

RAPORT ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC

privind implementarea proiectului

“METODE ELECTROMAGNETICE PENTRU ÎMBUNĂȚĂȚIREA PROCEDEELOR VINICOLE”

PN-II-PT-PCCA-2013-4-2225/

170 din 01/07/2014

Etapă III /2016

REZUMAT

**ALGORITMI ȘI PROGRAME DE SOLUȚIONARE A
PROBLEMELOR DE ELECTROPLASMOLIZĂ.
ELABORARE DOCUMENTAȚIE DE EXECUȚIE A
MODELULUI FUNCȚIONAL PENTRU TRATAREA
MUSTUELII/BOSTINA PRIN ELECTROPLASMOLIZĂ.
REALIZARE ȘI EXPERIMENTARE MODEL
FUNCȚIONAL PENTRU TRATAREA
MUSTUELII/BOSTINEI PRIN
ELECTROPLASMOLIZĂ.
PACHET PROGRAME WINETECH.
DISEMINARE REZULTATE**

CUPRINS

	Pag.
Etapa III. Algoritmi și programe de soluționare a problemelor de electroplasmoliză. Elaborare documentație de execuție a modelului funcțional pentru tratarea mustuelii/bostină prin electroplasmoliză. Realizare și experimentare model funcțional pentru tratarea mustuelii/bostinei prin electroplasmoliză. Pachet programe winetech. Diseminare rezultate.....	1
Act. III.1. Analiza mustuelii/boștinei comparativ tratată-netratată pentru diferite soiuri de struguri. Stabilirea contribuției factorilor care concură la apariția fenomenului electroplasmotic pentru soiurile de struguri reprezentative.....	3
III.1.1. Introducere.....	3
III.1.2. Tratamentul PEF.....	4
III.1.3. Analize biochimice.....	4
III.1.3.1. Determinarea spectrofotometrică a conținutului în compuși polifenolici totali din must și vin.....	5
III.1.3.2. Determinarea spectrofotometrică a conținutului în flavonoide totale din must și vin.....	6
III.1.3.3. Determinarea conținutului în pigment antocianic monomeric total din must și vin.....	8
III.1.3.4. Determinarea capacității antioxidante.....	9
III.1.3.5. Determinarea acidității titrabile și a pH-ului din must și vin	11
III.1.4. Analize fizico-chimice.....	11
III.1.4.1. Analiza conținutului de substanță uscată (zaharuri) a probelor de must.....	11
III.1.4.2. Analiza spectrofotometrică UVVIS a probelor de vin.....	16
III.1.5. Evaluare senzorială.....	21
Bibliografie.....	22
Act.III.2. Algoritmi eficienți de soluționare a problemei de câmp electromagnetic în mustuală/boștină cuplate cu problema de difuzie termică.....	23
III.2.1. Stabilirea parametrilor fizici ai boștinei.....	24
III.2.2. Soluționarea problemei de difuzie termică.....	25
Act. III.3 Elaborare documentație model funcțional.....	27
Act.III.4. Realizarea și experimentarea modelului funcțional preliminar pentru tratarea mustuelii/bostină prin electroplasmoliză.....	31
Act.III.5. Stabilire flux tehnologic pentru soiurile de struguri care se pretează cel mai bine la tratarea prin electroplasmoliză.....	34
III.5.1. Vinificarea strugurilor din soiul Pinot Noir.....	34
III.5.2. Vinificarea strugurilor din soiul Merlot.....	35
Act. III.6 Testare și definitivare Pachet programe WINETECH de soluționare a câmpului electromagnetic.....	35
Act. III.7 Elaborare documentație sursă de tensiune pentru model funcțional.....	38
Concluzii.....	42
Act. III.8 Diseminarea rezultatelor.....	43

ACTIVITATEA III.1. Analiza mustuielii/boștinei comparativ tratată-netratată pentru diferite soiuri de struguri. Stabilirea contribuției factorilor care concură la apariția fenomenului electroplasmotic pentru soiurile de struguri reprezentative

III.1.1. Introducere

Industria vinicolă, pentru a deveni competitivă trebuie să dezvolte și să implementeze noi procese tehnologice, care să permită îmbunătățirea calității senzoriale a produselor obținute. Prin urmare, este deosebit de important de a explora noi tehnologii care permit optimizarea proceselor și îmbunătățirea calității produsului final.

Utilizarea câmpului electric pulsatoriu (PEF) este considerată o metodă nontermică, utilă pentru inactivarea unor microorganisme în alimente [1]. În plus, prin această metodă se obține o îmbunătățire a transferului de masă prin electroporație a membranelor citoplasmice [2], [3]. Alte aplicații ale acestei tehnologii au fost utilizate pentru extragerea unor compuși polifenolici din tescovina de struguri [4], [5]. Aceste studii au arătat că aplicarea câmpului electric pulsatoriu (PEF), îmbunătățește extracția compușilor fenolici din tescovina de struguri, s-au constatat diferențe între acești compuși în funcție de soiul de struguri testat [6].

Sensibilitatea microorganismelor la procesarea în câmp electric pulsatoriu (PEF) depinde de caracteristicile celulelor, cum ar fi structura și mărimea acestora [7]. În plus factori precum: pH-ul produsului, prezența apei, conductivitatea electrică pot influența eficiența acestei tehnologii asupra unor reacții biochimice care contribuie la inactivarea microorganismelor [8].

Deși mecanismele care stau la baza procesării în câmp electric pulsatoriu (PEF) nu sunt încă pe deplin explicate pe bază moleculară, rezultatele obținute arată schimbări importante în ceea ce privește permeabilitatea membranei celulelor [9]. Acest efect poate contribui la inactivarea microorganismelor și la transferul de masă în procesul de extracție și uscare.

Dintre compușii bioactivi responsabili de culoarea strugurilor, antocianii sunt prezenți în pielea strugurilor. Există o legătură strânsă între culoarea externă a bobului de strugure și profilul antocianic.

Tehnica microscopică convențională (light microscopy) a fost folosită pentru a evidenția modificările structurale apărute în urma aplicării tratamentului PEF mustuielii de struguri. S-au realizat secțiuni subțiri transversale care au fost plasate pe lamelă și vizualizate cu ajutorul microscopului Hund Wetzlar (**Figura III.1.1.a.** și **Figura III.1.1.b.**).

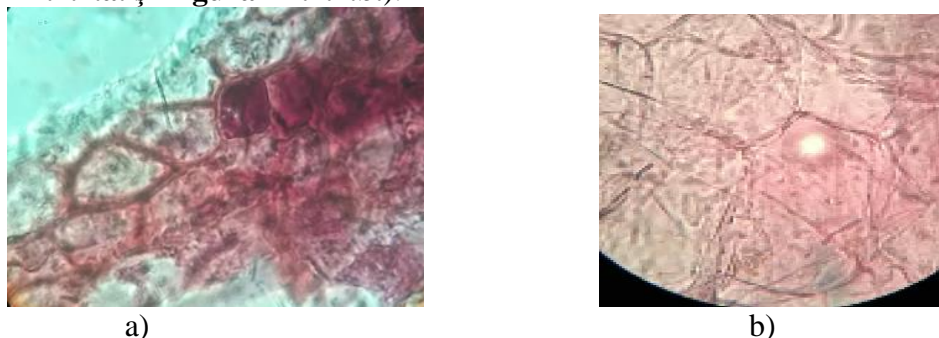


Figura III.1.1. Secțiuni transversale a pielei de struguri martor (netratată) (a) și tratată PEF (b)

Analiza microscopică pune în evidență prezența stratului epidermei, a cărei celule prezintă o formă rectangulară, observându-se și prezența vacuolelor care conțin taninuri și antociani (**Figura III.1.1.a.**). În urma aplicării tratamentului PEF, se observă plasmoliza celulelor subepidermale, iar pigmentii antocianici nu mai sunt izolați de membranele vacuolelor fiind eliberați în mediu (**Figura III.1.1.b.**).

III. 1.2. Tratamentul PEF

Obiectivul nostru a fost de a evalua conținutul în compuși bioactivi cu capacitate antioxidantă, evoluția culorii și a proprietăților organoleptice a musturilor și vinurilor obținute de la 2 varietăți de struguri (**Pint-Noir, Merlot**) recoltați din podgoria Crișana-Sântimreu, din producția anului 2016, în timpul etapei de coacere optimă având indicele Brix 23 și aciditatea totală: 5,8 g/l. După desciorchinare și

concasarea strugurilor, probele au fost tratate în câmp electric pulsatoriu (PEF) și apoi comparate cu probele netratate.

Am procesat o cantitate de 55 kg din fiecare soi de struguri, această cantitate a fost împărțită astfel:

Soiul de struguri Pinot-Noir:

- 5 kg proba martor **PN_M**;
- 10 kg, proba 1_Tratament PEF, distanța între vârfurile tamburilor **7 mm**, U = 7 kV, frecvență f= 178 Hz, **PN_PEF_11**;
- 10 kg, proba 2_Tratament PEF, distanța între vârfurile tamburilor **7 mm**, U = 8 kV, frecvență f= 344 Hz, **PN_PEF_12**;
- 10 kg, proba 3_Tratament PEF, distanța între vârfurile tamburilor și goluri **2,5 mm**, U = 7 kV, frecvență f= 178 Hz, **PN_PEF_13**;
- 10 kg, proba 4_Tratament PEF, distanța între vârfurile tamburilor și goluri **2,5 mm**, U = 8 kV, frecvență f= 344 Hz, **PN_PEF_14**;
- 10 kg, proba 5_Mustuiala centrifugată_Tratament PEF, distanța între vârfurile tamburilor și goluri **2,5 mm**, U = 8 kV, frecvență f= 344 Hz, **PN_PEF_15**;

Soiul de struguri Merlot:

- 5 kg proba martor **MT_M**
- 10 kg, proba 1_Tratament PEF, distanța între vârfurile tamburilor **7 mm**, U = 7 kV, frecvență f= 178 Hz, **MT_PEF_21**;
- 10 kg, proba 2_Tratament PEF, distanța între vârfurile tamburilor **7 mm**, U = 8 kV, frecvență f= 344 Hz, **MT_PEF_22**;
- 10 kg, proba 3_Tratament PEF, distanța între vârfurile tamburilor și goluri **2,5 mm**, U = 7 kV, frecvență f= 178 Hz, **MT_PEF_23**;
- 10 kg, proba 4_Tratament PEF, distanța între vârfurile tamburilor și goluri **2,5 mm**, U = 8 kV, frecvență f= 344 Hz, **MT_PEF_24**;
- 10 kg, proba 5_Mustuiala centrifugată_Tratament PEF, distanța între vârfurile tamburilor și goluri **2,5 mm**, U = 8 kV, frecvență f= 344 Hz, **MT_PEF_25**;

După tratamentul PEF probele de struguri au fost depuse pentru fermentare în vase de sticlă. Fermentațiile au fost efectuate de drojdii selectate de Lallemand. Durata procesului de fermentare a fost 11 zile pentru probele tratate și 14 zile pentru probele netratate. Durata de fermentare a fost decisă în funcție de concentrația de polifenoli extrasă în timpul procesului de vinificare, fiind monitorizată zilnic. Temperatura de fermentație a fost menținută la 18...20 °C.

III.1.3. Analize biochimice

Compușii fenolici au un rol foarte important în calitatea vinurilor roșii, datorită contribuției lor senzoriale în principal, de culoare, astringență și amărăciune [10], [11]. Structura chimică a polifenolilor le permite acestora să acționeze ca antioxidanți, neutralizanți ca și radicali liberi. Ca o consecință, polifenolii din vin au fost studiați extensiv în ceea ce privește rolul pozitiv al acestora în sănătatea omului, din cauza substanțelor antioxidante și anti-inflamatorii [12].

Polifenolii din struguri sunt metaboliți secundari, care din punct de vedere chimic prezintă o mare diversitate, fiind reprezentați fie de molecule simple (cu un singur inel aromatic), fie complexe de tipul oligomerilor și polimerilor. Compușii fenolici sunt clasificați în 2 grupuri: un grup reprezentat de flavonoide, care conțin un schelet pe bază de C6-C3-C6 și un grup, numit non flavonoide [13].

Flavonoidele sunt polifenolii mai abundenți, care conțin două sau mai multe inele aromatice conectate la cel puțin o grupă hidroxil aromatică și o punte de carbon. Recent, acești compuși au făcut obiectul multor studii deoarece acestea sunt identificate cu beneficii pentru sănătate, variind de la prevenirea cariilor la cancer. O mare parte au spus despre funcționalitatea acestor compuși care au proprietăți anti-cancerigene, anti-aterogenă, anti-trombotice, anti-microbiene și efecte analgezice vas dilatator [14], [15]. Unele studii cu privire la funcționalitatea acestor compuși se referă la prezența lor în vinurile care dețin cantități mari de substanțe antioxidante, flavanoizi ca radicalii liberi [16]. Cu toate că flavonoide sunt incolor sau ușor gălbui, acestea au un rol important în întărirea și stabilizarea culorii vinurilor roșii. Acestea contribuie la caracteristicile senzoriale cum ar fi gustul, astringență și asprimea vinului, în plus față de păstrarea băuturilor și proprietăți de reținere a vinului în procesul de îmbătrânire. Cei mai mulți fenolii sunt sub formă de taninuri (molecule care permit conservarea vinului prin absorbția

oxigenului) sau derivați flavonoizi precum flavan-3-oli și flavan-3,4-diolii care pot polimeriza taninuri [17], [18].

Antocianii sunt cei mai importanți pigmenți ai plantelor vasculare, sunt specifici varietăților de struguri roșii, fiind localizați în pielea strugurilor.

Datorită numeroaselor proprietăți biologice ale compușilor bioactivi din struguri este de dorit ca aceștia să se găsească în cantitate cât mai mare în produsul finit, suc sau vin, precum și în produse secundare. Astfel, numeroase metode au fost propuse, cum ar fi ultrasunetele, microundele, câmpul electric pulsatoriu (PEF), descărcarea electrică de tensiune (HVED). Aplicarea câmpului electric pulsatoriu (PEF) diferitelor matrici vegetale are la bază, mecanismul de electroporare, care determină ruperea membranelor celulare, facilitând astfel eliberarea conținutului intracelular. Cercetările întreprinse în acest sens au demonstrat că PEF îmbunătățește transferul de masă în cazul extracției diferiților compuși, din diferite matrici vegetale ca de exemplu, sfeclă [19].

Extractibilitatea pigmentului de culoare roșie a fost investigată și la sfecla roșie, folosind tratamentul cu impulsuri de câmp electric (PEF), asupra țesutului într-un proces de extracție solid-lichid. S-a constatat că produsul obținut în urma tratării cu PEF are cel mai mare grad de extracție [20].

III.1.3.1. Determinarea spectrofotometrică a conținutului în compuși polifenolici totali din must și vin

Determinarea conținutului în polifenoli totali (TPh) s-a realizat utilizând metoda Folin – Ciocăltău. Curba de calibrare s-a realizat cu ajutorul acidului galic (0-0,5 mg/ml), coeficientul de corelație fiind $R^2 = 0,981$, iar ecuația de regresie, $y=12,01x+0,001$ (**Figura III.1.2.**). Cantitatea de compuși fenolici totali a fost exprimată în mg echivalenți acid galic (GAE)/L probă.

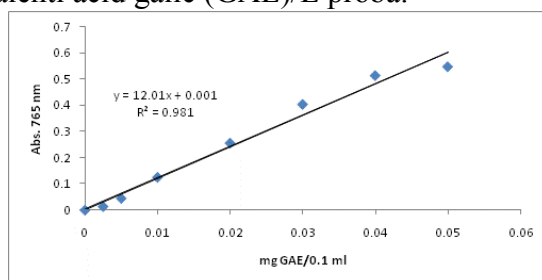


Figura III.1.2. Curba de calibrare cu acid galic pentru determinarea compușilor polifenolici totali prin metoda Folin-Ciocalteu

Au fost investigați în urma tratamentului cu PEF două varietăți de struguri, Pinot Noir și Merlot din punct de vedere al conținutului în TPH. În funcție de condițiile experimentale utilizate la aplicarea câmpului electric pulsatoriu a rezultat câte 5 variante experimentale pentru fiecare varietate de struguri. După tratamentul cu PEF, probele au fost lăsate la macerat în scopul extragerii compușilor bioactivi care sunt prezenți predominant în pielea strugurilor. O etapă în fluxul tehnologic de obținere a vinurilor este formarea mustului. Rezultatele cu privire la conținutul în compuși polifenolici totali din mustul provenit de la strugurii tratați cu PEF sunt prezentați în **Figura III.1.3** (**Figura III.1.3.a_mustul Pinot Noir;** **Figura III.1.3.b_mustul Merlot**). Pentru fiecare varietate de struguri s-a folosit un lot care nu a fost supus tratamentului cu PEF, acest lot reprezentând controlul (martorul) față de care s-au raportat rezultatele obținute.

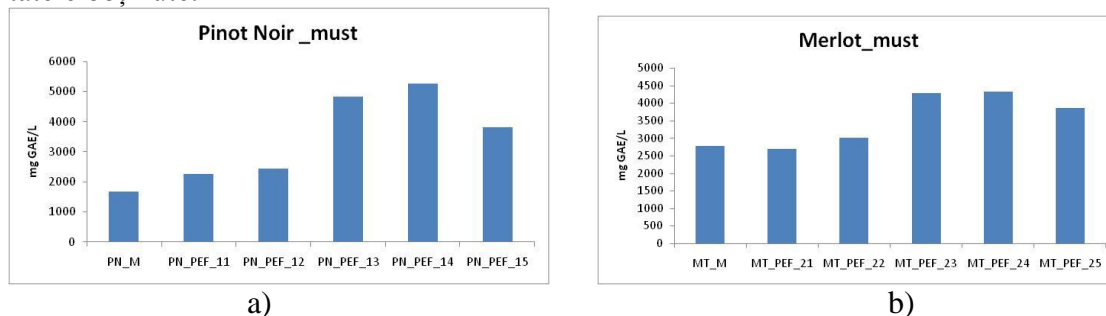


Figura III.1.3. Conținutul în compuși polifenolici totali din mustul provenit de la strugurii Pinot Noir (a) și Merlot (b) netratate (PN_M și MT_M) și tratate cu PEF

Dintre cele 2 varietăți de struguri luați în studiu, cea mai mare cantitate în compuși de polifenoli totali s-a obținut în cazul mustului Merlot (2784, 35 mg GAE/L). Mustul provenit de la strugurii Pinot Noir a înregistrat o valoare de 1674,022 mg GAE/L. Tratatul cu PEF a mustului de struguri (format din pielețe, sâmburi și pulpă) a avut ca rezultat o extracție mai bună a compușilor polifenolici, cel mai bine fiind extrași polifenolii din strugurii Pinot Noir. Astfel, în cazul probelor PN_PEF_11 și PN_PEF_12 s-a obținut o creștere a TPh de 34,67%, respectiv 46,21% comparativ cu martorul. În schimb, micșorarea distanțelor dintre tamburi (2,5 mm) a avut ca rezultat o extracție mult mai mare a acestor compuși bioactivi. Astfel, în cazul probelor PN_PEF_13 și PN_PEF_14, creșterea compușilor bioactivi a fost de 188,39%, respectiv 213,73%. Introducerea unei etape de centrifugare înainte de tratamentul cu PEF a avut ca rezultat o creștere de 128,45% (PN_PEF_15) comparativ cu martorul.

Tratatul cu PEF în cazul strugurilor Merlot a avut ca rezultat creșterea concentrației în compuși polifenolici totali, cu excepția probei MT_PEF_21 unde s-a înregistrat o scădere de 3,44% față de martor. Modificarea parametrilor la $U = 8$ kV, frecvență $f = 344$ Hz (MT_PEF_22), a avut ca rezultat o creștere de 8,19% de compuși polifenolici față de martor. Micșorarea distanțelor dintre tamburi, a avut ca rezultat o extracție mai bună în compuși bioactivi, de 53,75% și 55,05% în cazul probelor MT_PEF_23 respectiv MT_PEF_24. Introducerea etapei de centrifugare, a dus la o creștere de 38,562% de TPh (MT_PEF_24).

Rezultatele cu privire la conținutul în compuși polifenolici totali din cele 5 probe de vin obținute de la fiecare varietate de struguri utilizată sunt prezentate în **Figura III.1.4.a vin Pinot Noir; Figura III.1.4.b vin Merlot**.

