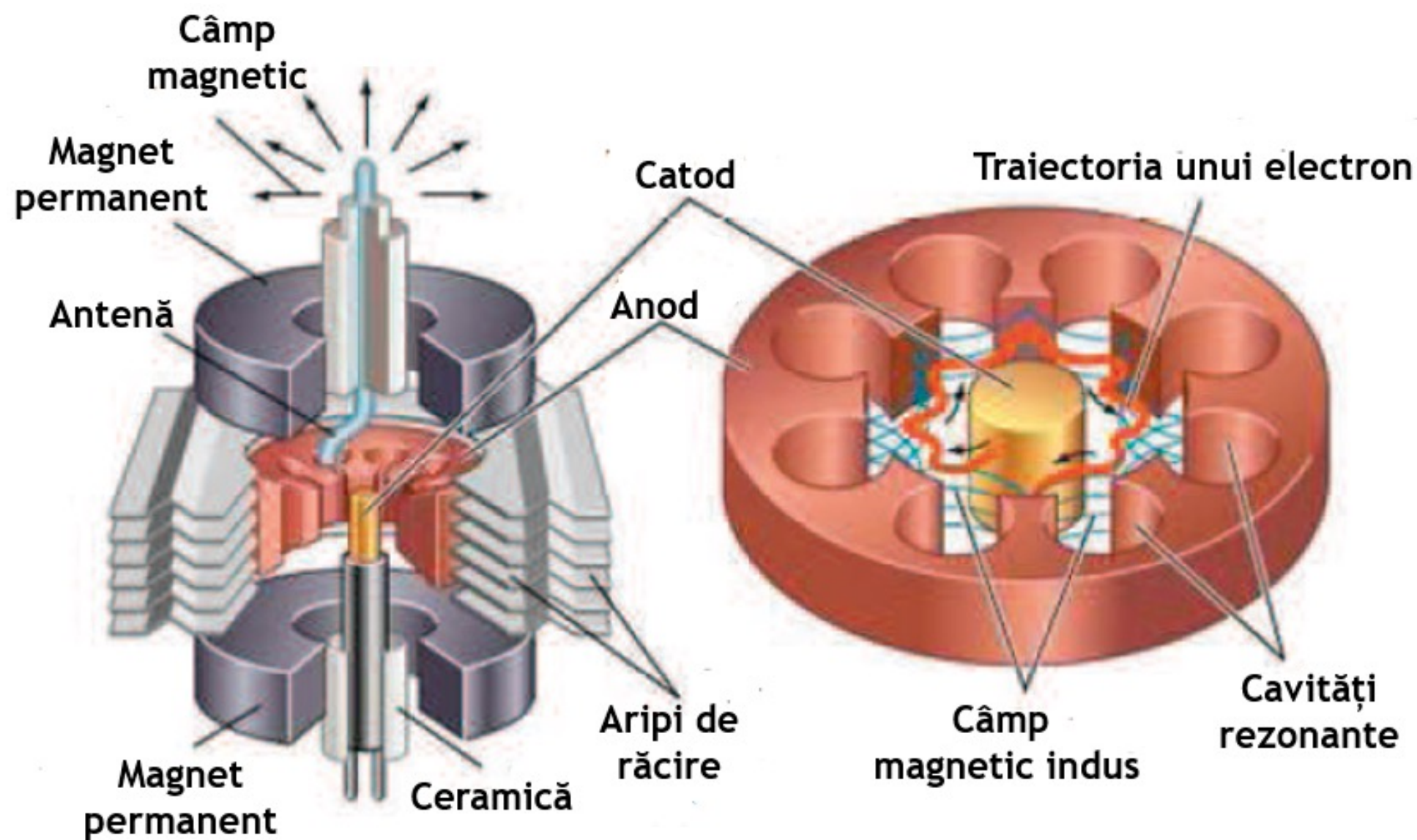
Spectrul electromagnetic se clasifică după valoarea frecvenței (respectiv lungimea de undă) în unde radio, microunde, radiație în vizibil, radiație ultravioletă, raze X și radiații gamma. Microundele se încadrează în banda de frecvențe 0,3 GHz - 300 GHz, cu lungimi de undă cuprinse între 1m și 1mm). Avantajele utilizării încălzirii cu microunde constau în: (i) încălzire volumetrică rapidă; (ii) încălzire selectivă; (iii) economie de timp și energie.