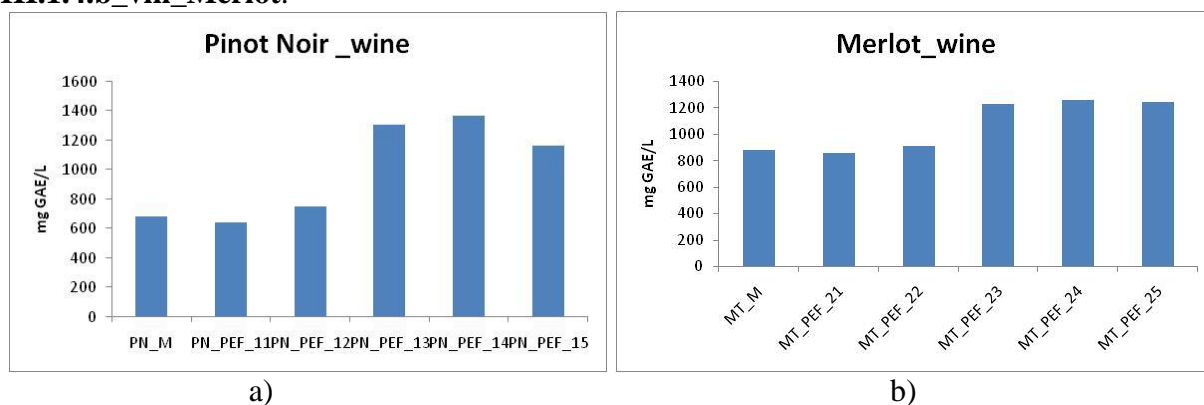


Figura III.1.4. Conținutul în compuși polifenolici totali din vinul provenit de la strugurii Pinot Noir (a) și Merlot (b), netratate (PN_M și MT_M) și tratate cu PEF

În urma procesului de fermentare, compuși polifenolici se regăsesc în vinuri în cantitate mai mică comparativ cu mustul, de aproximativ 3 ori mai puțin. În schimb, în cazul probelor de vin se respectă aceeași ordine cu privire la cantitatea în compuși polifenolici care s-au determinat ca și în cazul mustului. În ordine descrescătoare în cazul vinului Pinot Noir se găsesc probele: PN_PEF_14 > PN_PEF_13 > PN_PEF_15 > PN_PEF_12 > PN_M > PN_PEF_12. În cazul vinului Merlot, în ordine descrescătoare sunt următoarele probe: MT_PEF_24 > MT_PEF_25 > MT_PEF_23 > MT_PEF_22 > MT_M > MT_PEF_21.

III.1.3.2. Determinarea spectrofotometrică a conținutului în flavonoide totale din must și vin

Determinarea flavonoidelor totale s-a realizat prin metoda colorimetrică utilizând $AlCl_3$. Etapele parcurse pentru determinarea conținutului total de flavonoide au fost următoarele: într-un balon cotat de 10 ml s-a introdus 1 ml probă, 2 ml apă distilată și 3 ml $NaNO_2$ (5%). Probele au fost lăsate în repaus pentru 5 minute după care s-a adăugat 0,3 ml $AlCl_3$ (10%), și din nou s-au menținut probele în repaus de 6 minute. În final s-a adăugat 2 ml $NaOH$ 1M, s-a completat până la semn balonul cotat iar după exact 15 minute, s-a citit absorbanta la 595 nm. Curba de calibrare (**Figura III.1.5.**) s-a realizat cu catechină, ca și standard, realizându-se diluții în intervalul de 0-500 ppm, rezultatele fiind exprimate sub formă de mg catechin echivalent (CE)/L probă.

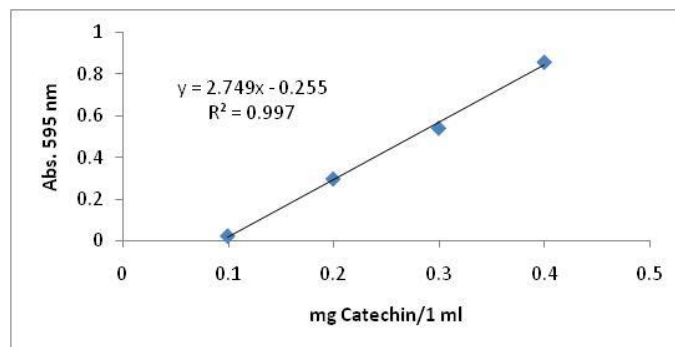


Figura III.1.5. Curba de calibrare cu catechină pentru determinarea flavonoidelor totale
 Rezultatele cu privire la conținutul în flavonoide totale din mustul provenit de la strugurii Pinot Noir și Merlot sunt prezentate în **Figura III.1.6.a.** și **Figura III.1.6.b.**

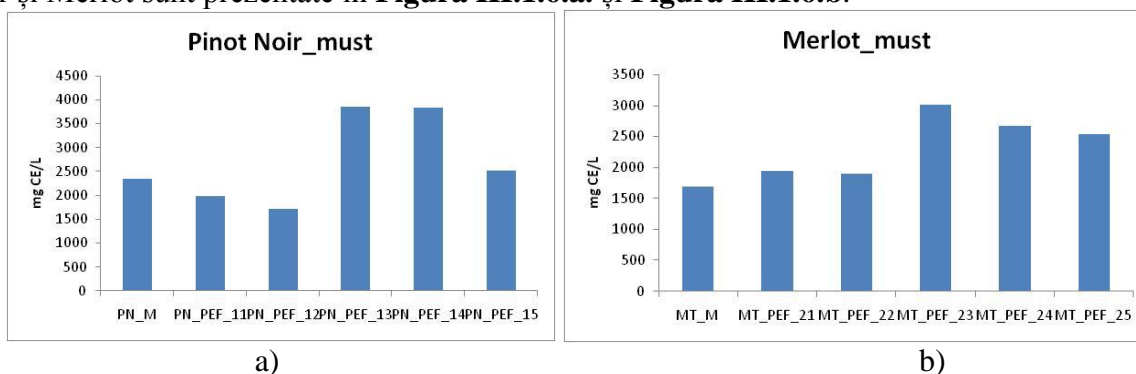


Figura III.1.6. Conținutul în flavonoide totale (mg CE/L) din mustul provenit de la strugurii Pinot Noir (a) și Merlot (b), netratate (PN_M și MT_M) și tratate cu PEF

Mustul provenit de la strugurii Pinot Noir a prezentat cea mai mare cantitate în flavonoide totale (2339.032 mg CE/L) comparativ cu mustul Merlot (1690.251 mg CE/L). În cazul mustului Pinot Noir, tratamentul cu PEF a avut ca rezultat o scădere a acestor compuși cu 15,19%, respectiv 26,63% pentru probele PN_PEF_11, respectiv PN_PEF_12. Micșorarea distanțelor dintre tamburi de la 7 mm la 2,5 mm, a avut ca rezultat o extracție mult mai eficientă a flavonoidelor, conținutul în acești compuși fiind crescut cu 64,53% și 63,86% în probele PN_PEF_13, respectiv PN_PEF_14, comparativ cu martorul (PN_M). Introducerea etapei de centrifugare, înainte de tratamentul cu PEF a avut ca rezultat o creștere de 7,29% (PN_PEF_15) comparativ cu martorul.

În schimb, tratamentul cu PEF a mustuielii provenite de la strugurii Merlot a avut ca rezultat o creștere în compuși flavonoidici în cazul tuturor probelor. Astfel, la probele în care distanța dintre tamburi a fost de 7 mm, s-a obținut o creștere de 14,79% și 12,15% pentru MT_PEF_21, respectiv MT_PEF_22. Micșorarea distanței dintre tamburi a avut ca rezultat o extragere în flavonoide mult mai bună, de 78,24% și 57,66% (MT_PEF_23, respectiv MT_PEF_24). Introducerea etapei de centrifugare, înainte de tratamentul PEF a avut ca rezultat o creștere a concentrației de flavonoide de 50,44% (MT_PEF_25) comparativ cu martorul.

Rezultatele cu privire la concentrația de flavonoide totale din vinurile obținute sunt prezentate în **Figura III.1.7.a.** și **Figura III.1.7.b.**

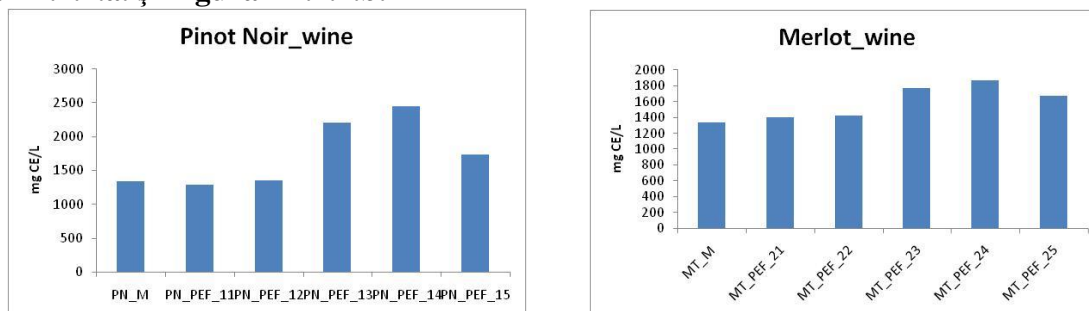


Figura III.1.7. Conținutul în flavonoide totale (mg CE/L) din vinul provenit de la strugurii Pinot Noir (a) și Merlot (b), netratate (PN_M și MT_M) și tratate cu PEF

Conținutul în flavonoide totale din vinuri se regădesc în cantitate mai mică decât în must, cu aproximativ 1,5 ori mai puțin. Cantitatea cea mai mare de flavonoide, din vinurile Pinot Noir se găsește în proba PN_PEF_14 (2455.074573 mg CE/L) , iar dintre vinurile Merlot în proba MT_PEF_24 (1873.226628 mg CE/L).

III.1.3.3. Determinarea conținutului în pigment antocianic monomeric total din must și vin

Metoda de determinare a conținutului în pigment antocianic monomeric total se bazează pe proprietatea antocianilor de a-și schimba culoarea în funcție de pH. Conținutul total de antociani monomerici (echivalenți cianidin 3-glucozida/L probă) a fost calculat conform relației (1), și sunt prezentate în **Figura III.1.8.a.** și **Figura III.1.8.b.**

$$\text{Conținutul de antociani (mg/L)} = (A \times MW \times DF \times 1000) / \epsilon \times L \quad (3.1)$$

unde: A = (A520 nm pH 1.0-A700 nm pH 1,0) - (A520 pH 4.5 nm - A700 nm pH 4,5), Masa moleculară a cianidin 3-glucozida (449.2); DF = factorul de diluție; ϵ = absorbivitatea molară a cianidin 3-glucozida în soluție apoasă acidă (26,900 M-1cm-1); L = drumul optic (1 cm).

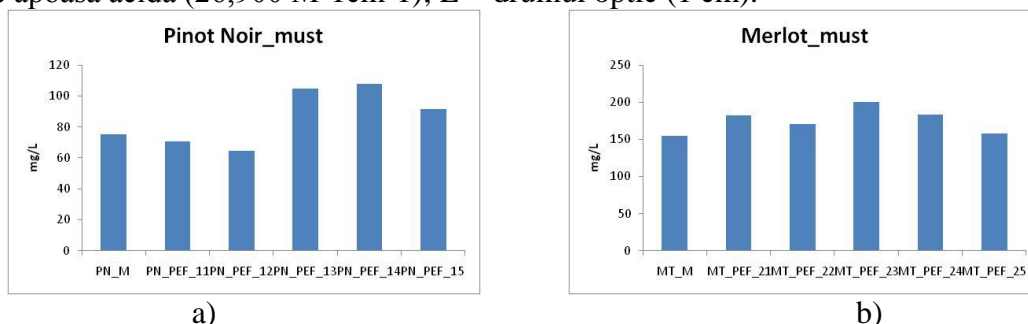


Figura III.1.8. Conținutul în pigment antocianic monomeric total din mustul obținut din strugurii Pinot Noir (a) și Merlot (b) netratate (PN_M și MT_M) și tratate cu PEF

Dintre cele 2 varietăți de struguri, cea mai mare cantitate în pigmenți antocianici a prezentat-o mustul Merlot, de 155,09 mg/L, în timp ce în mustul Pinot Noir conține doar 75,35 mg/L. În cazul probelor PN_PEF_11 și PN_PEF_12, s-a observat o scădere a pigmenților antocianici în urma tratamentului PEF cu 6,32%, respectiv 14,30%. În schimb în urma tratamentului PEF, cu distanța între tamburi de 2,5 mm, se observă o creștere în pigmenți antocianici de 39,28% și 43,27% în cazul probelor PN_PEF_13, respectiv PN_PEF_14. Aplicarea centrifugării înaintea aplicării tratamentului PEF a avut ca rezultat o creștere în pigment antocianic de 21,22% comparativ cu martorul (PN_PEF_15).

În cazul tratamentului PEF la strugurii Merlot, s-a înregistrat la toate variantele experimentale creșteri în pigmentul antocianic. Astfel, în cazul variantelor în care distanța dintre tamburi a fost de 7 mm, s-au observat creșteri de 17,52% și 9,93% (MT_PEF_21, respectiv MT_PEF_22). Aproximarea distanței dintre tamburi (2,5 mm) a avut ca rezultat o extracție mult mai mare de pigmenți antocianici, de 29,34% și 18,36% (MT_PEF_23, respectiv MT_PEF_24) comparativ cu martorul. Varianta experimentală în care s-a introdus centrifugarea înaintea aplicării PEF, a dus la o creștere de pigmenți antocianici de 1,83% comparativ cu martorul (MT_PEF_25).

Rezultatele cu privire la conținutul în pigmenți antocianici din vin sunt prezentate în **Figura III.1.9.a.** și **Figura III.1.9.b.**

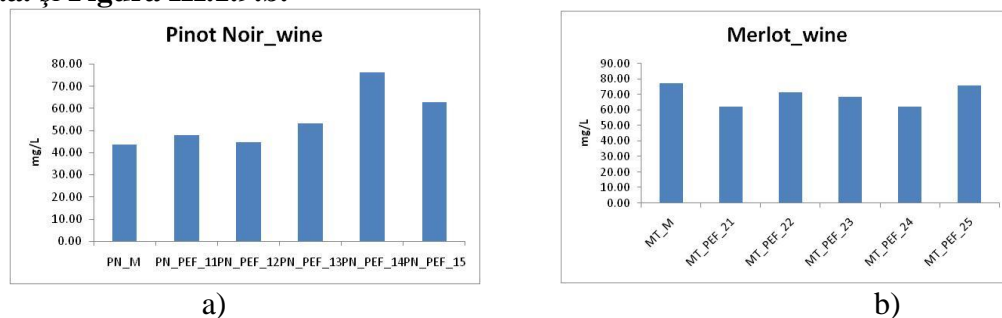


Figura III.1.9. Conținutului în pigment antocianic monomeric total din vinul obținut din strugurii Pinot Noir (a) și Merlot (b) netratate sau tratate în PEF

Cantitatea în pigmentul antocianic monomeric scade în vin comparativ cu cel din must, cu aproximativ de 1,6 ori în cazul vinului Pinot Noir și de 2,54 ori în cazul vinului Merlot.

III.1.3.4. Determinarea capacității antioxidante

III.1.3.4.1. Metoda DPPH (Diphenylpicrylhydrazil Radical Scavenging Capacity)

Metoda DPPH este o metodă spectrofotometrică, larg utilizată pentru a testa abilitatea compușilor de a îndepărta radicalii liberi sau capacitatea lor de a dona hidrogen. Este utilizată pentru cuantificarea antioxidantilor în sisteme biologice complexe. Protocolul de lucru folosit a fost conform metodei descrise de **Brand-Williams și colab., (1995)**. Rezultatele au fost exprimate în mmol TE/L, pe baza curbei de calibrare utilizând Trolox-ul ca și standard ($R^2 = 0,954$; $y = 377,8x + 9,454$) (**Figura III.1.10**).

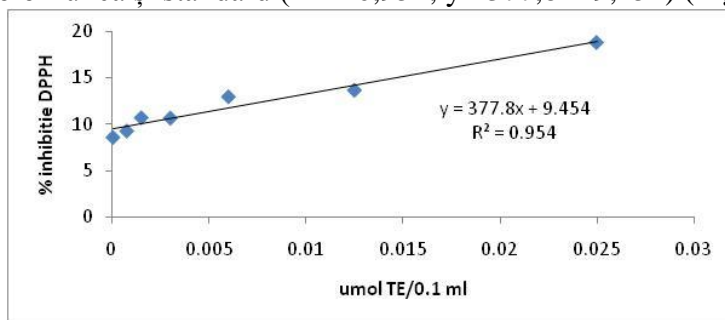


Figura III.1.10. Curba de calibrare față de Trolox realizată prin metoda DPPH

Capacitatea antioxidantă a mustului provenit de la cele 2 varietăți de struguri este reprezentată în **Figura III.1.11.a** și **Figura III.1.11.b**.

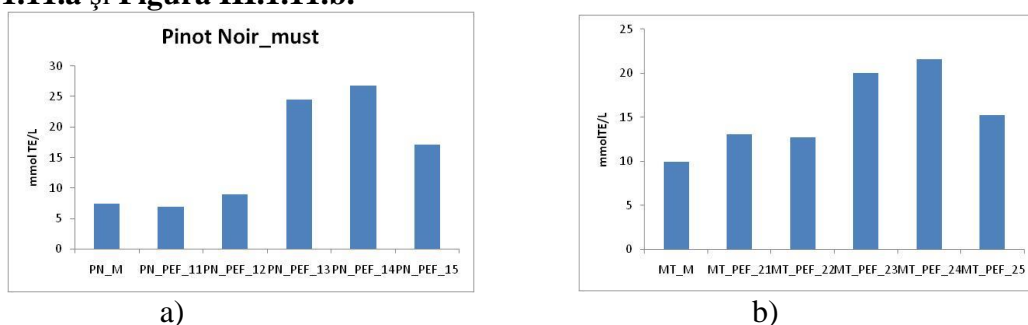


Figura III.1.11. Capacitatea antioxidantă a mustului provenit de la strugurii Pinot Noir (a) și Merlot (b) netratate (PN_M și MT_M) și tratate cu PEF

Cea mai bună capacitate antioxidantă s-a obținut în cazul mustului la care s-a utilizat tratamentul PEF cu distanța dintre tamburi de 2,5 mm. Astfel în cazul mustului Pinot Noir, s-a obținut o valoare de 24,53 mmolTE/L și 26,86 mmol TE/L (PN_PEF_13, respectiv PN_PEF_14). În cazul mustului Merlot s-au obținut valorile de 20,04 mmol TE/L și 21,60 mmol TE/L, pentru MT_PEF_23, respectiv MT_PEF_24.

În **Tabelul III.1.** se prezintă capacitatea antioxidantă a vinului provenit de la strugurii Pinot Noir (a) și Merlot (b) pentru probe netratate (PN_M și MT_M) și tratate cu PEF.

Tabelul III.1.1

Capacitatea antioxidantă a vinului provenit de la strugurii Pinot Noir și Merlot pentru probe netratate (PN_M și MT_M) și tratate cu PEF

Pinot Noir_vin	mmolTE/L	Merlot_vin	mmolTE/L
PN_M	0.027930068	MT_M	0.040685401
PN_PEF_11	0.0262765	MT_PEF_21	0.041302166
PN_PEF_12	0.028062991	MT_PEF_22	0.036995446
PN_PEF_13	0.086666277	MT_PEF_23	0.081099443
PN_PEF_14	0.104908689	MT_PEF_24	0.066265187
PN_PEF_15	0.061634135	MT_PEF_25	0.067764564

Datorită faptului că în vin se regăsesc compușii bioactivi în cantitate mult mai mică decât în must, și capacitatea antioxidantă a vinului este mai scăzută decât a mustului. În literatura de specialitate s-a

demonstrat o corelație directă între conținutul în polifenoli, flavonoide și capacitatea antioxidantă a probelor.

III.1.3.4.2. Metoda FRAP (*Ferric Reducin Antioxidant Power*)

Metoda FRAP este o metodă simplă spectrofotometrică care testează puterea antioxidantă a probelor luate în studiu și se bazează pe reducerea complexului tripiridiltriiazina ferică (Fe(III)-TPTZ) la complexul tripiridiltriiazina feroasă ((Fe(II)-TPTZ) de către un reductant la pH acid. Soluția FRAP de lucru se prepară proaspătă prin amestecarea a 50 ml tampon acetat 300 mM cu 5 ml soluție $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ și 5 ml TPTZ. Probele de must (100 μl) au fost lăsate să reacționeze cu 500 μl soluție FRAP și 2 ml apă distilată pentru o oră, la întuneric, după care citirile la spectrofotometru s-au realizat la 595 nm. Ca și standard s-a folosit Trolox, curba standard s-a realizat între concentrații cuprinse între 15 și 250 mM, având un coeficient de corelație $R^2 = 0,865$ (Figura III.1.12). Rezultatele au fost exprimate în mmol echivalenți Trolox (TE)/L probă. Rezultatele obținute sunt prezentate în Figura III.1.13.a. și Figura III.1.13.b.

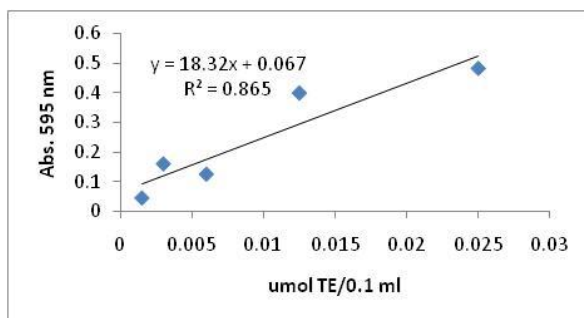


Figura III.1.12. Curba de calibrare față de Trolox determinată prin metoda FRAP

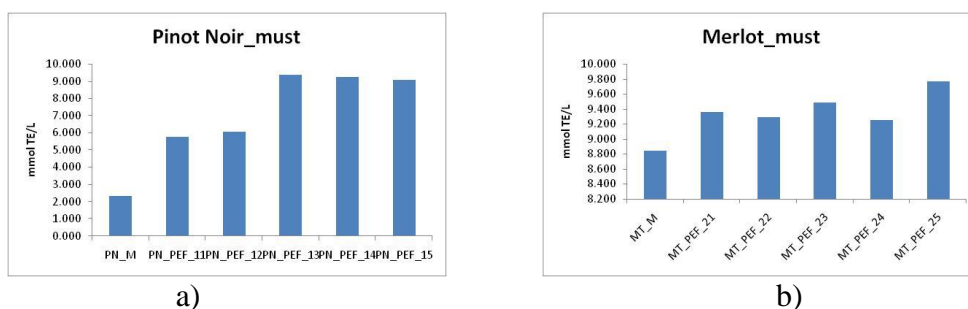


Figura III.1.13. Capacitatea antioxidantă determinată prin metoda FRAP a probelor de must Pinot Noir (a) și Merlot (b), netratate (PN_M și MT_M) și tratate cu PEF

Tratamentul cu PEF a strugurilor a avut ca rezultat creșterea capacității antioxidantă a mustului în cazul tuturor variantelor experimentale luate în studiu. Cele mai bune rezultate obținându-se în cazul tratamentului în care distanța dintre tamburi a fost de 2,5 mm. În cazul mustului Pinot Noir, s-au înregistrat valori de 9,382 mmol TE/L și 9,258 mmol TE/L pentru variantele experimentale PN_PEF_13, respectiv PN_PEF_14. În cazul mustului Merlot valorile înregistrate au fost de 9,487 mmol TE/L și 9,250 mmol TE/L pentru probele MT_PEF_23, respectiv MT_PEF_24. Probele de must care nu au fost tratate cu PEF au prezentat o capacitate antioxidantă de 2,346 mmol TE/L în cazul probei PN_M și de 8,842 mmol TE/L în cazul probei MT_M. Rezultatele cu privire la capacitatea antioxidantă din vinuri determinată prin metoda FRAP sunt prezentate în Tabelul III.2.

Tabelul III.1.2

Capacitatea antioxidantă determinată prin metoda FRAP a probelor de vin Pinot Noir și Merlot netratate (PN_M și MT_M) și tratate cu PEF

Pinot Noir_vin	mmolTE/L	Merlot_vin	mmolTE/L
PN_M	7.238163093	MT_M	8.585400609
PN_PEF_11	7.229742859	MT_PEF_21	8.781656843
PN_PEF_12	7.581125721	MT_PEF_22	8.816633202
PN_PEF_13	8.794287195	MT_PEF_23	8.845132457
PN_PEF_14	8.762225533	MT_PEF_24	8.865859188
PN_PEF_15	9.160891249	MT_PEF_25	8.869421595

Capacitatea antioxidantă a probelor de vin, determinată prin metoda FRAP, a înregistrat valori aproximativ egale cu cele din must, probabil că există și alți compuși în vin care contribuie la capacitatea antioxidantă a vinului.

III.1.3.5. Determinarea acidității titrabile și a pH-ului din must și vin

Aciditatea titrabilă reprezintă una din determinările cele mai importante în cazul procesării strugurilor, pentru că aceasta determină calitatea mustului și mai târziu a vinului.

Aciditatea din struguri și must este formată în principal din acizii tartric, malic și într-o proporție mai mică din acidul citric. În vin se regăsesc acizii prezenți în struguri la care se mai adaugă și acizii care se formează în urma sau în timpul fermentațiilor, cum ar fi acidul carbonic, acidul acetic, acidul propionic, acidul lactic, acidul succinic. Aciditatea probelor s-a realizat prin metodă titrimetrică, prin neutralizarea acidității probelor cu o soluție de hidroxid de sodiu 0,1M cu factor cunoscut ($F= 1,0018$). Rezultatele obținute pentru probele netratate/ tratate în câmp electric pulsatoriu (PEF) pentru must și vin sunt prezentate în **Tabelul III.1.3**.

Tabelul III.1.3

Soiul de struguri Pinot Noir	must	Vin	Soiul de struguri Merlot	must	Vin
	g/L	g/L		g/L	g/L
PN_M	5.993625	5.88465	MT_M	7.355813	7.355813
PN_PEF_11	5.721188	6.1570875	MT_PEF_21	5.993625	7.519275
PN_PEF_12	6.5385	6.0481125	MT_PEF_22	6.5385	6.75645
PN_PEF_13	5.721188	6.211575	MT_PEF_23	7.355813	6.484013
PN_PEF_14	5.993625	6.4840125	MT_PEF_24	6.5385	6.865425
PN_PEF_15	5.721188	6.5385	MT_PEF_25	6.5385	6.701963

Proprietățile gustative ale vinului, limpiditatea, culoarea vinurilor roșii și condițiile de dezvoltare a microorganismelor utile dar și patogene ale vinului sunt influențate în mod direct de pH. Rezultatele cu privire la pH-ul obținut pentru probele netratate/ tratate în câmp electric pulsatoriu (PEF) pentru must și vin sunt prezentate în **Tabelul III.1.4** și **Tabelul III.1.5**.

Tabelul III.1.4

Pinot Noir_must	sd		Pinot Noir_vin	sd	
PN_M	5.695	0.011	PN_M	3.03	0.06
PN_PEF_11	5.783	0.012	PN_PEF_11	3.98	0.02
PN_PEF_12	5.755	0.014	PN_PEF_12	3.11	0.02
PN_PEF_13	5.745	0.005	PN_PEF_13	3.04	0.02
PN_PEF_14	5.755	0.011	PN_PEF_14	3.07	0.03
PN_PEF_15	5.645	0.011	PN_PEF_15	3.10	0.01

Tabelul III.1.5

Merlot_must	sd		Merlot_vin	sd	
MT_M	5.515	0.011	MT_M	3.05	0.02
MT_PEF_21	5.510	0.008	MT_PEF_21	3.14	0.02
MT_PEF_22	5.505	0.005	MT_PEF_22	3.14	0.02
MT_PEF_23	5.485	0.011	MT_PEF_23	3.11	0.02
MT_PEF_24	5.485	0.008	MT_PEF_24	3.14	0.01
MT_PEF_25	5.485	0.014	MT_PEF_25	3.13	0.02

III.1.4. Analize fizico-chimice

III.1.4.1. Analiza conținutului de substanță uscată (zaharuri) a probelor de must

Cantitatea de substanță uscată, în acest caz, se restrânge la cea de zaharuri. Aceasta este direct proporțională cu indicele Brix(%), care se determină cu ajutorul unui refractometru de tip Abbe. Zaharurile sunt cele care sunt transformate de către drojdiile din must în alcool. La producerea mustului indicele Brix este de valoare ridicată, iar pe parcursul timpului drojdiile se înmulțesc foarte rapid și transformă zaharurile. Ca urmare indicele Brix al mustului descrește odată cu creșterea activității drojdiilor, ajungând la o valoare asimptotică. În acel moment se poate considera că activitatea de fermentație a drojdiilor este oprită, iar în consecință vinul rezultat trebuie trecut la procesul de îmbutelire.

Aceste considerente au dus la determinarea indicelui Brix (%) pentru toate probele de must studiate, la intervalul de 24 de ore pe o durată de 8 zile. Rezultatele experimentale au fost analizate statistic: descriptiv și modelate prin regresie liniară de tip platou urmat de descreștere exponențială, rezultatele obținute sunt prezentate în **Tabelul III.1.6**. S-a impus ca parametrul X_0 ce descrie intervalul de timp al platoului să fie de valoare 2,0 zile (determinat empiric), **Figura III.1.14**.

Tabelul III.1.6.

Caracterizarea matematică a regresiei neliniare utilizate pentru analiza conținutului de substanță uscată din probele de must Pinot Noir (PN) și Merlot (MT)

Descriere	Nonlinear Curve Fit
Algoritmul iterativ de tip	Levenberg Marquardt
Model	Plateau urmat de descreștere exponențială
Număr de parametri	3
Ecuația regresiei	$if(X < X_0)$
	$Y = Y_0;$
	$else Y = Plateau + (Y_0 - Plateau) * exp(-K * (X - X_0));$

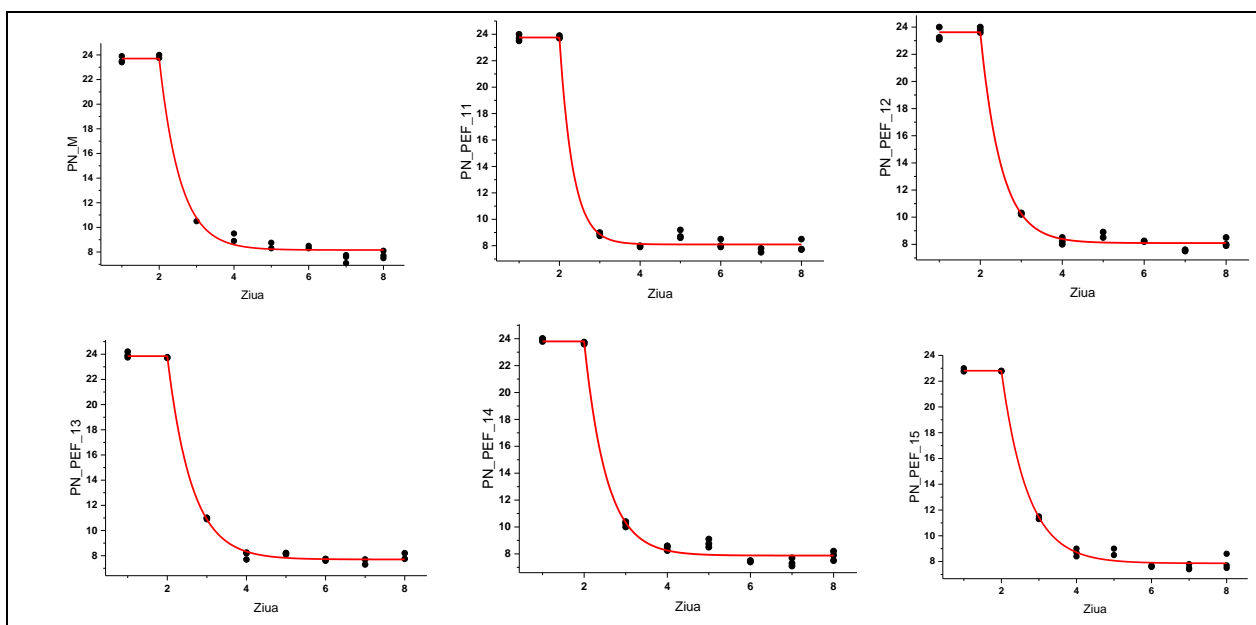


Figura III.1.14. Reprezentările grafice ale regresiilor neliniare a variabilei Brix (%), pentru probele de vin Pinot Noir netratate (PN_M) și tratate cu PEF

În **Tabelul III.1.7.**, sunt prezentate valorile parametrilor ce definesc regresia liniară pentru probele de must Pinot Noir netratate (PN_M) și tratate cu PEF.

Tabelul III.1.7.

Valorile parametrilor ce definesc regresia liniară pentru probele de must Pinot Noir netratate (PN_M) și tratate cu PEF

Proba	Parametri		
	Denumire	Valoare	Eroare std.
PN_M	Y0	23.70509	0.20379
PN_M	Plateau	8.16327	0.14064
PN_M	K	1.78681	0.12241
PN_PEF_11	Y0	23.75845	0.16793
PN_PEF_11	Plateau	8.09749	0.10847
PN_PEF_11	K	3.0067	0.34122
PN_PEF_12	Y0	23.62519	0.15169
PN_PEF_12	Plateau	8.09329	0.10276
PN_PEF_12	K	1.97361	0.11034
PN_PEF_13	Y0	23.84812	0.11203
PN_PEF_13	Plateau	7.70432	0.07901
PN_PEF_13	K	1.62236	0.05465

PN_PEF_14	Y0	23.80339	0.18948
PN_PEF_14	Plateau	7.87685	0.12959
PN_PEF_14	K	1.87095	0.12106
PN_PEF_15	Y0	22.81087	0.14955
PN_PEF_15	Plateau	7.86269	0.10923
PN_PEF_15	K	1.42993	0.06435

În **Tabelul III.1.8.** sunt prezentate rezultatele testelor statistice descriptive ale parametrilor regresiiilor liniare pentru probele de must Pinot Noir netratate (PN_M) și tratate cu PEF.

Tabelul III.1.8.

Rezultatele testelor statistice descriptive ale parametrilor regresiiilor liniare pentru probele de must Pinot Noir netratate (PN_M) și tratate cu PEF

Statistica						
	PN_M	PN_PEF_11	PN_PEF_12	PN_PEF_13	PN_PEF_14	PN_PEF_15
N	24	24	24	24	24	24
DF	21	21	21	21	21	21
χ^2	0.24926	0.16919	0.13808	0.07534	0.21546	0.13435
R²	0.99447	0.99643	0.99695	0.99843	0.99546	0.9967

În **Tabelul III.1.9.** sunt prezentat rezultatele analizei de varianță (ANOVA) a regresiiilor liniare pentru probele de must Pinot Noir netratate (PN_M) și tratate cu PEF.

Datele numerice ale parametrilor $R^2 > 0,99$ (**Tabelul III.1.8**) și semnificația statistică de peste 95% (Prob, din **Tabelul III.1.9**) arată că regresiiile neliniare descrise în **Tabelul III.1.6** și **Tabelul III.1.7**, pentru toate probele de must Pinot Noir sunt semnificative statistic.

Rezultatele din **Tabelul III.1.7.** și **Figura III.1.14,** relevă faptul că diferențele dintre cantitatea inițială de zaharuri din toate probele de must Pinot Noir este nesemnificativ diferită, ceea ce înseamnă că se poate face o comparație directă a coeficienților ce rezultă din regresiiile neliniare.

Din punct de vedere tehnico-economic interesează doar momentul în care se atinge platoul, și care dă posibilitatea producătorilor de vin de a scurta timpul de procesare al vinului. Valorile platoului pentru probele de must PN_PEF_13, PN_PEF_14 și PN_PEF_15 sunt sensibil mai mici decât cele ale celorlalte probe, inclusiv cea martor (netratată). Diferența dintre valorile platourilor celor două grupări de probe este de 24 de ore.

În **Tabelul III.1.10,** sunt prezentate valorile parametrilor ce definesc regresia liniară pentru probele de must Merlot netratate (MT_M) și tratate cu PEF.

Tabelul III.1.9.

Rezultatele analizei de varianță (ANOVA) a regresiiilor liniare pentru probele de must Pinot Noir netratate (PN_M) și tratate cu PEF

ANOVA						
		DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob>F
PN_M	Regression	3	4745.15812	1581.71937	6345.757	<0.0001
PN_M	Residual	21	5.23438	0.24926		
PN_M	Uncorrected Total	24	4750.3925			
PN_M	Corrected Total	23	1036.5549			
PN_PEF_11	Regression	3	4608.42441	1536.14147	9079.13301	<0.0001
PN_PEF_11	Residual	21	3.55309	0.16919		
PN_PEF_11	Uncorrected Total	24	4611.9775			
PN_PEF_11	Corrected Total	23	1089.6624			
PN_PEF_12	Regression	3	4663.88788	1554.62929	11259.15493	<0.0001
PN_PEF_12	Residual	21	2.89962	0.13808		
PN_PEF_12	Uncorrected Total	24	4666.7875			
PN_PEF_12	Corrected Total	23	1041.9749			

PN_PEF_13	Regression	3	4696.09966	1565.36655	20777.35176	<0.0001
PN_PEF_13	Residual	21	1.58214	0.07534		
PN_PEF_13	Uncorrected Total	24	4697.6818			
PN_PEF_13	Corrected Total	23	1104.01753			
PN_PEF_14	Regression	3	4671.89526	1557.29842	7227.65969	<0.0001
PN_PEF_14	Residual	21	4.52474	0.21546		
PN_PEF_14	Uncorrected Total	24	4676.42			
PN_PEF_14	Corrected Total	23	1092.04958			
PN_PEF_15	Regression	3	4497.36373	1499.12124	11158.65571	<0.0001
PN_PEF_15	Residual	21	2.82127	0.13435		
PN_PEF_15	Uncorrected Total	24	4500.185			
PN_PEF_15	Corrected Total	23	935.34125			

Tabelul III.1.10

Valorile parametrilor ce definesc regresia liniară pentru probele de must Merlot netratate (MT_M) și tratate cu PEF

Proba	Parametri		
	Denumire	Valoare	Eroare std.
MT_M	Y0	23.01386	0.32149
MT_M	Plateau	8.15201	0.34883
MT_M	K	0.72897	0.065
MT_PEF_21	Y0	22.35403	0.32964
MT_PEF_21	Plateau	7.25682	0.37352
MT_PEF_21	K	0.69706	0.06352
MT_PEF_22	Y0	22.78976	0.31609
MT_PEF_22	Plateau	7.75786	0.3651
MT_PEF_22	K	0.68393	0.06038
MT_PEF_23	Y0	23.3939	0.26805
MT_PEF_23	Plateau	7.68261	0.42515
MT_PEF_23	K	0.52283	0.04257
MT_PEF_24	Y0	23.42794	0.21369
MT_PEF_24	Plateau	7.52924	0.22701
MT_PEF_24	K	0.74575	0.04109
MT_PEF_25	Y0	23.23834	0.30322
MT_PEF_25	Plateau	7.27221	0.44399
MT_PEF_25	K	0.55596	0.04858

În **Tabelul III.1.11** sunt prezentate rezultatele testelor statistice descriptive ale parametrilor regresii liniare pentru probele de must Merlot netratate (MT_M) și tratate cu PEF

Tabelul III.1.11

Rezultatele testelor statistice descriptive ale parametrilor regresii liniare pentru probele de must Merlot netratate (MT_M) și tratate cu PEF

Statistica						
	MT_M	MT_PEF_21	MT_PEF_22	MT_PEF_23	MT_PEF_24	MT_PEF_25
N	24	24	24	24	24	24
DF	21	21	21	21	21	21
χ^2	0.63033	0.66394	0.61098	0.44538	0.27822	0.56801
R^2	0.9826	0.98202	0.9832	0.98759	0.99326	0.9851

În **Tabelul III.1.12.**, sunt prezentate rezultatele analizei de varianță (ANOVA) a regresii liniare pentru probele de must Merlot netratate (MT_M) și tratate cu PEF. Datele numerice ale parametrilor $R^2 > 0,98$ (**Tabelul III.1.11**) și semnificația statistică de peste 95% (Prob, din **Tabelul III.1.12**) arată că regresiile

neliniare descrise în **Tabelul III.1.6** și **Tabelul III.1.10** pentru toate probele de must Merlot sunt semnificative statistic.

Rezultatele din tabelul **Tabelul III.1.7.** și **Figura III.1.15,** relevă faptul că diferențele dintre cantitatea inițială de zaharuri din toate probele de must Merlot este nesemnificativ diferită, ceea ce înseamnă că se poate face o comparație directă a coeficienților ce rezultă din regresiile neliniare.