Există trei moduri de a combina utilizarea generatorului de microunde cu fluxul de aer uscat la cald prin aplicarea energiei MW la deshidratarea produselor horticole:

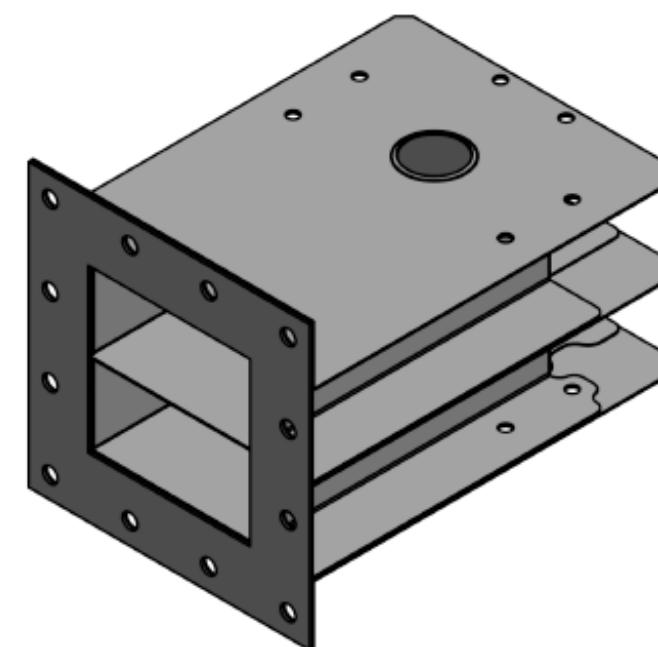
- la începutul proceselor de deshidratare și în acest caz, interiorul produselor este încălzit rapid la temperatura de evaporare și vaporii de apă sunt forțați astfel să se deplaseze spre exterior permițând aerului fierbinte să elimine apa de la suprafață;
- când viteza de uscare începe să scadă, caz în care suprafața materialului este uscată și umiditatea este concentrată în centru, iar aplicarea în acest moment, realizează generarea de căldură internă și, prin urmare vaporii crează presiuni care forțează ieșirea umidității la suprafață de unde cu ușurință apa este eliminată în mediul ambiant;
- în perioada (perioadele) de scădere sau la umiditate scăzută a produsului pentru a facilita uscarea finală, iar în acest caz se facilitează îndepărtarea apei legate din produs.



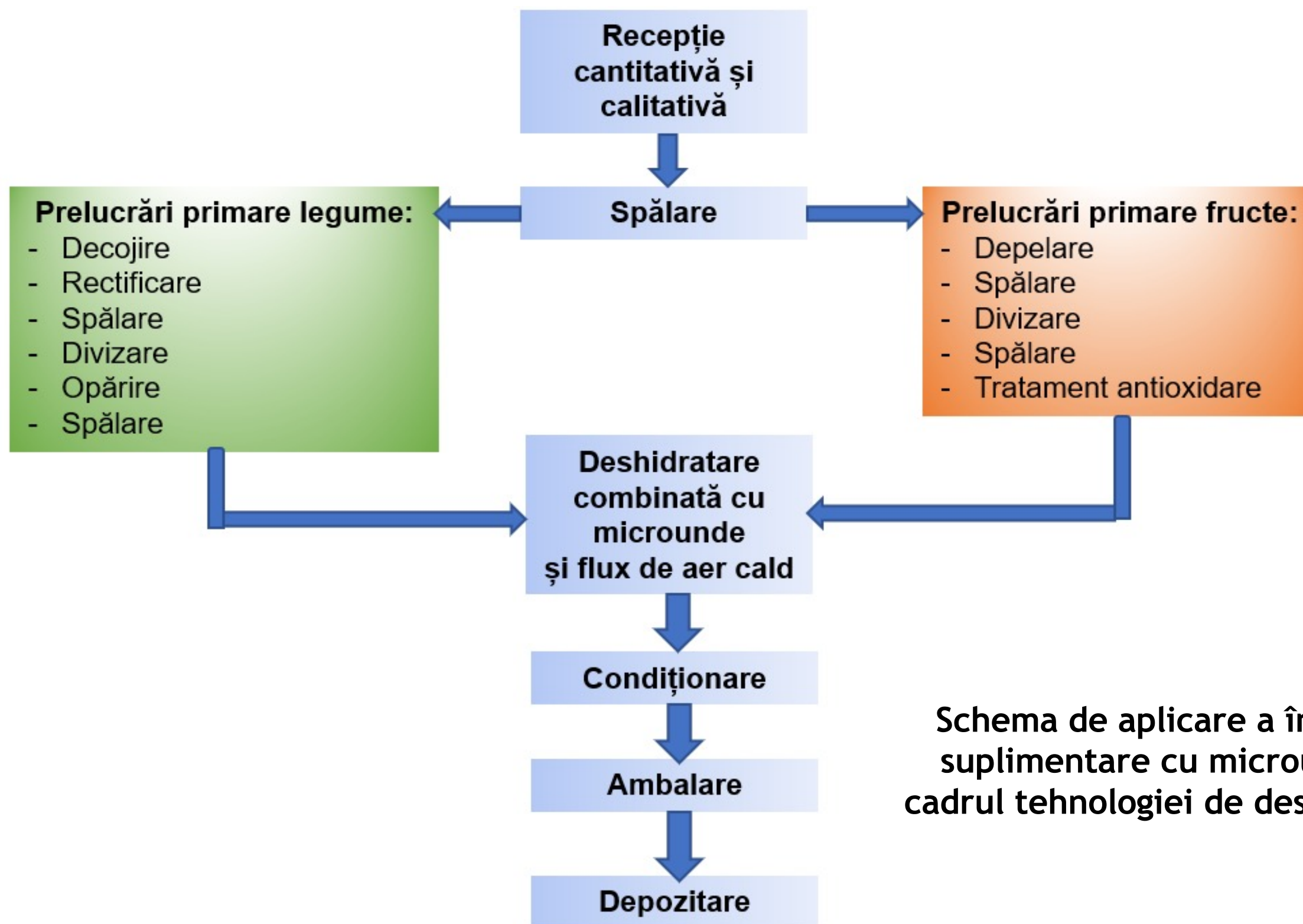
## Generarea câmpului de microunde



Secțiunea schematică a unui magnetron  
(variantă după Virot, 2009)