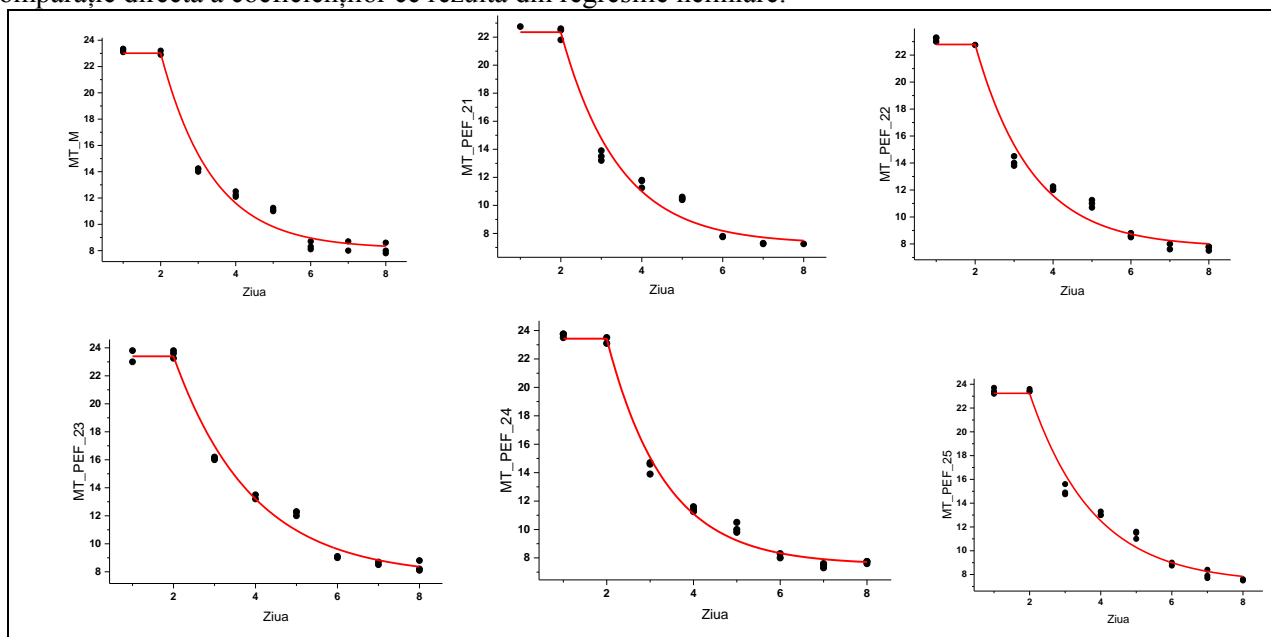


Figura III.1.15. Reprezentările grafice ale regresiilor neliniare a variabilei Brix (%), pentru probele de vin Merlot netratate (MT_M) și tratate cu PEF

Tabelul III.1.12

Rezultatele analizei de varianță (ANOVA) a regresiilor liniare pentru probele de must Merlot netratate (MT_M) și tratate cu PEF

ANOVA						
		DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob>F
MT_M	Regression	3	5243.92557	1747.97519	2773.11154	0
MT_M	Residual	21	13.23693	0.63033		
MT_M	Uncorrected Total	24	5257.1625			
MT_M	Corrected Total	23	833.0699			
MT_PEF_21	Regression	3	4813.90236	1604.63412	2416.85257	0
MT_PEF_21	Residual	21	13.94264	0.66394		
MT_PEF_21	Uncorrected Total	24	4827.845			
MT_PEF_21	Corrected Total	23	849.47			
MT_PEF_22	Regression	3	5132.09201	1710.69734	2799.92149	0
MT_PEF_22	Residual	21	12.83059	0.61098		
MT_PEF_22	Uncorrected Total	24	5144.9226			
MT_PEF_22	Corrected Total	23	836.55453			
MT_PEF_23	Regression	3	5755.33211	1918.44404	4307.47373	0
MT_PEF_23	Residual	21	9.35289	0.44538		
MT_PEF_23	Uncorrected Total	24	5764.685			
MT_PEF_23	Corrected Total	23	825.41458			
MT_PEF_24	Regression	3	5174.62005	1724.87335	6199.6475	0
MT_PEF_24	Residual	21	5.84265	0.27822		
MT_PEF_24	Uncorrected Total	24	5180.4627			
MT_PEF_24	Corrected Total	23	949.7201			
MT_PEF_25	Regression	3	5469.91921	1823.3064	3209.96936	0
MT_PEF_25	Residual	21	11.92829	0.56801		
MT_PEF_25	Uncorrected Total	24	5481.8475			
MT_PEF_25	Corrected Total	23	876.7224			

Valorile platoului pentru toate probele de must tratate sunt sensibil mai mici decât cele ale celorlalte probei martor (netratată). Diferența este de 24 de ore, timp în care producătorul de vin poate să treacă la recoltarea altui soi de vin astfel încât se pot elimina situațiile în care din cauza condițiilor atmosferice (în special ploi abundente și de durată) să fie compromisă o parte de recoltă de struguri.

III.1.4.2. Analiza spectrofotometrică UVVIS a probelor de vin

Probele de vin Pinot Noir (PN) și Merlot (MT) au fost analizate cu un spectrofotometru Shimadzu 1700 PharmaSpec UV-VIS pe domeniul lungimilor de undă 380-780 nm. Scopul analizei a fost de a determina abundența biocompunerilor de tip antociani și proprietățile cromatice ale probelor de vin studiate. Biocompunerii antocianici au domeniul de absorbție VIS între 450 nm și 600 nm, cu centrul în jurul valorii de 520 nm.

III.1.4.2.1. Determinarea abundenței biocompunerilor de tip antociani

Figura III.1.16, prezintă spectrele UVVIS pentru probele de vin Pinot Noir (PN). Proba martor netratată, este marcată prin hașurarea suprafeței dintre spectru și abscisă. Se poate observa că două dintre probele tratate cu în câmp electric pulsatoriu (PEF), PN_PEF_12 și PN_PEF_11, au absorbanțele spectrelor sub cele ale probei martor. Acest fapt denotă că fenomenul de electroplasmoliză a celulelor din cojile de struguri produce antociani, dar cu abundență nesemnificativ diferită de proba netratată.

Pentru probele PN_PEF_13, PN_PEF_14 și PN_PEF_15, electroplasmoliza (produsă în urma tratamentului în câmp electric pulsatoriu (PEF)) generează antociani cu abundență semnificativ diferită față de proba martor, netratată.

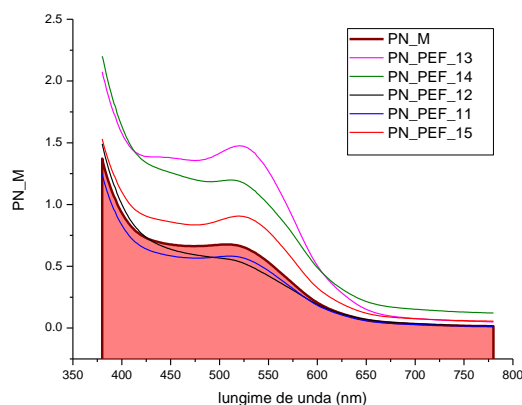


Figura III.1.16. Spectrele UVVIS de absorbție ale probelor de vin Pinot Noir (PN) netratate (PN_M) și tratate cu PEF

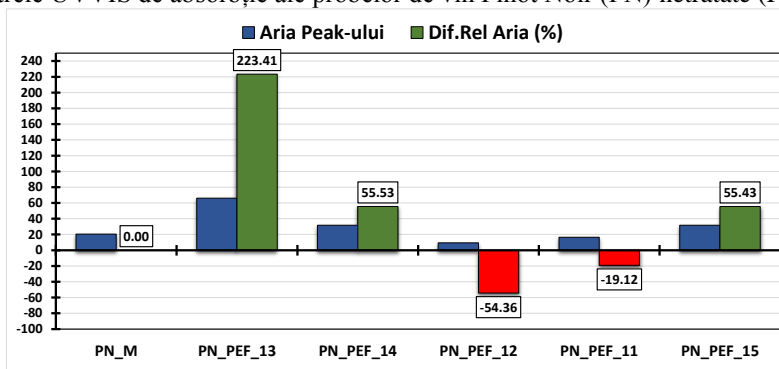


Figura III.1.17. Ariile peak-urilor UVVIS ale antocianilor și diferențele relative față de proba martor, pentru probele de vin Pinot Noir (PN) netratate (PN_M) și tratate cu PEF

Toate aceste rezultate calitative sunt descrise cantitativ în **Figurile III.1.17 și III.1.18**. Aceste rezultate au fost obținute prin eliminarea baseline-ului (de tip neliniea) a spectrelor UVVIS și apoi calcularea parametrilor: Aria peak-ului și Absorbanta Maximului peak-ului. Valori ridicate ale acestor parametrii peste cele ale probei martor, denotă o creștere a abundenței antocianilor, deci eficiența electroplasmolizei în producerea de biocompunerii este mai ridicată. Pentru compararea facilă a efectelor electroplasmolizei prin tratamentul în câmp electric pulsatoriu (PEF), s-au calculat diferențele relative (%) față de probele martor, netratate.

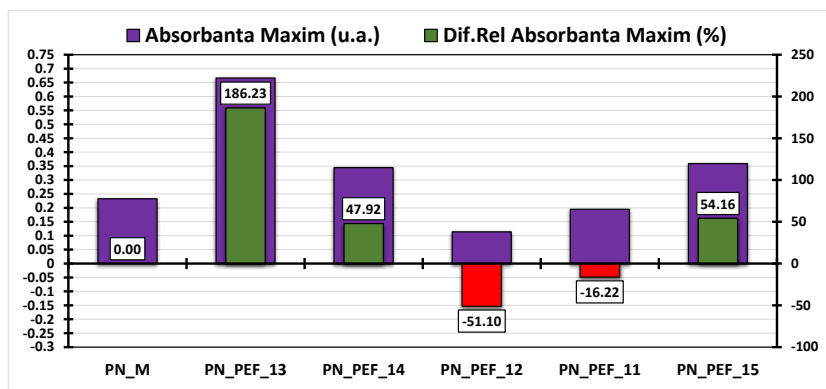


Figura III.1.18. Valorile maxime ale absorbantelor peak-urilor UVVIS ale antocianilor și diferențele relative față de proba martor pentru probele de vin Pinot Noir netratate (PN_M) și tratate cu PEF

Se remarcă proba PN_PEF_13 (**Figurile III.1.17 și III.1.18**) care prezintă diferențe relative de peste 180% pentru cei doi parametrii cantitativi care definesc, în acest caz, eficiența de producere de antociani. Probele PN_PEF_14 și PN_PEF_15 au diferențe relative de peste 45%, ceea ce duce la prescrierea tratamentelor respective ca *fiind foarte eficiente în producerea de antociani prin electroplasmoliză*.

Probele PN_PEF_11 și PN_PEF_12 prezintă diferențe negative de -19% și respectiv de -51% ale abundenței antocianilor, ceea ce nu ar trebui să califice tratamentele respective ca fiind eficiente în producerea de antociani prin electroplasmoliză.

În mod similar se pot analiza și discuta probele de vin Merlot (**Figurile III.1.19, III.1.20. și III.1.21**). Din **Figura III.1.19**, se poate stabili calitativ faptul că toate probele tratate în câmp electric pulsatoriu (PEF) prezintă absorbante superioare față de cele ale spectrului probei martor, MT_M. Suplimentar, se poate observa o grupare a probelor tratate, pe baza spectrelor UVVIS: primul grup este dat de proba MT_PEF_25; al doilea grup este format de probele MT_PEF_21 și MT_PEF_22, iar al treilea grup este format de probele MT_PEF_24 și MT_PEF_25.

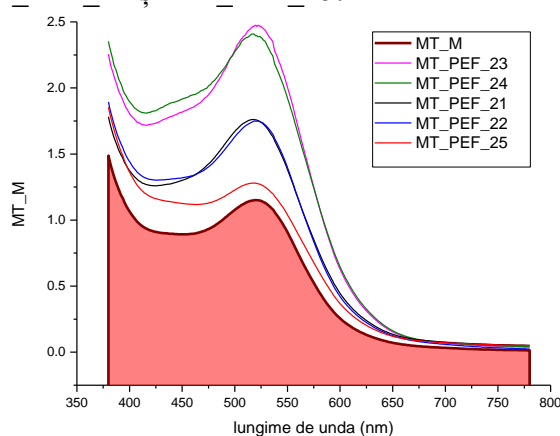


Figura III.1.19. Spectrele UVVIS de absorbție ale probelor de vin Merlot (MT) netratate (MT_M) și tratate cu PEF

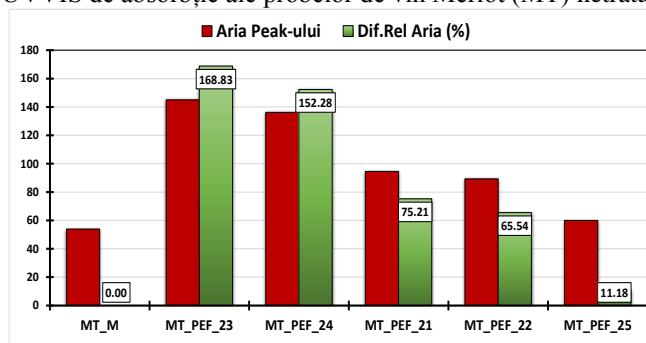


Figura III.1.20. Ariile peak-urilor UVVIS ale antocianilor și diferențele relative față de proba martor, pentru probele de vin Merlot (MT) netratate (MT_M) și tratate cu PEF

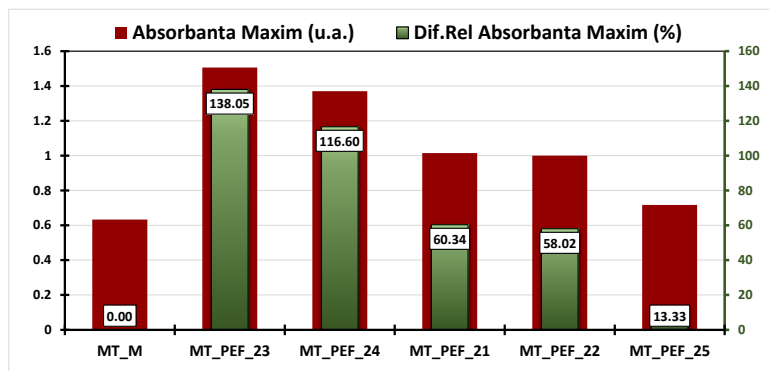


Figura III.1.21. Valorile maxime ale absorbanțelor peak-urilor UVVIS ale antocianilor și diferențele relative față de proba martor, pentru probele de vin Merlot (MT) netratate (MT_M) și tratate cu PEF

Aceste observații calitative sunt validate și de parametrii cantitativi ce descriu eficiența de extragere a antocianilor prin electroplasmoliză prin tratament în câmp electric pulsatoriu (PEF), (**Figurile III.1.20 și III.1.21.**). Aceste eficiențe, exprimate prin diferențe relative ale parametrilor față de valorile probei martor, sunt (în valori minime dintre **Figura III.1.20 și Figura III.1.21.**) de la 13% la 58-60% și respectiv 116-138% pentru grupele de probe amintite anterior.

III.1.4.2.2. Determinarea proprietăților cromatice

Parametrii cromatici vizați de această analiză sunt cei ai spațiilor cromatice RGB, CIEL*a*b* și CIEL*C*h*. Culoarea vinului se determină în mod standard prin ridicarea spectrelor VIS de reflectanță sau transmitanță cu cuve de 1 mm, 2 mm sau 10 mm grosime – în funcție de intensitatea culorii vinului. În această fază a proiectului s-a utilizat cuva QS de 10 mm pentru toate probele de vin Pinot Noir (PN) și Merlot (MT). Spectrele VIS (380-780 nm) pentru aceste probe de vin sunt prezentate în **Figura III.1.22.** și **Figura III.1.23.**

Din spectrele VIS ale probelor de vin au fost determinate coordonatele în spațiile tricromatice: RGB, CIE L*a*b* și CIE L*C*h* prezentate în **Tabelul III.1.14.**, pentru probele de vin Pinot Noir (PN) și **Tabelul III.1.16.**, pentru probele de vin Merlot (MT). Cu aceste rezultate s-au calculat diferențele de culoare: ΔE (CIE L*a*b*) prezentate în **Tabelul III.1.15.**, pentru Pinot Noir (PN) și **Tabelul III.1.17.**, pentru Merlot (MT)- *colorarea celulelor din aceste tabele s-a realizat simultan pentru probele de vin – gradientul de culoare este de la verde (valori minime) la roșu (valori maxime) cu trecere prin galben (pentru mediană).*

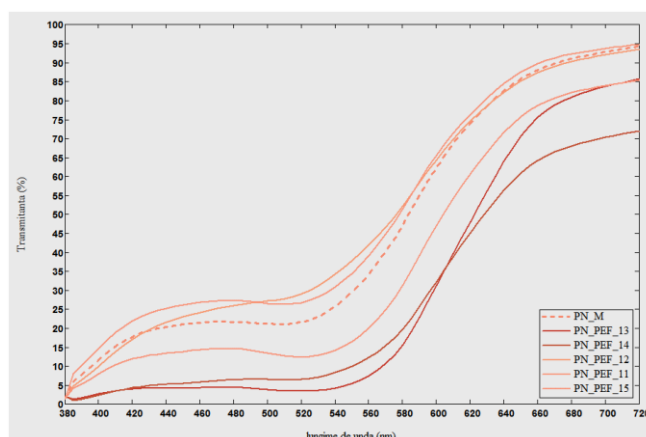


Figura III.1.22. Spectrele UVVIS de transmisie a probelor de vin Pinot Noir (PN) netratate (PN_M) și și tratate cu PEF

Datele din **Tabelul III.1.14.** sunt în bună concordanță cu cele privitoare la abundența de antociani, fapt așteptat deoarece antocianii sunt pigmentii predominanți în vinuri. Ca urmare abundența mai ridicată de antociani din probele PN_PEF_13, PN_PEF_14 și PN_PEF_15 au generat luminanțe, L*, de valori mai mici și cromaticitate a* de valori pozitive și mai mari decât cele ale probei martor. Astfel culorile acestor probe sunt de un roșu mai intens decât proba martor. Pe de altă parte, probele PN_PEF_11 și

PN_PEF_12 sunt mult mai pale decât chiar proba martor având luminanța, L*, de valori maxime și cromaticitatea a* de valori minime.

Tabelul III.1.14

Parametrii cromatici ai probelor de vin **Pinot Noir (PN)** netratate (PN_M) și și tratate cu PEF

Proba	R	G	B	L*	a*	b*	C*	h*	Culoare
PN_M	246	139	112	68.91	37.84	32.06	49.59	40.27	
PN_PEF_13	198	59	46	45.96	54.21	39.52	67.08	36.10	
PN_PEF_14	194	81	53	49.03	43.60	38.64	58.26	41.55	
PN_PEF_12	247	155	116	72.62	30.18	34.89	46.13	49.14	
PN_PEF_11	249	151	126	72.00	34.39	28.71	44.80	39.86	
PN_PEF_15	222	108	92	59.00	43.24	29.69	52.45	34.47	

Tabelul III.1.15.

Diferențele de culoare, ΔE (CIE L*a*b*), pentru probele de vin **Pinot Noir (PN)** netratate (PN_M) și și tratate cu PEF

ΔE (CIE L*a*b*)	PN_M	PN_PEF_13	PN_PEF_14	PN_PEF_12	PN_PEF_11	PN_PEF_15
PN_M	0.000	29.158	21.720	8.972	5.713	11.535
PN_PEF_13	29.158	0.000	11.073	36.187	34.460	19.667
PN_PEF_14	21.720	11.073	0.000	27.402	26.665	13.401
PN_PEF_12	8.972	36.187	27.402	0.000	7.500	19.578
PN_PEF_11	5.713	34.460	26.665	7.500	0.000	15.760
PN_PEF_15	11.535	19.667	13.401	19.578	15.760	0.000

Rezultatele prezentate în **Tabelul III.1.15**, arată faptul că diferența de culoare, ΔE (CIE L*a*b*), a probelor PN_PEF_13, PN_PEF_14 și PN_PEF_15 este foarte mare (chiar un ordin de mărime, în valori absolute) față de proba martor. Probele PN_PEF_11 și PN_PEF_12, produc diferențe mici de culoare, dar semnificative (! *Mai mari decât 5,000 unități se consideră semnificativ cromatic*) față de proba martor. Cu toate acestea dacă se urmăresc diferențele de culoare ale acestor probe față de celelalte trei cu tratament în câmp electric pulsatoriu (PEF), se pot observa valori foarte mari. Acest fapt întărește concluzia dată prin analiza abundenței de antociani (din spectrele de absorbție), și anume că, doar probele PN_PEF_13, PN_PEF_14 și PN_PEF_15 prezintă abundențele cele mai ridicate de antociani, deci tratamentele acestora au eficiențele cele mai mari de extracție de biocompnenți.

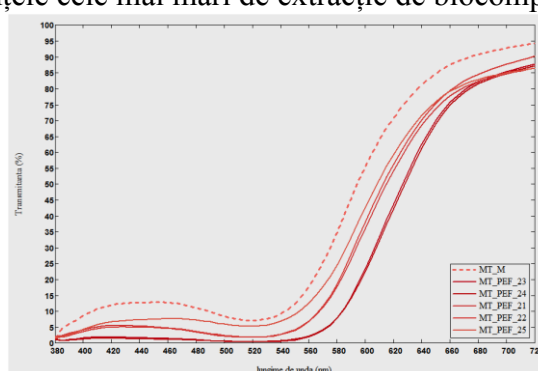


Figura III.1.23. Spectrele UVVIS de transmisie a probelor de vin Merlot (MT) netratate (MT_M) și și tratate cu PEF

Datele din **Tabelul III.1.16.**, arată că toate probele tratate în câmp electric pulsatoriu (PEF) au generat luminanțe, L*, cu valori mai mici și cromaticitate a* de valori pozitive și mai mari decât cele ale probei martor. Astfel culorile acestor probe sunt de un roșu mult mai intens decât proba martor.

Tabelul III.1.16.

Parametrii cromatici ai probelor de vin Merlot (MT) netratate (MT_M) și și tratate cu PEF

Proba	R	G	B	L*	a*	b*	C*	h*	Culoare
MT_M	239	95	87	59.12	55.11	33.44	64.47	31.25	
MT_PEF_23	186	1	17	38.65	63.19	46.66	78.55	36.44	
MT_PEF_24	183	5	9	38.29	62.06	49.18	79.18	38.40	
MT_PEF_21	208	51	51	47.05	60.31	38.43	71.51	32.51	
MT_PEF_22	212	52	48	47.77	60.97	40.72	73.32	33.74	
MT_PEF_25	218	79	64	52.88	53.55	38.09	65.72	35.42	

Tabelul III.1.17 susține discuția anterioară prin faptul că diferența de culoare, ΔE (CIE $L^*a^*b^*$), a tuturor probelor de vin Merlot (MT) tratat este foarte mare (chiar un ordin de mărime, în valori absolute) față de proba martor. Suplimentar, prezența a trei grupări de probe de vin tratat este validată și de determinările cromatice, anume prin diferențe foarte mici (sub 5,000 unități) dintre probele din aceeași grupare. Prin urmare, se poate concluziona, la fel ca și din analiza spectrofotometrică a antocianilor, că toate probele de vin Merlot tratat în câmp electric pulsatoriu, prezintă abundențele cele mai ridicate de antociani și culorile cele mai intense (L^* cu valorile cele mai mici și a^* cu valorile cele mai mari, pozitive), deci tratamentele acestora au eficiențele cele mai mari de extracție de biocompuneți.

Tabelul III.1.17.

Diferențele de culoare, ΔE (CIE $L^*a^*b^*$), pentru probele de vin Merlot (MT) netratate (MT_M) și și tratate cu PEF

ΔE (CIE $L^*a^*b^*$)	MT_M	MT_PEF_23	MT_PEF_24	MT_PEF_21	MT_PEF_22	MT_PEF_25
MT_M	0.000	25.674	27.017	14.059	14.704	7.940
MT_PEF_23	25.674	0.000	2.790	12.106	11.107	19.204
MT_PEF_24	27.017	2.790	0.000	13.974	12.751	20.202
MT_PEF_21	14.059	12.106	13.974	0.000	2.484	8.925
MT_PEF_22	14.704	11.107	12.751	2.484	0.000	9.383
MT_PEF_25	7.940	19.204	20.202	8.925	9.383	0.000

III.1.4.2.3. Analiza multivariată

Pentru a surprinde legăturile dintre parametrii biochimici (abundența antocianilor) și cromatici, s-a recurs la analiza multivariată de tip PCA (Principal component Analysis). Caracteristicile statistice ale componentelor principale (**Tabelul III.1.18**), sugerează ca fiind suficiente primele două componente principale pentru ca analiza să fie consecventă, având în vedere că varianța totală explicată de acestea este de peste 96%.

Tabelul III.1.18

Caracteristicile statistice ale componentelor principale din analiza multivariată

Componentele Principale	Valoarea proprie	Varianța (%)
1	7.29077	91.135
2	0.423066	5.2883
3	0.222619	2.7827
4	0.0610138	0.76267
5	0.00145949	0.018244
6	0.00082755	0.010344
7	0.00021325	0.0026656
8	2.64E-05	0.00033002

În **Figura III.1.24.**, este prezentată reprezentarea rezultatelor PCA sub formă biplot pentru soiurile de struguri Pinot Noir și Merlot, netratate (PN_M și MT_M) și tratate cu PEF.

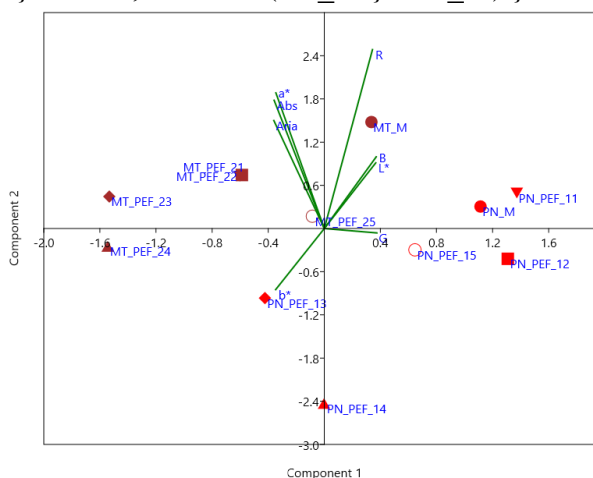


Figura III.1.24. Reprezentarea rezultatelor PCA sub formă biplot

Analiza PCA a avut ca date de intrare matricea de corelație dintre parametrii considerați: Abs și Aria (absorbanta și aria maximului caracteristic antocianilor) care definesc abundența antocianilor; parametrii cromatici R, G, B, L*, a* și b*. Ca urmare, acești parametri se corelează puternic prin unghiurile mici dintre vectorii asociați din biplot. Suplimentar, vârful vectorilor asociați parametrilor indică direcția cu abundența/valorile cele mai mari ale acestora se regăsesc în probele de vin din aceea direcție. În mod antagonist, direcția opusă desemnează probele cu abundență/valorile cele mai mici ale acestor parametri.

Parametrii care se corelează puternic, pozitiv între ei sunt: L* și B; Aria, Abs și a*. Parametrii L* și B se corelează puternic negativ cu parametrul a*.

Probele de vin roșu care prezintă valori mari ale parametrilor a*, Abs și Aria, în conjuncție cu valorile mici ale parametrului L*, sunt cele care au cea mai mare abundență de biocomponente (în acest caz antociani) și pot fi considerate alimente funcționale. Din acest punct de vedere, pe primul loc s-ar găsi probele MT_PEF_21, MT_PEF_22, MT_PEF_23 și MT_PEF_24, urmate de MT_PEF_25, PN_PEF_13 și PN_PEF_14. Restul probelor PN_PEF_11, PN_PEF_12 și PN_PEF_15 sunt apropiate mult prea mult de martorul respectiv (PN_M) și astfel nu diferă atât de mult în proprietăți.

III.1.5. Evaluare senzorială

Evaluarea senzorială s-a făcut pentru probe de vin vinificate prin procedeu clasic, ca proba martor și tratate în câmp electric pulsatoriu (PEF). Evaluarea s-a făcut prin două metode:

a) **Metoda cu punctaj** conform sistemului Uniunii Internaționale a Oenologilor cu următoarele încadrări:

- Sub 50 de puncte, defect;
- Intre 51-60- cu deficiente;
- Intre 61-70- acceptabil;
- Intre 71-80 – bun;
- Intre 81-90 – foarte bun;
- Intre 91-100- excelent.

b) **Metoda descriptivă**, metodă prin care a fost descrisă fiecare caracteristică a produsului obținut.

Ambele metode au avut în vedere evaluarea vizuală, olfactivă, gustativă și armonia caracteristicilor în ansamblu.

Soiul de struguri Pinot-Noir:

1. P1 PN_M (proba martor)

Evaluare prin punctaj **UIO 78 puncte**

- vizual, limpede, slab colorat, roșu de cireșe coapte;
- olfactiv, intensitate medie, miros de cireșe, fructozitate medie, miros vegetal și fenolic;
- gustativ, cireșe proaspete, dulce acrișor și nuanță de mere stătute, tipicitate medie și de calitate medie.

2. PN_PEF_11

Evaluare prin punctaj **UIO 81 puncte**

- vizual, limpede culoare tipică deschisă dar evoluată;
- olfactiv, miros proaspăt vegetal cu ușoare nuanțe de mirodenii și persistență aromată;
- gustativ, cireșe roșii supracapte, fructe albe ușor dulceag echilibrat tipic dar evoluat calitate medie.

3. PN_PEF_12

Evaluare prin punctaj **UIO 83 puncte**

- vizual, intensitate colorată slabă, limpede;
- olfactiv, proaspăt cu note florale și de mirodenii un pic fenolic;
- gustativ, cireșe un pic dulceag fără astringență, tipic de soi calitate bună;

4. PN_PEF_13

Evaluare prin punctaj **UIO 86 puncte**

- vizual, limpede, bine colorat cu nuanță susținută de roșu de cireșe negre;
- olfactiv, miros proaspăt, mirodenii cu nuanțe vegetale, aromă persistentă;
- gustativ, gust de fructe roșii evoluat în speță cireșe negre, aciditate medie, destul de echilibrat, structurat cu tipicitate de areal și puțin fenolic.

5. PN_PEF_14

Evaluare prin punctaj **UIO 87 puncte**

- vizual, roșu mediu colorat, limpede cu nuanță proaspătă;
- olfactiv, miros proaspăt și fructuos cu nuanțe vegetale și aromă persistentă;
- gustativ, fructe roșii, cireșe, vișine cu structură fină astringentă vegetală, bine integrată și cu tipicitate de soi și areal.

6. PN_PEF_15

Evaluare prin puncte **UIO 85 puncte**

- vizual, limpede, intensitate colorantă medie spre scăzută de roșu de cireșe;
- olfactiv proaspăt, nuanțe ușor vegetale și de mirodenii, cu persistență aromată;
- gustativ, plin corect, specific de cireșe supracoapte, aciditate medie, echilibrat cu tipicitate de soi și areal.

Soiul de struguri Merlot

1. MT_M (proba martor)

Evaluare prin punctaj **UIO 78 puncte**

- vizual, limpede, intensitate medie, nuanță deschisă de roșu proaspăt de vișină;
- olfactiv, miros mediu, cu fructuozitate slabă de cireșe, zmeură cu nuanțe vegetale;
- gustativ, fructe roșii, cu aciditate fără astringență cu structură medie și tipicitate de areal.

2. MT_PEF_21

Evaluare prin punctaj **UIO 83 puncte**

- vizual, limpede roșu bine colorat cu nuanță deschisă;
- olfactiv, intensitate medie fără fructuozitate, miros de mirodenii, vegetal, persistent;
- gustativ, corp mediu, vegetal agresiv, plin, mure, zmeură, afine, cu caracter de soi și terroir.

3. MT_PEF_22

Evaluare prin punctaj **UIO 85 puncte**

- vizual, limpede, destul de colorat, nuanță medie;
- olfactiv, destul de neutral cu ușoare note florale, fructuos cu aromă persistentă;
- gustativ, gust de fructe roșii de pădure, mure, zmeură capșuni, evoluat, aciditate mai rotundă și mai multă astringență, tipicitate și calitate de ansamblu medie.

4. MT_PEF_23

Evaluare prin punctaj **UIO 84**

- vizual, limpede cu un roșu de intensitate medie și nuanță colorată medie;
- olfactiv, miros proaspăt fără fructuozitate cu nuanțe vegetale și mediu fenolic;
- gustativ plin, zmeură verde, mure, capșune ardei, aciditate evidentă, astringență medie, structură și tipicitate medie.

5. MT_PEF_24

Evaluare prin punctaj **UIO 87 puncte**

- vizual, intensitate colorantă medie, limpede nuanță roșu viu;
- olfactiv, miros proaspăt intensitate medie, fructuozitate, codimentat și fenolic;
- gustativ, fructe de pădure, cireșe zmeură mure, aciditate medie, mai plin și corpolent, tipicitate și calitate bună.

6. MT_PEF_25

Evaluare prin punctaj **UIO 83 puncte**

- vizual, limpede bine colorat, nuanță roșu de cireșe coapte;
- olfactiv, intensitate medie fără fructuozitate, miros fenolic;
- gustativ, gust de fructe de pădure, zmeură mure căpșuni, aciditate medie, puțin mai lung, nuanță

ușoară de astringență cu tipicitate și structură medie.

Bibliografie

- [1]. Marsellés-Fontanet, A.R., Puig-Pujol, A., Olmos, P., Mínguez-Sanz, S., & Martín-Belloso, O. (2013) - *A comparison of the effects of pulsed electric field and thermal treatments on grape juice*. Food and Bioprocess Technology, 6, 978–987.
- [2]. Donsi, F., Ferrari, G., & Pataro, G. (2010) - *Applications of pulsed electric field treatments for the enhancement of mass transfer from vegetable tissue*. Food Engineering Reviews, 2, 109–130.
- [3]. Knorr, D., Angersbach, A., Eshtiaghi, M. N., Heinz, V., & Lee, D. U. (2001) - *Processing concepts based on high intensity electric field pulses*. Trends in Food Science & Technology, 12, 129–135.
- [4]. López, N., Puértolas, E., Condón, S., Álvarez, I., & Raso, J. (2008) - *Application of pulsed electric fields for improving the maceration process during vinification of red wine: Influence of grape variety*. European Food Research and Technology, 227, 1099–1107.
- [5]. López, N., Puértolas, E., Hernández-Orte, P., Álvarez, I., & Raso, J. (2009) - *Effect of a pulsed electric field treatment on the anthocyanins composition and other quality parameters of Cabernet Sauvignon freshly fermented model wines obtained after different maceration times*. LWT— Food Science and Technology, 42, 1225–1231.
- [6]. Puértolas, E., López, N., Condón, S., Álvarez, I., & Raso, J. (2010) - *Potential applications of PEF to improve red wine quality*. Trends in Food Science & Technology, 21, 247–255.
- [7]. Toepfl S., Heinz V., Knorr D., (2006) - *Applications of pulsed electric fields technology for the food industry*. In: Raso J, Heinz V, editors. Pulsed electric fields technology for the food industry. New York: Springer, 197–222.
- [8]. Aronsson K., Rönnér U., (2001) - *Influence of pH, water activity and temperature on the inactivation of Escherichia coli and Saccharomyces cerevisiae by pulsed electric fields*. Innov Food Sci Emerg Technolgies, 2, 105–112.
- [9]. Gásková D., Sigler K., Janderová B., Plásek J., (1996) - *Effect of high-voltage electric pulses on yeast cells: factors influencing the killing efficiency*. Bioelectrochem Bioenerget, 39, 195–202.
- [10]. Boulton, R. B. (2001) - *The copigmentation of anthocyanins and its role in the colour of red wine*. A critical review. American Journal of Enology and Viticulture, 55, 67–87.
- [11]. Ribichaud, J. L., & Noble, A. C. (1990) - *Astringency and bitterness of selected phenolic in wines*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 53, 343–353.
- [12]. Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2005) - *Dietary polyphenols and prevention of diseases*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 45, 287–306.
- [13]. Lorrain, B., Ky, I., Pechamat, L. and Teissedre, P.L., (2013) - *Evolution of Analysis of Polyphenols from Grapes, Wines, and Extracts*. Molecules, 18, 1076-1100.
- [14]. Monagas, M., Bartolome, B. and Gomez-Cordoves, C. (2005) - *Update Knowledge about the Presence of Phenolic Compounds in Wine*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 45, 85-118.
- [15]. Gusman, J., Malonne, H. and Atassi, G. (2001) - *A Reappraisal of the Potential Chemopreventive and Chemotherapeutic Properties of Resveratrol*. Carcinogenesis, 22, 1111-1117.
- [16]. Esparza, I., Santamaria, C., Calvo, M.I. and Fernández, J.M. (2009) - *Composition and Analysis of Colloidal Matter along Wine-Making, Exploitation of Its Antioxidant Activity in Final Stabilization Residues*. Microchemical Journal, 91, 32-39.
- [17] Boulton, R. (2001) - *The Copigmentation of Anthocyanins and Its Role in the Color of Red Wine: A Critical Review*. American Journal of Enology and Viticulture, 52, 67-87.
- [18] Auger, C., Al-Awwadi, N., Bornet, A., Rouanet, J.M., Gasc, F., Cros, G. and Teissedre, P.L. (2004) - *Catechins and Procyanidins in Mediterranean Diets*. Food Research International, 37, 233-245.
- [19]. Fincan M., Francesca DeVito, Dejmeck P., (2004) - *Pulsed electric field treatment for solid-liquid extraction of red beetroot pigment*. Journal of Food Engineering, Volume 64, Issue 3, 381–388.
- [20]. Kumar S., Agarwal N., Raghav P., (2016) - *Pulsed electric field processing of foods - a review*. International Journal of Engineering Research and Modern Education (IJERME). Volume I, Issue I, 2016, 111 -118.

ACTIVITATEA III.2. Algoritmi eficienți de soluționare a problemei de câmp electromagnetic în mustuială/boștină cuplate cu problema de difuzie termică

Tehnologia de tratare a boștinei în câmp electromagnetic necesită evaluarea intensității câmpului electric, răspunzător de străpungerea membranei celulei, precum și a încălzirii boștinei. Depășirea unor temperaturi limită poate compromite calitatea produsului tratat, deoarece pot fi distruși fermenții necesari fermentării și deci a obținerii vinului.

În fazele anterioare ale acestei cercetări, a fost studiat câmpul electric într-un mic domeniu cubic, în care se înscrie celula sferică din coaja strugurelui. Evident, a fost ales un model ideal, dar au fost obținute câteva rezultate calitative importante.

Soluționarea problemei de câmp electric și termic în întreaga masă a boștinei este deosebit de dificilă, în primul rând datorită faptului că este necesar să se stabilească parametrii de material electrici și termici necesari scrierii ecuațiilor câmpurilor electrice și termice.

III.2.1. Stabilirea parametrilor fizici ai boștinei

Dacă adoptăm pentru o celulă domeniul simplu 3D din **Figura III.2.1**, atunci câmpul electrocinetic poate fi ușor calculat și se poate determina fluxul densității de curent pe capacul de sus (deci curentul i). De aici rezultă, o rezistivitate echivalentă, folosind formula $R = \rho \frac{S}{L} = \rho L = \frac{V_b}{i}$.

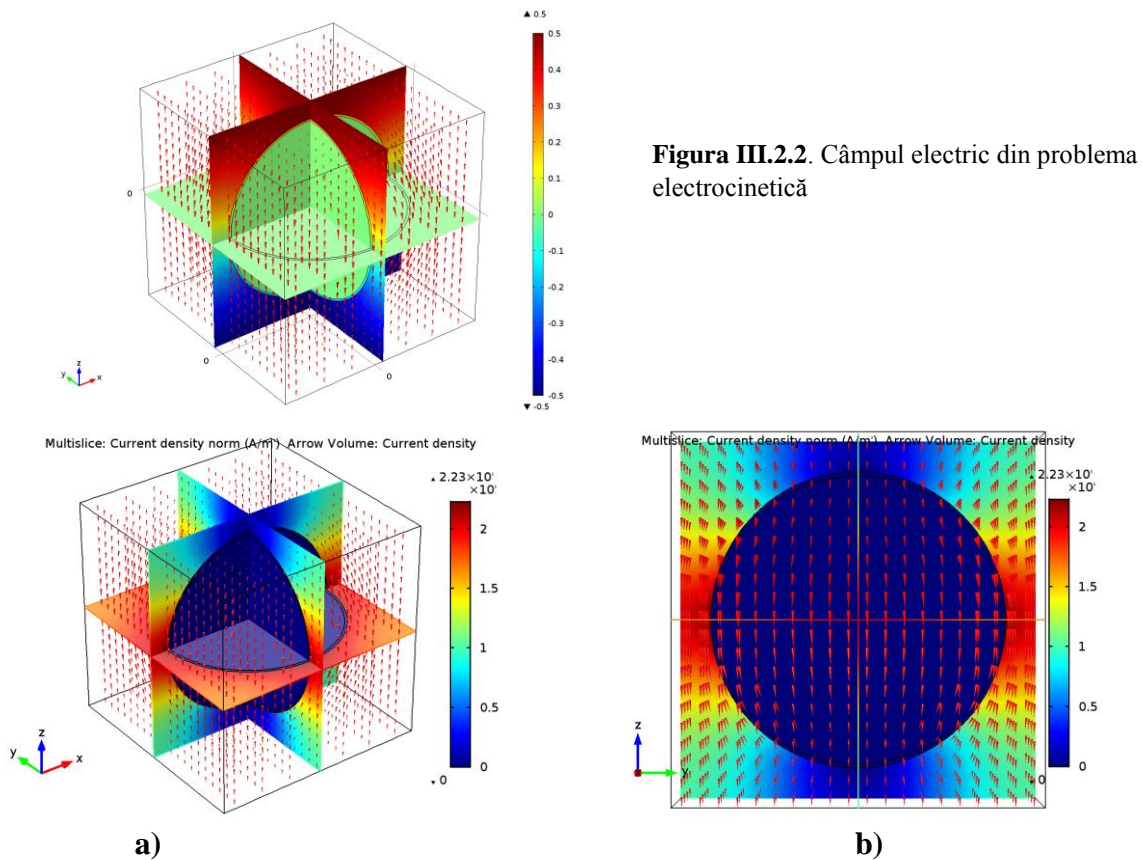
Dimensiunile sunt: $d_c=70 \mu\text{m}$ pentru diametrul unei celule, $L=84 \mu\text{m}$ pentru dimensiunea domeniului de calcul și $l_m=5 \text{ nm}$, grosimea membranei. Proprietățile fizice ale celor 3 medii de calcul sunt date în **Tabelul III.2.1**.