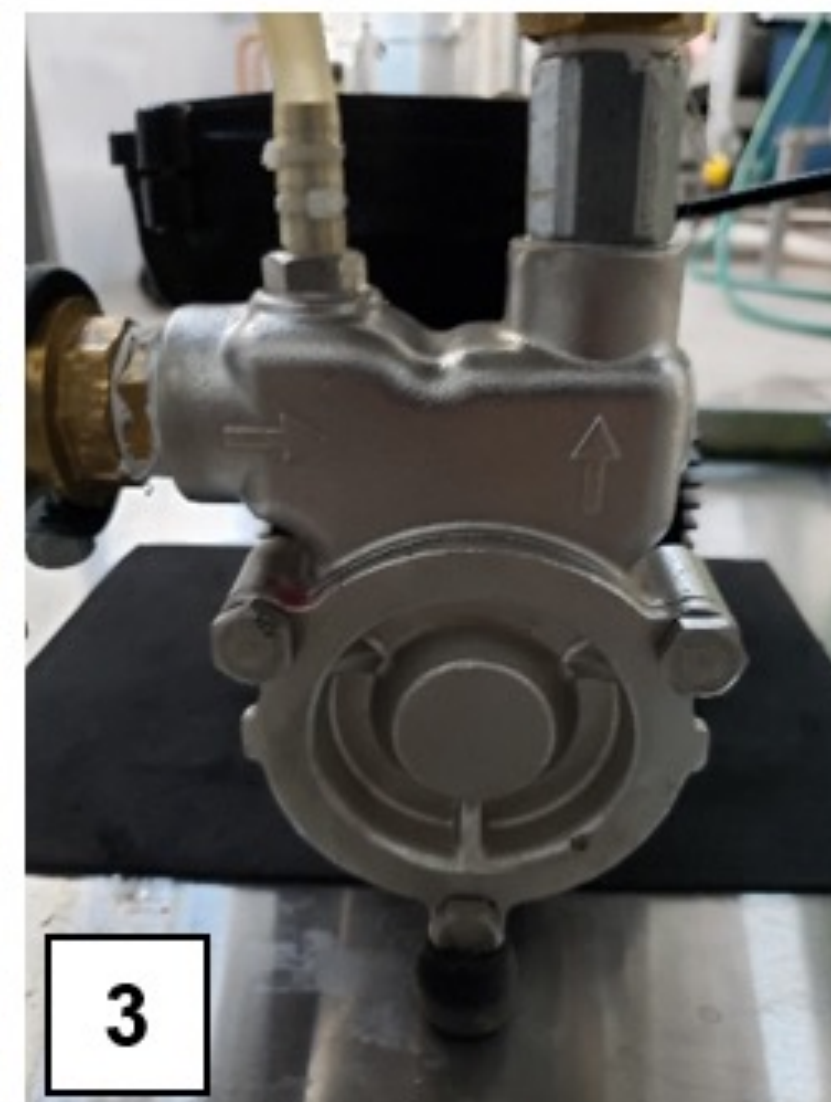
Ghid dublu de undă



Schema de aplicare a încălzirii suplimentare cu microunde în cadrul tehnologiei de deshidratare



## Activitatea 3.4 Realizare de probe cu modelul experimental 2



### Verificare componente instalație IPO

1 - Recipient de amestec; 2 - Motor acționare pompă; 3 - Pompă cu injector



Verificare  
funcționalității cu  
AMC



Verificare  
funcționare  
la mers în gol

## Activitatea 3.5 Experimentări cu produse horticoale



Soiuri mere: 1 - Ionagored ; 2 - Florina



Spălare prin dușare cu soluție apoasă cu Ozon



Spălare prin imersare în soluție apoasă cu Ozon



Utilizare instalației IPO în tehnologia emergentă 2



### Activitatea 3.6 Analiza datelor experimentale, conexiuni și interdependențe



După efectuarea întregului volum de lucru, Instalația de preparat ozon în soluție apoasă - IPO, a fost supusă expertizei tehnice finale.

| Rezultate testări                                                           |                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Determinarea caracteristicilor tehnice                                      |                                                                                                                                                                    |
| Dimensiuni de gabarit, mm<br>- lungime<br>- lățime<br>- înălțime            | Corespunde cu valoarea din documentația de execuție, cu observația că diferențele sunt acceptabile și nu influențează caracteristicile funcționale ale instalației |
| Descrierea echipamentului tehnic                                            |                                                                                                                                                                    |
| Componența                                                                  | Corespunde cu documentația de execuție                                                                                                                             |
| Analiza execuției                                                           |                                                                                                                                                                    |
| Aprecierea execuției                                                        | Corespund cu standardele în vigoare                                                                                                                                |
| Pregătirea echipamentului tehnic în vederea efectuării probelor funcționale |                                                                                                                                                                    |



| Rodajul echipamentului                                             |                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Rodajul în gol                                                     | Corespund cu prescripțiile tehnice                                                 |
| Pregătirea aparaturii și echipamentelor de măsură și control       |                                                                                    |
| AMC-urile și echipamentele de cercetare                            | Corespund cu verificările metrologice                                              |
| Testarea funcționalității principalelor componente ale instalației |                                                                                    |
| Condițiile de lucru                                                | Corespund conform uzanțelor de experimentare ale INMA București și ICDIMPH Horting |
| Testarea subansamblurilor componente ale instalației IPO           |                                                                                    |