Tabelul III.2.1.

Proprietăți fizice			
	Extra celular	MEMBRANE	Intra celular
Permitivitate relativa	$\epsilon_r=78$	$\epsilon_{r,m}=f \times 2 = 40$	$\epsilon_{r,c}=78$
Conductivitate electrica	$\sigma=1.2 \text{ mS/cm}$	$\sigma_m=f \times 3 \cdot 10^{-6}=6 \times 10^{-5} \text{ mS/cm}$	$\sigma_c=1.2 \text{ mS/cm}$

Deoarece grosimea membranei este foarte mică, generarea rețele FEM este deosebit de dificilă. Am ales o grosime mai mare de f ori decât grosimea reală ($f=200$), dar au fost modificate și proprietățile fizice ale membranei (vezi coloana 2 din **Tabela III.2.1**.)

În **Figura III.2.2** este prezentat câmpul electric din problema electrocinetică, luând în considerare membrana celulei. Dacă admitem că membrana celulei nu este străbătută de curent (condiție de frontieră Neumann) atunci densitatea de curent este coliniară cu câmpul electric, rezultatele sunt prezentate în **Figura III.2.3.a** și **Figura III.2.3.b**. Analizând **Figura III.2.2** și **Figura III.2.3.a**, se constată că nu este nicio diferență importantă. Această asemănare este datorată conductivității foarte mari a membranei celulei. Această asemănare rezultă și din rezultatele obținute pe un model 2D, în faza anterioară (**Figura III.2.4**.) Rezultă fluxul densității de curent $I = 6.1511 \text{ e}^{-6} \text{ A}$, de unde rezistența domeniului unei celule $R = U/I = 0,1625 \text{ M}\Omega$ Tensiunea aplicată fiind de 1V. De aici, ținând cont de dimensiunile domeniului cubic, rezultă rezistivitatea echivalentă: $\rho = 13.65 \Omega \text{ m}$.



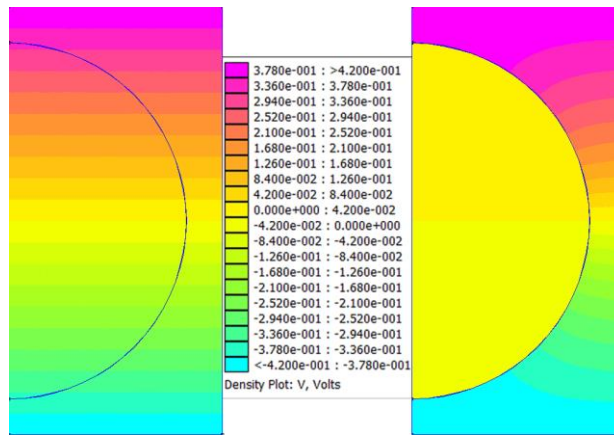


Figura III.2.3. Echipotențialele în problema de electrostatică și electrocinetică

Din **Figura III.2.3** rezultă că influența membranei este neglijabilă din punct de vedere al câmpului electrostatic.

Din păcate, nu au fost găsiți parametrii termici ai boștinei. Ca urmare, au fost aleși parametrii apei: conductibilitatea termică $\lambda = 0.59 \text{ W/m}^0\text{C}$ și capacitatea termică volumică $c = 4.18 \cdot 10^6 \text{ W/m}^3/0\text{C}$.

III.2.2. Soluționarea problemei de difuzie termică

Ecuția difuziei termice este:

$$-\nabla\lambda\nabla T + c \frac{\partial T}{\partial t} = p \quad (\text{III.2.1})$$

unde: p sunt pierderile specifice ce rezultă din soluționarea problemei de câmp electric. Se adoptă metoda elementului finit (FEM). Domeniul este cel din **Figura III.2.4**, care reprezintă o parte din boștina cuprinsă între cei doi tamburi. Dată fiind structura tamburilor, modelul 2D este cel mai potrivit. In acest caz se pot importa datele problemei și rețeaua FEM din programul FEMM.

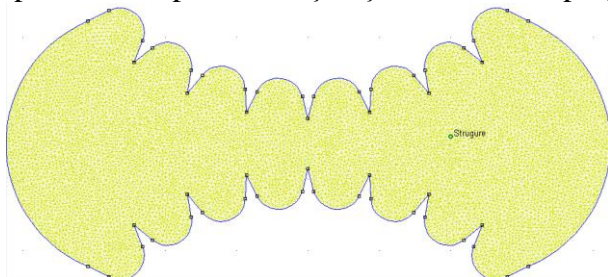


Figura III.2.4. Domeniul de calcul

Condițiile de frontieră sunt:

- pe dantura superioară temperatura este nulă D_s ;
- pe dantura inferioară temperatura este nulă D_i ;
- pe arcele de cerc laterale, presupuse ca fiind linii de câmp ale densității de flux termic, $-\lambda \frac{\partial T}{\partial n} = 0$

Se scrie temperatura ca funcție liniară de funcțiile de formă φ_k , pe care le alegem funcții nodale de ordinul 1, pentru toate nodurile diferite de frontierele Dirichlet D_s și D_i :

$$T = \sum_{k=1}^N \alpha_k(t) \varphi_k \quad (\text{III.2.2})$$

$$\varphi_k = \begin{cases} \dots \\ 1 + \mathbf{T}_i \cdot \mathbf{r}, \text{ in } \omega_i \\ \dots \end{cases} \quad (\text{III.2.3})$$

cu (**Figura III.2.5**):

$$\mathbf{T}_i = \frac{\mathbf{k} \times \mathbf{r}_{i,i+1}}{2S_i} \quad (\text{III.2.4})$$

unde: ω_i este domeniul ce conține nodul k (**Figura III.2.5**), $\mathbf{r}_{i,i+1} = \mathbf{r}_{k,i+1} - \mathbf{r}_{k,i}$ și \mathbf{k} este versorul axei Oz.

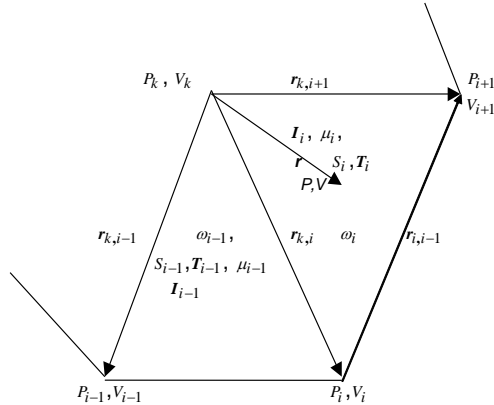


Figura III.2.5. Subdomenii triunghiulare

Avem și

$$\nabla \varphi_k = \begin{cases} \dots \\ \mathbf{T}_i, [n \omega_i \\ \dots \end{cases} \quad (\text{III.2.5})$$

Scriem și pierderile specifice în funcție de φ_k :

$$p = \sum_{k=1}^N p_k(t) \varphi_k \quad (\text{III.2.6})$$

Proiectând relația (III.2.1) pe funcțiile test φ_n alese egale cu funcțiile de formă, și integrând prin părți rezultă:

$$\int_{\Omega} \lambda \nabla \varphi_n \cdot \nabla T ds + \int_{\Omega} c \varphi_n \frac{\partial T}{\partial t} ds = \int_{\Omega} \varphi_n p ds \quad (\text{III.2.7})$$

Sau

$$\lambda \sum_{k=1}^N \alpha_k \int_{\Omega} \nabla \varphi_n \cdot \nabla \varphi_k ds + c \sum_{k=1}^N \frac{d\alpha_k}{dt} \int_{\Omega} \varphi_n \varphi_k ds = \sum_{k=1}^N p_k \int_{\Omega} \varphi_n \varphi_k ds \quad (\text{III.2.8})$$

unde

$$a_{n,k} = \int_{\Omega} \nabla \varphi_n \cdot \nabla \varphi_k ds; \quad b_{n,k} = \int_{\Omega} \varphi_n \varphi_k ds; \quad c_n = \sum_{k=1}^N p_k \int_{\Omega} \varphi_n \varphi_k ds \quad (\text{III.2.9})$$

Forma numerică a ecuației difuziei (III.2.1) este:

$$\sum_{k=1}^N a_{n,k} \alpha_k + \sum_{k=1}^N b_{n,k} \frac{d\alpha_k}{dt} = c_n \quad (\text{III.2.10})$$

Integrarea numerică în domeniul timp se face prin metoda trapezelor:

$$\left(\sum_{k=1}^N a_{n,k} \alpha_k(t_{i+1}) + \sum_{k=1}^N a_{n,k} \alpha_k(t_i) \right) \frac{1}{2} + \frac{1}{\Delta t_i} \sum_{k=1}^N b_{n,k} (\alpha_k(t_{i+1}) - \alpha_k(t_i)) = c_n \quad (\text{III.2.11})$$

unde: $\Delta t_i = t_{i+1} - t_i$ este pasul de timp, care se poate corecta în timpul calculului, în funcție de variația de temperatură (dacă este prea mare, se micșorează, iar dacă este prea mică se mărește). Am presupus că pierderile specifice sunt constante în timp (vezi problema de câmp electric). Este mult mai precis ca la

fiecare pas de timp să se determine diferența de temperatură: $\Delta T_i = T_{i+1} - T_i$, deci diferențele $\Delta\alpha_k = \alpha_k(t_{i+1}) - \alpha_k(t_i)$, folosind sistemul de ecuații

$$\frac{1}{2} \sum_{k=1}^N a_{n,k} \Delta\alpha_k + \frac{1}{\Delta t_i} \sum_{k=1}^N b_{n,k} \Delta\alpha_k = c_n - \sum_{k=1}^N a_{n,k} \alpha_k(t_i) \quad (\text{III.2.12})$$

Apoi:

$$\alpha_k(t_{i+1}) = \Delta\alpha_k + \alpha_k(t_i) \quad (\text{III.2.13})$$

La $t=0$, se ia $T_0 = 0$.

Problema de câmp electric este dată de regimul cvasistaționar anamagnetic al câmpului electromagnetic ($\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = 0$, în legea inducției electromagnetice). În fazele anterioare s-a dovedit că soluția asimptotică este obținută foarte rapid, deci, cu o bună aproximație se poate adopta regimul electrocinetic (soluția asimptotică). Domeniul de calcul este același cu cel din problema termică, cu diferența că pe dantura interioară se alege potențialul de 100 V. În acest caz, relația (III.2.2) se modifică astfel:

$$V = V_0 + \sum_{k=1}^N \alpha_k(t) \varphi_k \quad (\text{III.2.14})$$

unde $V_0 = 100$ V pe dinte. Evident, și V_0 se exprimă cu ajutorul funcțiilor de formă:

$$V_0 = 100 \sum_{f=1}^{N_f} \varphi_f \quad (\text{III.2.15})$$

unde: f este indice de nod de pe frontiera Dirichlet D_i , iar N_f este numărul acestor noduri.

Pierderile specifice sunt nule, deci membrul drept al ecuației (III.2.1) este nul. După ce se obțin potențialele nodurilor, se determină intensitatea câmpului electric din fiecare triunghi și apoi pierderile specifice, constante în fiecare triunghi.

Pentru ambele probleme se folosește aceeași rețea de discretizare, deci aceleași funcții de formă. Cum mediile sunt omogene, matricele sistemelor problemelor electrocinetice și de câmp termic diferă doar primtr-un factor.

ACTIVITATEA III.3. Elaborare documentație model funcțional

Având în vedere rezultatele obținute în Etapa II/2015 s-a trecut la elaborarea documentației pentru modelul funcțional.

Modelul funcțional pentru tratarea boștinei prin electroplasmoliză se compune din:

- Bloc de alimentare și comanda :
 - Sursa 12Vcc,5A
 - Generator impulsuri
 - Amplificator
 - Transformator înaltă tensiune
- Agregat electroplasmoliză

Schema bloc a instalației este prezentată în **Figura III.3.1**.

Blocul de alimentare și comandă permite alimentarea cu impulsuri de înaltă tensiune (2-8 kV) a celor două perechi de tamburi ai dispozitivului în care are loc procesul de electroplasmoliză la trecerea boștinei.

Circuitul pentru generarea impulsurilor de înaltă tensiune este prezentat în **Figura III.3.2**, a fost simulat în Pspice și se bazează pe circuitul integrat NE555 [1] în configurație de astabil.

Rezistențele R1 și R2 sunt două rezistențe semireglabile folosite pentru a controla durata și frecvența impulsului de comandă. Condensatorul C2 se încarcă doar prin rezistența R1 în timpul $t_1 = 0,693 * R1 * C1$, datorită diodei D1 ce scurtcircuitază rezistența R2, iar la ieșire semnalul este aproximativ +12V. Condensatorul se descarcă prin rezistența R2 în timpul $t_2 = 0,693 * R2 * C2$, timp în care

semnalul la ieșire este 0. Astfel încât perioada impulsului de comandă este $T=t_1+t_2=0,693 \cdot C_1 \cdot (R_1+R_2)$, iar procentul din perioada în care semnalul este +12V este $D_c=R_1/(R_1+R_2)$.

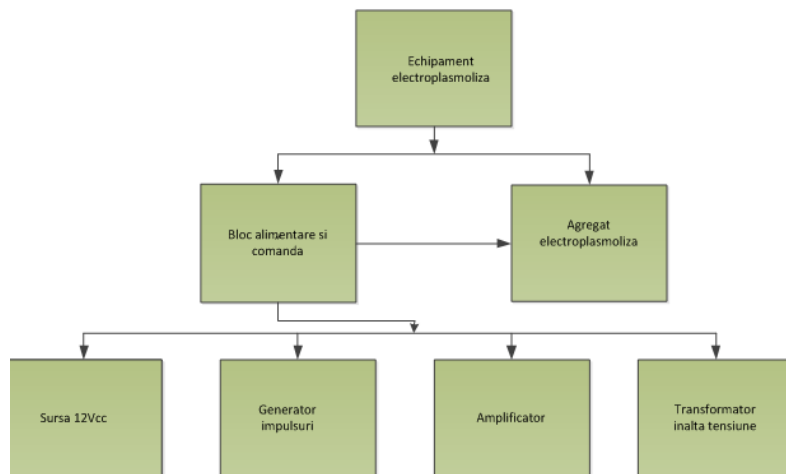


Figura III.3.1. Schema bloc a instalației

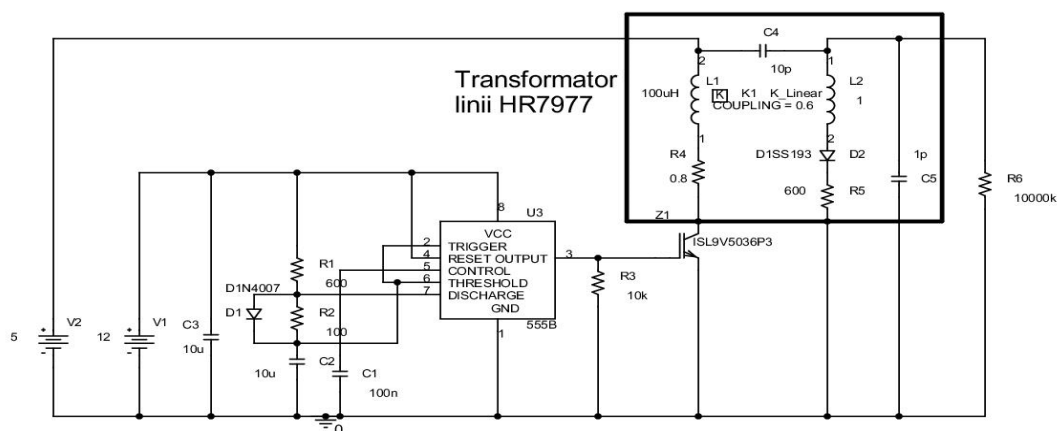


Figura III.3.2. Circuitul folosit pentru generarea impulsurilor

Semnalul de comandă (Figura III.3.3.) acționează un tranzistor IGBT ISL9V5036P3 în conexiune emitor comun, unde sarcina este inductivă și formată din primarul bobinat pe miezul de ferită al transformatorului de linii HR7977. Primarul este alimentat la maxim 5V, deoarece sursa folosită poate furniza un curent de maxim 5A. Transformatorul de linii este modelat folosind două bobine cuplate, două rezistențe, două condensatoare și o diodă.

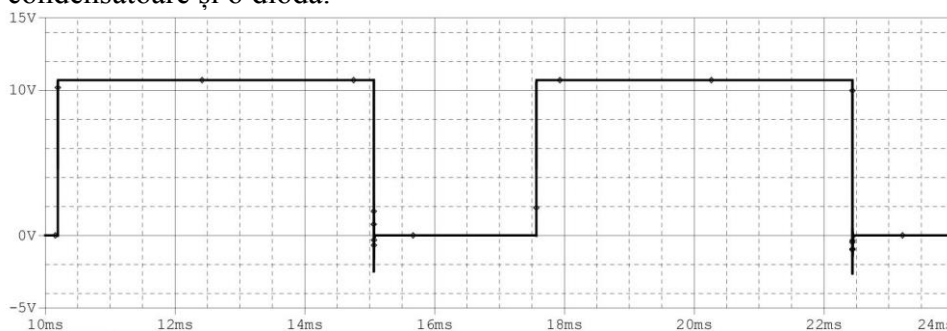


Figura III.3.3. Semnal de comandă pe poarta IGBT

La ieșirea din transformatorul de linii este conectată o rezistență de 10 MΩ pentru a simula mersul în gol al transformatorului. Semnalul obținut este prezentat în Figura III.3.4., unde se observă impulsurile cu tensiunea maximă de aproximativ 8 kV.

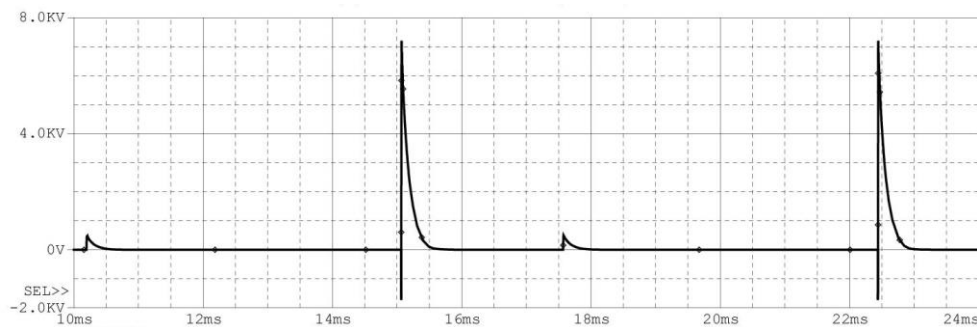


Figura III.3.4. Semnal la ieșire din transformatorul de linii

Elementele principale ale agregatului pentru electroplasmoliză (**Anexa III.3.1**) sunt:

- Suportul agregatului;
- Tamburii cu geometrie specială;
- Ansamblu colector-port, perii-perii pentru conectarea continuă a tamburilor la blocul de alimentare și comandă;
- Ansamblu de acționare (rotire) a tamburilor cu roți dințate;
- Bena de alimentare.

Suportul agregatului este realizat din țevă rectangulară de 30x30x2, în construcție sudată și acoperit prin grunduire și vopsire. Pe suport se montează toate componentele agregatului. Acesta este astfel realizat încât permite modificarea distanței dintre axele celor doi tamburi prin schimbarea setului de roți dințate de acționare (pentru a asigura amorsarea procesului de electroplasmoliză).

Au fost determinate forma și dimensiunile tamburilor. Forma dintelui și numărul de dinți pentru un tambur (**Figura III.3.5**).

S-a luat în considerare două variante constructive: cu 24 de dinți la 15 grade și cu 30 de dinți la 12 grade, păstrând distanța dintre axe de 80mm, dată de mecanismul de antrenare.

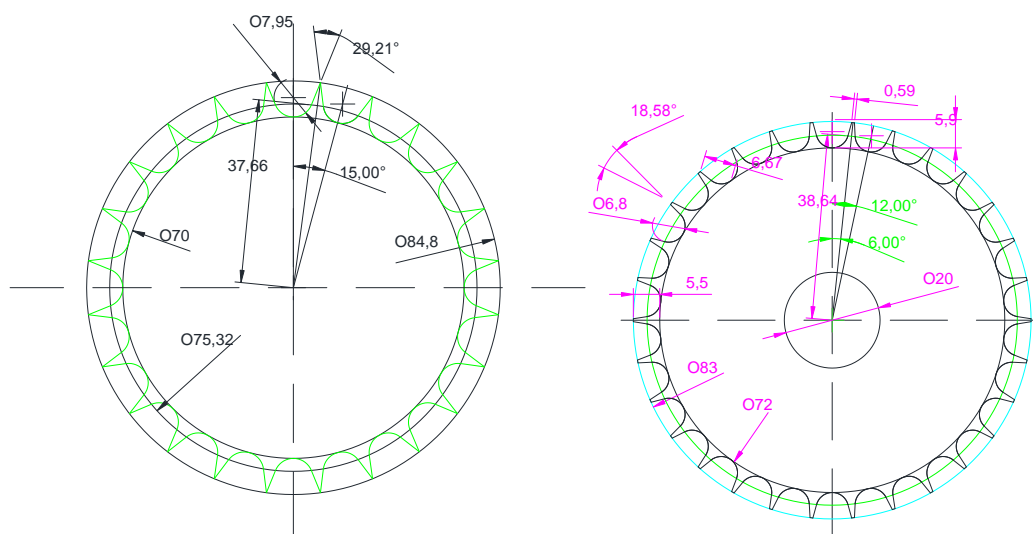


Figura III.3.5

Tamburul are un diametru de 84,8mm, 30 de dinți, ascuțiți la vârful sub un unghi de aprox. 30 de grade, pentru a asigura o descărcare electrică pe vârful dintelui. Golul dintelui are un diametru de 7,95 mm, în prima variantă.

Tamburul are un diametru de 83mm, 32 de dinți, ascuțiți la vârful sub un unghi de aprox. 18,5 grade pentru a asigura o descărcare electrică pe vârful dintelui. Golul dintelui are un diametru de 6,8 mm în a doua variantă.

S-a determinat forma canalelor și a dinților tamburilor pentru o distanță minimă de 2,6 mm între vârful dintelui și gol. Traectoria dintelui este redată în (**Figura III.3.6**) în patru poziții succesive, prin

rotirea tamburilor cu un grad în sensuri opuse (similar cu rotirea normală a tamburilor în timpul procesului de electroplasmoliză).

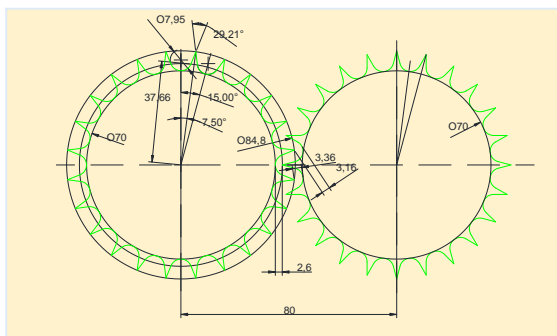


Figura III.3.6.a.

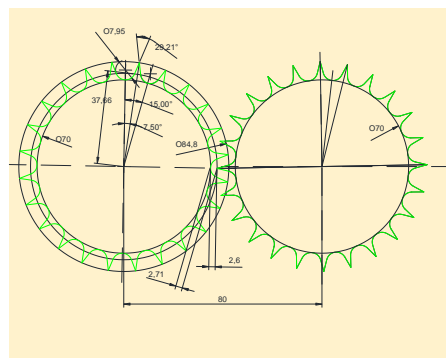


Figura III.3.6.b

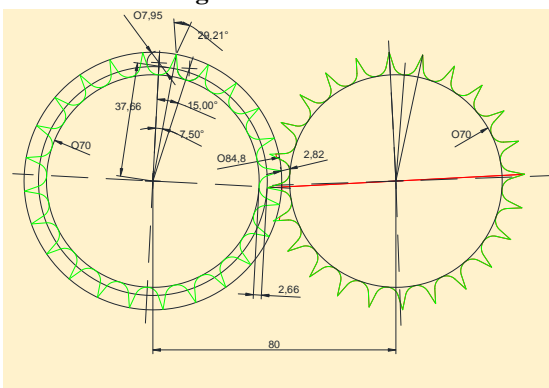


Figura III.3.6.c.

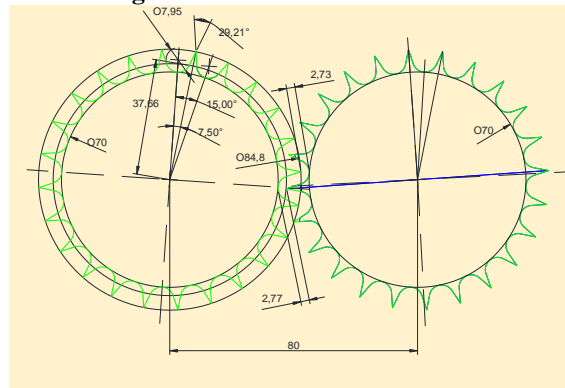


Figura III.3.6.d

Figura III.3.6.

Din secțiune se observă că distanța minimă dintre vârful dintelui unui tambur și golul dintre doi dinți celuilalt tambur este de 2,6 mm. Profilul dintelui așa cum rezulta din **Figura III.3.6.a.**, este astfel determinat încât distanța se păstrează constantă prin rotirea celor 2 tamburi în sensuri contrare cu ajutorul unei transmisii de roți dințate cu dinți drepți cu $z=40$ și modul 2. Distanța dintre axe este de 80 mm.

Pe generatoarele dinți sunt înclinați la 12 grade, pentru ca la rotirea tamburului sfârșitul unui dinte să corespundă cu începutul dintelui următor.

Ansamblu colector-port, perii-perii pentru conectarea continuă a tamburilor la blocul de alimentare și comandă, asigură legătura electrică a tamburilor cu sursa de alimentare.

Ansamblu de acționare (rotire) a tamburilor cu roți dințate, asigură rotirea în sens contrar a celor 2 perechi de tamburi. În funcție de distanța dintre axe se pot schimba roțile dințate.

Bena de alimentare, asigură alimentarea și dirijarea (conducerea) boștinei către cele două perechi de tamburi.

Modelarea matematică cu ajutorul programului FEMM pentru simularea în regim electrostatic a procesului (densitatea de câmp) la o pereche de tamburi cu geometria de mai sus la distanța de 2,5mm între vârful și golul de dinte și respectiv 7 mm între vârfuri (**Figura III.3.7.** și **Figura III.3.8.**).

- Potențialele pe tamburi: +50V / -50V.
- Permitivitate relativă struguri: 1

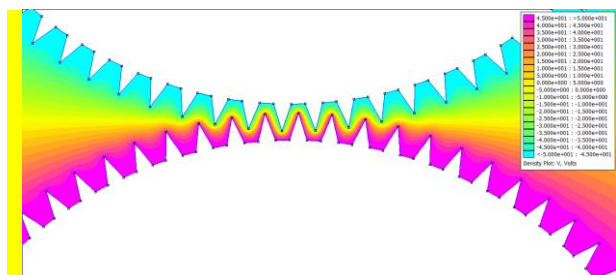


Figura III.3.7.

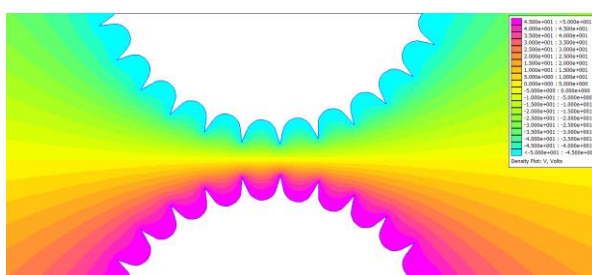


Figura III.3.8.

ACTIVITATEA III.4. Realizare și experimentarea modelului funcțional preliminar pentru tratarea mustuelii/boștină prin electroplasmoliză

Pentru început s-a realizat un model cu distanța între axe de 80 mm și cu lățimea tamburilor de 10 mm (Figura III.4.1).

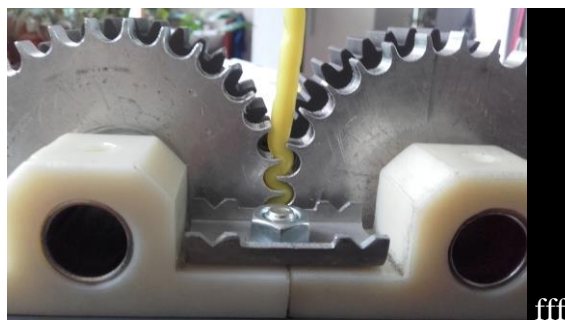


Figura III.4.1.

S-a utilizat din material plastic pentru a putea urmări traiectoria unui dinte și păstrarea constantă a distanței (practic a fantei prin care trece boștina). După determinarea formei corecte a dintelui s-au realizat 4 bucăți de tamburi pentru modelul funcțional care se montează pe un suport-sașiu. Tamburii au lățimea de 45mm și 30 dinți înclinați la 12° față de generatoare și sunt alimentați la sursa de tensiune pulsatorie. Cele două perechi de tamburi sunt montate în V pentru a asigura împingerea boștinei (Figura III.4.2.).

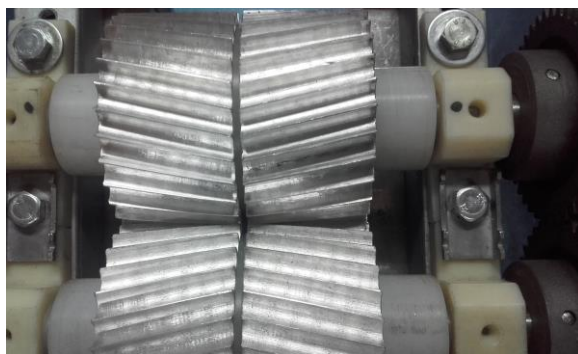


Figura III.4.2.

Echipamentul realizat este prezentat în Figura III.4.3., desenele sunt prezentate în (Anexa III.4.2.).

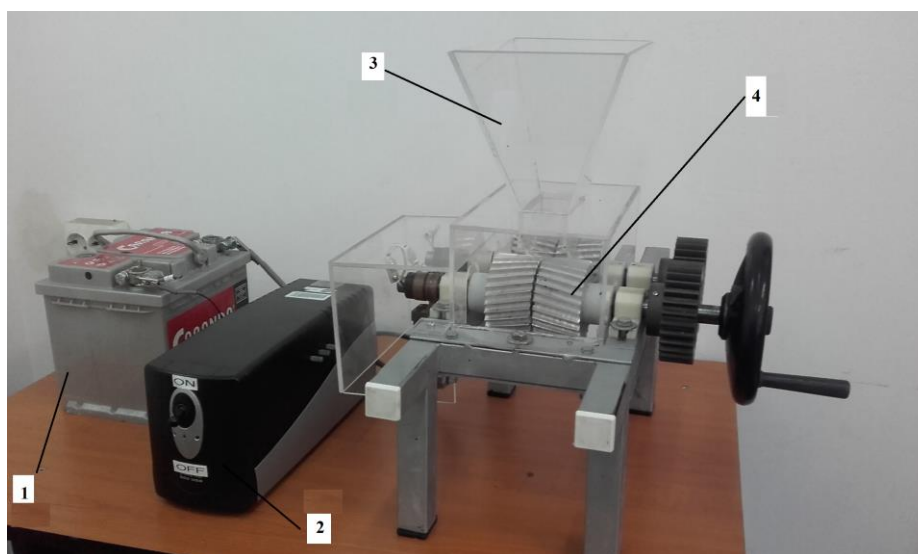


Figura III.4.3. Stand experimental pentru tratarea mustuelii/boștină:
1- sursa de alimentare; 2- bloc de comandă; 3- benă; 4- subansamblu tamburi

Sursa de alimentare este un acumulator de 12Vcc, 70 Ah. Blocul de comandă are următoarea componență: sursa de înaltă tensiune în impulsuri, întrerupătorul ON-OFF și butoanele de reglaj tensiune și frecvență.

Montajul pentru măsurarea semnalului de ieșire este prezentat în **Figura III.4.4**. Pentru a măsura tensiunea la ieșirea transformatorului de linii, a fost folosit un divizor rezistiv format din 20 de rezistențe de $1\text{M}\Omega$ și una de $1\text{k}\Omega$ rezultând un raport de transformare de 1:2000. Pentru achiziția semnalelor a fost folosit un osciloscop LECROY Wavesurfer 422.



Figura III.4.4. Montajul pentru măsurarea semnalului de ieșire

Semnalul de comandă este prezentat în **Figura III.4.5.**, iar semnalul de ieșire este prezentat în **Figura III.4.6**.

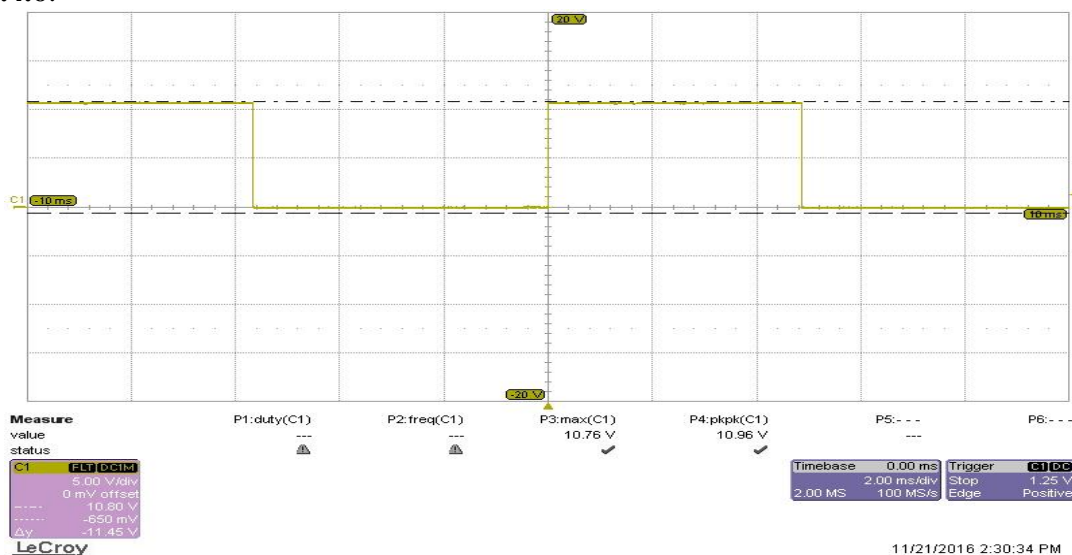


Figura III.4.5. Semnalul de comandă măsurat

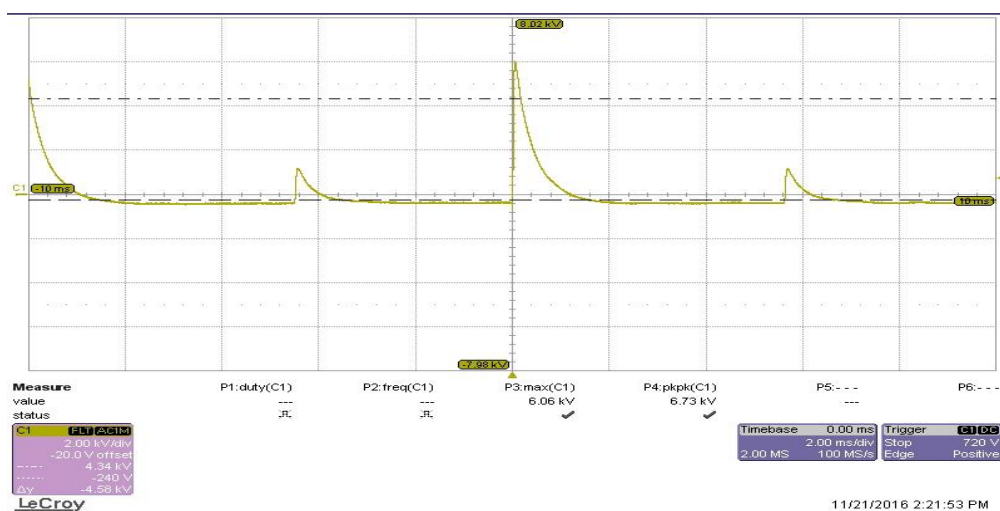


Figura III.4.6. Semnalul la ieșire măsurat

Se observă că rezultatul obținut după măsurători este un impuls de tensiune de aproximativ 8kV, apropiat ca valoare și formă de rezultatul obținut în simulare.

Determinările experimentale s-au efectuat la Universitatea din Oradea cu participarea celor 3 parteneri ai proiectului. Aspecte din timpul desfășurării determinărilor experimentale (**Figura III.4.7.**, **Figura III.4.8.**). S-au efectuat experimentări pe două soiuri de struguri: Merlot și Pinot Noir pentru două distanțe între tamburi 2,5 mm între vârf și gol și 7 mm între vârfurile celor două perechi de tamburi aflați în mișcare de rotație.



Figura III.4.7.



Figura III.4.8.

În **Tabelul III.4.1.** sunt prezentați parametrii de lucru pentru determinările experimentale efectuate.

Tabelul III.4.1.

Nr. proba	Soi vin	Distanța tamburi	Omogenizare probe	Setare câmp pulsatoriu	Tensiune	Durata puls	Frecvența	Ordinea efectuării	Alte notații observații
P1	Pinot Noir	7 mm	nu	1	7kV	150 s	178Hz	1	PN_PEF_11
P2	Pinot Noir	7 mm	nu	2	8kV	300 s	344Hz	2	PN_PEF_12
P3	Pinot Poir	2,5 mm	nu	1	7kV	150 s	178Hz	3	PN_PEF_13
P4	Pinot Noir	2,5 mm	da	2	8kV	300 s	344Hz	4	PN_PEF_14
P5	Pinot Noir	2,5 mm	nu	2	8kV	300 s	344Hz	5	PN_PEF_15
P6	Merlot	7 mm	nu	1	7kV	150 s	178Hz	6	MT_PEF_21
P7	Merlot	7 mm	nu	2	8kV	300 s	344Hz	7	MT_PEF_22
P8	Merlot	2,5 mm	nu	1	7kV	150 s	178Hz	8	MT_PEF_23
P9	Merlot	2,5 mm	nu	2	8kV	300 s	344Hz	9	MT_PEF_24
P10	Merlot	2,5 mm	da	2	8kV	300 s	344Hz	10	MT_PEF_25

▪ toate probele au fost trecute de 2 ori prin agregatul de plasmoliză
 timpul mediu de trecere pentru o cantitate de 200 ml boștină (un polonic) 10-12 secunde pentru distanța de 7mm și 150-180 secunde pentru distanța de 2,5mm.

ACTIVITATEA III.5. Stabilire flux tehnologic pentru soiurile de struguri care se pretează cel mai bine la tratarea prin electroplasmoliză

Tehnologia de vinificare primară a constat din:

- desciorcinare, urmărind îndepărtarea ciorchinilor, astfel încât să separăm boabele;
- zdrobirea boabelor având grijă să nu spargem semințele care ar fi adus suplimentar taninuri;
- boabele zdrobite le-am separat pe soiuri și pe variante de tratament;
- separarea mustului s-a făcut după două zile de la tratament.

Fermentarea

Fermentarea s-a făcut separat pe probe în damigene de sticlă protejate cu dop de fermentare. Drojdiile utilizate au fost **Lallemant** cu putere mare alcooligenă și rezistență la temperaturi scăzute. Fermentarea a fost protejată, temperatura de fermentație a fost menținută la 18...20 °C. Durata fermentației a fost între 11 și 14 zile.

Separarea drojdiilor și stabilizarea

La terminarea fermentării s-a procedat la separarea drojdiei prin pritoc deschis, separând vinul limpede. După separarea drojdiei prin pritoc am procedat la protejarea cu metabisulfid de potasiu 150 mg/litru și tratament cu bentonită de un gram pe litru.

După 12 zile de limpezire vinurile aproape toate au reacționat pozitiv și au fost transferate prin pritoc închis în sticle de 750 ml, vinurile în final fiind limpezi și stabile.

III.5.1. Vinificarea strugurilor din soiul Pinot Noir

Strugurii din soiul Pinot Noir au fost recoltați din localitatea Sântimreu, comuna Sălard, județul Bihor, din producția anului 2016. Pinot Noirul este un soi deficitar în antociani și din aceste considerente este necesar un transfer cât mai complet de culoare.

Vinificarea a început cu o separare a boabelor de ciorchine pentru a evita transferul de acid malic și tanin responsabil de astringența agresivă care ar afecta gustul și postgustul.

Boabele de struguri au fost zdrobite cu un zdrobitor reglat cu distanțe de 3 mm astfel încât să realizeze spargerea boabelor fără a sparge și semințele care ar avea ca și consecință transferul de uleiuri sicative cu influență negativă în limpezirea ulterioară și stabilitate precum și influențe negative organoleptice în posibilă apariție a gustului de rânced.