### Activitatea 3.7 Diseminarea rezultatelor



Cele trei articole științifice elaborate de membri echipei proiectului de la CP- Horting și de la P1 - INMA sunt:

1. Sorică E., Sorică C., Cristea M. and Grigore I. A. - *Technologies used for food preservation using microwaves*, Proceedings of the 10th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development TE-RE-RD 2021 published in E3S Web of Conferences 286, 04008 (2021), <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128604008>;
2. Sorică C., Vintilă M., Vlăduțoiu L., Sorică E., Grigore I. A. and Cristea M. - *Aspects regarding the use of ultrasounds in the food industry*, Proceedings of the 10th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development TE-RE-RD 2021 published in E3S Web of Conferences 286, 04009 (2021), <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128604009>;
3. Vintilă M., Toma M., Sorică C., Dumitrescu I.L., Manole N., Mohora A., Veringă D. - *Aspects of the use of ozone in apple juice processing technology / Aspecte ale utilizării ozonului în tehnologia de prelucrare a sucului de mere* Proceedings of International Symposium ISB-INMA TEH'2021, Print ISSN 2344-4118, CD-ROM ISSN 2344-4126, ISSN-L 2344-4118, <http://isbinmateh.inma.ro/>, în curs de publicare.



## C O N C L U Z I I

Perioada de realizare a fazei 3/2021 a fost de la 16.11.2020 la 15.11.2021. Această perioadă, a fost afectată de o multitudine de restricții datorate COVID 19. Cu toate aceste colectivele de realizare ale proiectului atât de la CP - Horting cât și de la P1 - INMA au efectuat activitățile asumate prin planul de realizare al proiectului.

Rezultatele s-au concretizat în:

- Elaborarea temei de proiectare a modelului experimental 2;
- Elaborare documentațiilor de proiectare și execuție a modelului experimental 2;
- Realizarea fizică a modelului experimental 2 denumit *Instalație de preparat ozon în soluție apoasă - IPO*;
- Au fost elaborate tehnologia emergente 2, care are la bază metoda minimală de procesare bazată pe utilizarea ozonului în vederea eliminării reziduurilor rezultate din ingredientelor active ale pesticidelor folosite în tratamentele efectuate asupra fructelor și legumelor și tehnologia emergente 3, care are la bază metoda minimală de procesare bazată pe utilizarea încălzirii cu microunde în procesul de deshidratare al produselor horticole;
- S-au realizat probe funcționale cu modelul experimental 2 în vederea stabilirii comportamentului acestuia atât la funcționare în gol cât și în sarcină;
- Au fost analizate datele experimentale obținute în urma probelor executate;
- Membri echipei de cercetare a realizat 3 articole științifice care se vor publica în reviste cotate BDI.

Pe baza concluziilor rezultate în urma realizării activităților din faza 3/2021 - *Proiectare, execuție și experimentări preliminare 2*, se propune trecerea la faza a 4-a a proiectului.



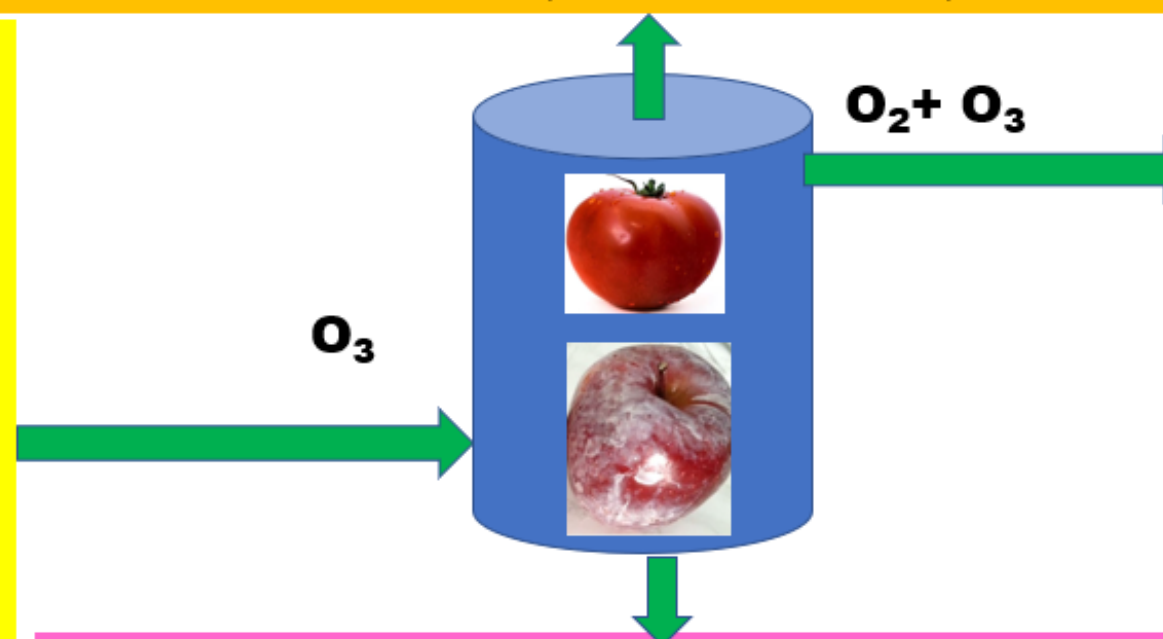
## Caracteristicile, tratamentului cu Ozon, pentru care a fost realizată *Instalația de preparat ozon în soluție apoasă - IPO* utilizată în tehnologia 2

Caracteristicile mediului de tratament, înainte de începerea tratamentului:

- Volumul reactorului (în m<sup>3</sup>);
- Temperatura (în °C);
- Timpul de curățare și informații despre dacă acestea sunt incluse sau nu în timpul de procesare (în min)
- În cazul tratamentului cu ozon apos, calitatea generală a apei în ceea ce privește tipul (apă de la robinet sau deionizată), volumul apei (în L), calitatea fizică și chimică (temperatură, pH, conținut de minerale, conținut de materie organică, DBO, DCO, TSS). ..)
- Presiune (în Bari);
- Volumul ratei de reînnoire (în m<sup>3</sup>/h)

Caracteristici ale generării gazului ozon:

- Tipul generatorului;
- Presiune (în bar);;
- Vector gaz (oxigen sau aer uscat);
- Umiditatea gazului vector (în %) și punctul de rouă (în °C);
- Debitul de gaz vector corectat la presiune atmosferică la 0°C și 1.013 Bari (în Nm<sup>3</sup>/h);
- Concentrația de ozon la sfârșitul eșantionării punctului generator, chiar înainte de intrarea în reactor (în gNm<sup>3</sup>)



Caracteristicile produselor tratate, înainte de tratament (=martor):

- Masa (în kg):
- Activitatea apei (aw) și umiditatea (în %):
- Calitatea microbiană (microfloră naturală, contaminare artificială, timpul de atașare pe produs, starea fiziologică a microorganismelor)
- Calitatile fizice ale produsului (omogenitate, porozitate, stare fiziologica, caracteristici de suprafață, hidrofobic....)
- Debitul produsului (în kg/h):

Caracteristicile tratamentului de ozonare:

- Durata tratamentului (în min);
- Raportul dintre masa de produs și masa de apă, în cazul unui tratament apos;
- Modificarea mediului în timpul tratamentului:
  - = Concentrația de ozon la intrarea în punctul de prelevare a reactorului, în timpul tratamentului și la final (în gNm<sup>3</sup>);
  - = Modificări ale calității apei în timpul epurării și la final: pH-ul apei, temperatură, conținut de materie organică, DBO, DCO, TSS ..
  - = Modificări ale calității produselor în timpul tratamentului și la final pH, temperatură, calitate microbiană, soarta substanțelor chimice degradate....
- Numărul de repetări (de obicei n=3).