Mustuiala rezultată prin zdrobirea boabelor compusă din must, pielițe și semințe, a fost fracționată pe probe (5 probe a câte 10 kg fiecare și o probă martor) care au urmat fiecare un alt procedeu de macerare.

Macerarea clasică a fost făcută în vase închise timp de șapte zile, în fiecare zi amestecând pielițele în masa mustului și stimulând astfel enzimele proteolitice care trec protopectina în pectină solubilă, dizolvând astfel membrana celulară și eliberând antocianii. Acest proces a fost protejat împotriva oxidării prin tratament cu metabisulfid de potasiu care eliberează treptat în prezența acidității mustului dioxidul de sulf care este un puternic antioxidant.

Macerarea în urma procedurii PEF (câmp electric pulsatoriu), am aplicat-o în mai multe variante așa cum rezultă din descrierea procedurilor, afectând membrana celulelor pieleiței încă de la prima aplicare, astfel că am putut trece la separarea mustului imediat (a doua zi) după aplicarea tratamentului.

Presarea în condiții de laborator a fost aplicată utilizând o presă mecanică manuală pe principiu hidraulic cu șurub, cu presare în două reprize și separarea mustului de tescovină.

Fermentarea în damigene de sticlă cu gol de fermentare în care am dozat drojdiile Lallemant uscate dar hidratate în prealabil conform indicațiilor tehnice. Protecția în fermentare a fost realizată cu dop de fermentare care a asigurat eliminarea bioxidului de carbon, fără a permite accesul aerului exterior. Temperatura de fermentare a fost variabilă între 18-21 °C, corectă pentru vinul roșu. Durata fermentației a fost de 11 zile, timp în care am verificat transformarea zaharurilor în alcool pe baza substanței uscate.

Separarea drojdiilor a fost realizată prin pritoc închis, astfel încât să protejăm vinul de oxidare. Operația de limpezire și stabilizare proteică a fost realizată prin cleire cu bentonită, cu doza de 1g /litru și protecție antioxidativă cu dioxid de sulf utilizând metabisulfid de potasiu în doză de 150 mg /litru.

Pritocul final al vinului limpezit și stabilizat a fost realizat după 12 zile când depozitul de bentonită a fost realizat după depunerea integrală a gelului din suspensie. Separarea s-a făcut închis cu transvazare în sticle mai mici astfel încât să putem preleva probe pentru analiză pe toată perioada derulării proiectului.

III.5.2. Vinificarea strugurilor din soiul Merlot

Strugurii din soiul Merlot au fost recoltați din localitatea Sântimreu, comuna Sălard, județul Bihor, din producția anului 2016. Soiul de struguri Merlot este un soi versatil, cu acumulare consistentă atât de zaharuri cât și de antociani.

Vinificarea a început cu o separare a boabelor de ciorchine pentru a evita transferul de acid malic și tanin responsabil de astringența agresivă care ar afecta gustul și postgustul.

Boabele de struguri au fost zdrobite cu un zdrobitor reglat cu distanțe de 3 mm astfel încât să realizeze spargerea boabelor fără a sparge și semințele care ar avea ca și consecință transferul de uleiuri sicative cu influență negativă în limpezirea ulterioară și stabilitate precum și influențe negative organoleptice în posibilă apariție a gustului de rânced.

Mustuiala rezultată prin zdrobirea boabelor compusă din must, pielițe și semințe a fost fracționată pe probe (5 probe a câte 10 kg fiecare și o probă martor) care au urmat fiecare un alt procedeu de macerare.

Macerarea clasică a fost realizată în vase închise timp de șapte zile, în fiecare zi amestecând pielițele în masa mustului și stimulând astfel enzimele proteolitice care trec protopectina în pectină solubilă, dizolvând astfel membrana celulară și eliberând antocianii. Acest proces a fost protejat împotriva oxidării prin tratament cu metabisulfid de potasiu care eliberează treptat în prezența acidității mustului dioxidul de sulf, care este un puternic antioxidant.

Macerarea în urma procedurii PEF (câmp electric pulsatoriu), a fost aplicată în mai multe variante, așa cum rezultă din descrierea procedurilor, afectând membrana celulelor pieliței încă de la prima aplicare, astfel că am putut trece la separarea mustului imediat a doua zi după aplicarea tratamentului.

Presarea în condiții de laborator a fost aplicată utilizând o presă mecanică manuală pe principiu hidraulic cu șurub, cu presare în două reprize și separarea mustului de tescovină.

Fermentarea în damigene de sticlă cu gol de fermentare în care am dozat drojzii Lallemand uscate dar hidratate în prealabil conform indicațiilor tehnice. Protecția în fermentare a fost realizată cu dop de fermentare care a asigurat eliminarea bioxidului de carbon, fără a permite accesul aerului exterior. Temperatura de fermentare a fost variabilă între 18-21 °C, corectă pentru vinul roșu. Durata fermentației a fost de 12 zile timp în care am verificat transformarea zaharurilor în alcool pe baza substanței uscate.

Separarea drojdiilor a fost realizată prin pritoc închis, astfel încât să protejăm vinul de oxidare. Operația de limpezire și stabilizare proteică a fost realizată prin cleire cu bentonită cu doză de 1g /litru și protecție antioxidativă cu dioxid de sulf utilizând metabisulfid de potasiu în doză de 150 mg /litru.

Pritocul final al vinului limpezit și stabilizat a fost făcut după 12 zile când depozitul de bentonită a fost realizat, după depunerea integrală a gelului din suspensie. Separarea s-a făcut închis cu transvazare în sticle mai mici astfel încât să putem preleva probe pentru analiză pe toată perioada derulării proiectului.

ACTIVITATEA III.6. Testare și definitivare Pachet programe WINETECH de soluționare a câmpului electromagnetic

Soluția problemei de câmp electrocinetic este ilustrată în **Figura III.6.1**. Rețeaua FEM este cea din **Figura III.2.4.**, dar, pentru a putea distinge liniile echipotențiale, în posprocesorul elaborat de către partenerul P2 (Universitatea Politehnică București), a fost aleasă o rețea mult mai rară.

Cu pierderile specifice rezultate din problema electrocinetică, a fost soluționată problema de difuzie termică. Nu am considerat că este util să se țină cont de deplasarea tamburilor (în etapele precedente, a fost folosit programul FEMM în problema electrostatică și deplasarea a rezultat printr-o succesiune de probleme statice). Încălzirea ce rezultă din tamburii staționari, determină viteza de rotație a

tamburilor, astfel încât temperatura să nu depășească o valoare limită. In **Figurile III.6.2.a-III.6.2.n**, sunt prezentate izotermele în funcție de timp, specificându-se și temperatura maximă din boștină.

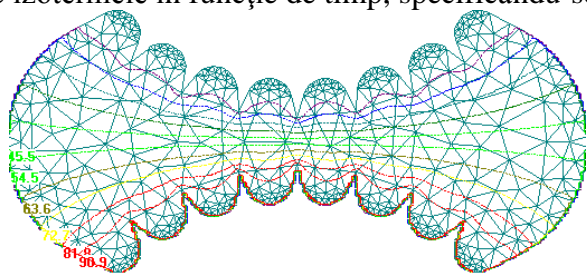


Figura III.6.1. Linii echipotențiale în problema electrocinetică

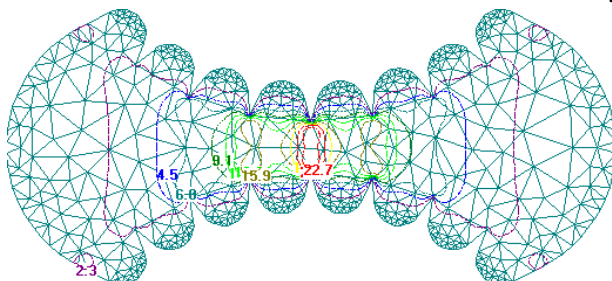


Figura III.6.2. a. Izoterme la timpul $t=12$ s, ($T_{max} = 25^{\circ}\text{C}$)

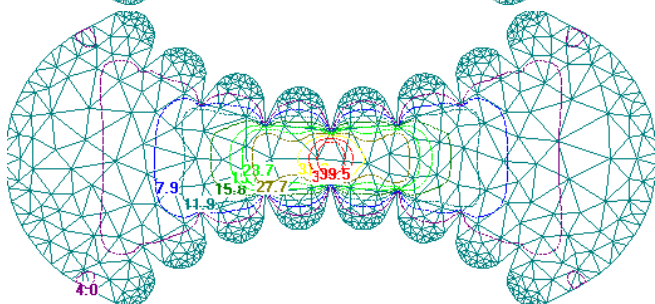


Figura III.6.2.b. Izoterme la timpul $t=24$ s, ($T_{max} = 43.5^{\circ}\text{C}$)

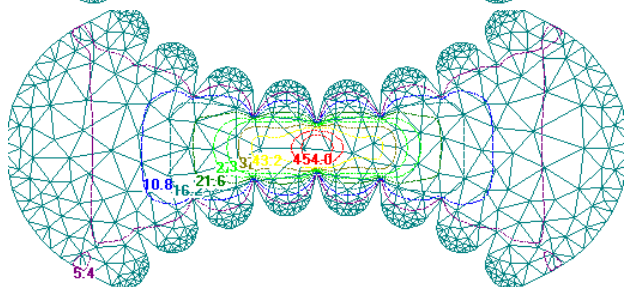


Figura III.6.2.c. Izoterme la timpul $t=36$ s, ($T_{max}=59^{\circ}\text{C}$)

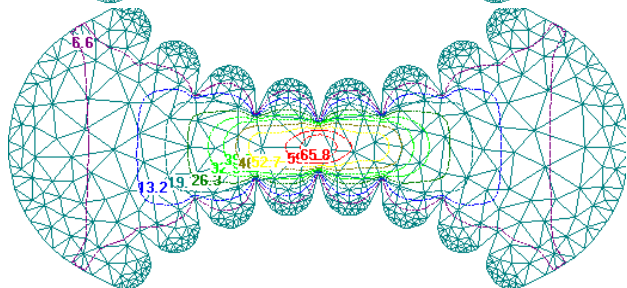


Figura III.6.2.d. Izoterme la timpul $t=48$ s, ($T_{max} = 72.4^{\circ}\text{C}$)

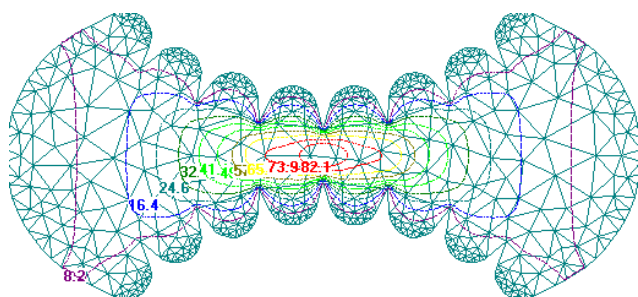


Figura III.6.2.e. Izoterme la timpul $t=68$ s, ($T_{max} = 90.3^{\circ}\text{C}$)

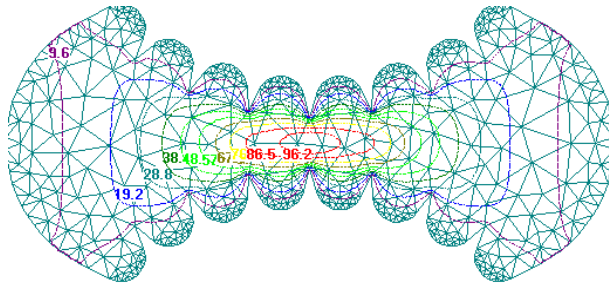


Figura III.6.2.f. Izoterme la timpul $t=92$ s,
($T_{max} = 106$ °C)

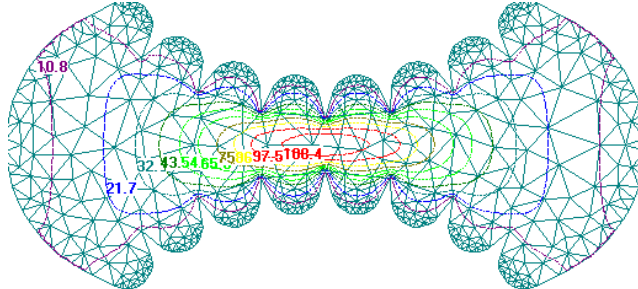


Figura III.6.2.g. Izoterme la timpul $t=121.6$ s,
($T_{max} = 119.2$ °C)

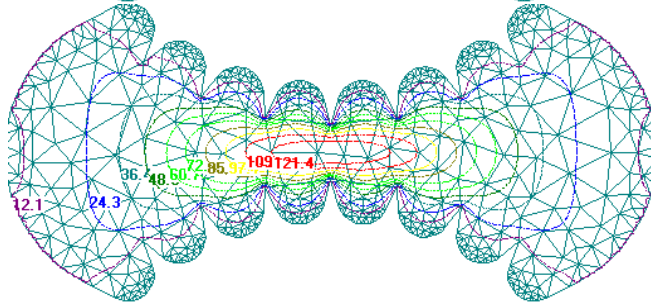


Figura III.6.2.h. Izoterme la timpul $t=169.6$ s,
($T_{max} = 133.7$ °C)

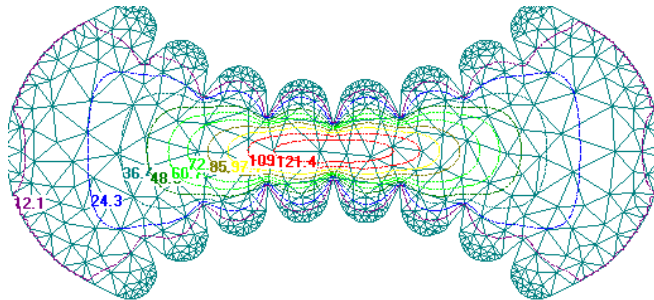


Figura III.6.2.i. Izoterme la timpul $t=224.8$ s,
($T_{max}=143$ °C)

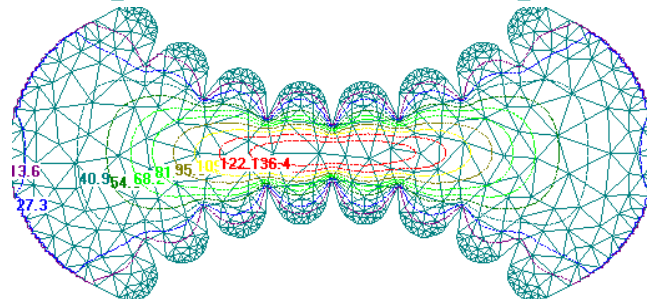


Figura III.6.2.j. Izoterme la timpul $t=320.8$ s,
($T_{max} = 150$ °C)

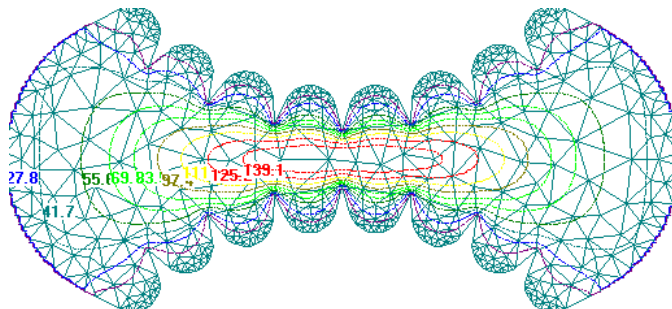


Figura III.6.2.k. Izoterme la timpul $t=426.4$ s,
($T_{max} = 153$ °C)

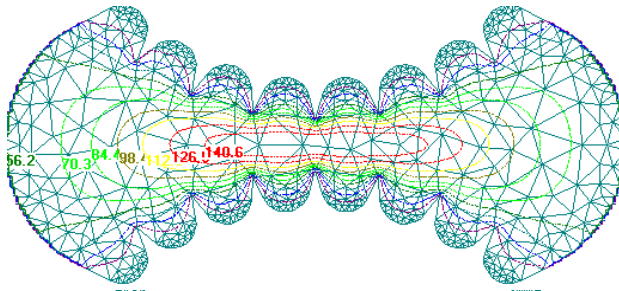


Figura III.6.2.l. Izoterme la timpul $t=618.4$ s,
($T_{max} = 154.7^{\circ}\text{C}$)

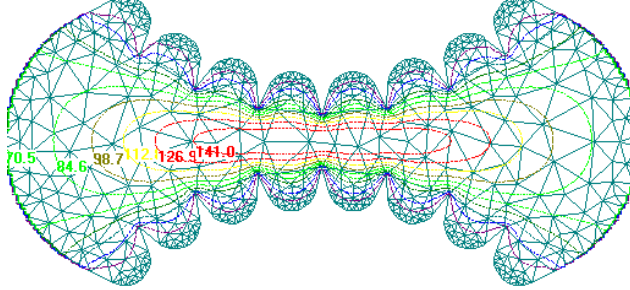


Figura III.6.2.m. Izoterme la timpul $t=810.4$ s,
($T_{max}=155^{\circ}\text{C}$)

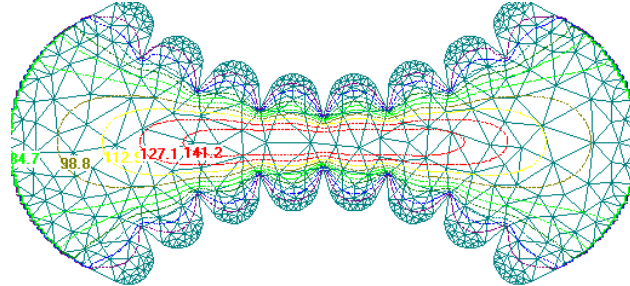


Figura III.6.2.n. Izoterme la timpul $t=1002.4$ s,
($T_{max} = 155.3^{\circ}\text{C}$)

Din rezultatele prezentate în **Figura III.6.2.a - III.6.n**, rezultă un fapt extrem de important: după cca. 300 s se ajunge la temperatura asimptotică și, în continuare, temperatura se răspândește pe masa de boștină. Evoluția în timp a temperaturii maxime este dată în **Figura III.6.3**. Temperatura maximă de 25°C se atinge după cca 12 s. De aici rezultă că viteza de rotație a tamburilor trebuie astfel aleasă încât boștina să se deplaseze cu un pas dentar în cca 12 s (vezi și **Figura III.6.2.a**). Dacă însă, tensiunea de alimentare crește de k ori, pierderile cresc de k^2 ori și, datorită liniarității ecuației (III.2.1), aceasta va fi verificată de o soluție de k^2 ori mai mare. În **Figura III.6.3**, valorile de pe ordonată cresc de k^2 ori, de unde rezultă și timpul de deplasare al boștinei.

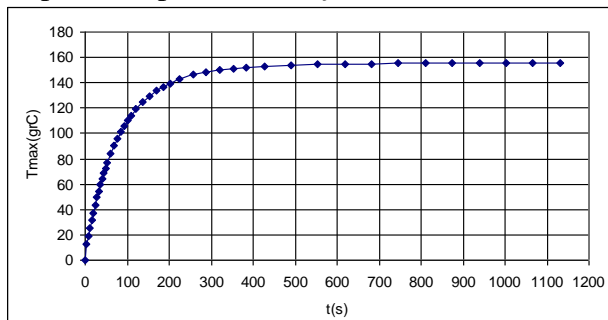


Figura III.6.3. Evoluția în timp a temperaturii maxime

ACTIVITATEA III.7. Elaborare documentație sursă de tensiune pentru model funcțional

Sursa de tensiune pentru modelul funcțional se compune din:

- Generator de înaltă frecvență RFG – 1K;
- Adaptor de impedanță
- Generator impulsuri;
- Amplificator;
- Transformator ridicător de tensiune.

Generatorul de înaltă frecvență RFG 1K (1kW / 1000 Watt) face parte din gama generatoarelor de înaltă eficiență. Acestea sunt echipamente de precizie destinate aplicațiilor științifice și industriale. Construcția lor robustă, folosind cele mai noi tehnici referitoare la modulele de comutație și proiectarea tip solid-state a circuitelor electronice asigură o durată de viață crescută și o funcționare lipsită de probleme chiar și în medii dificile.

- Puterea la ieșire a generatorului este complet ajustabilă între zero și puterea maximă. Sistemul de control tip feedback asigură ca puterea la ieșire să fie constantă și valoarea ei să poată fi reprodusă. Măsurătorile puterii undei incidente și a celei reflectate sunt calibrate la nivel intern pentru a oferi o acuratețe cât mai mare pe întregul interval al puterii de ieșire.
- O tensiune aplicată din exterior de 0 până la 5 volți poate fi utilizată pentru a controla puterea la ieșire.

Caracteristici Principale:

- Design standard tip rack;
- Tensiunea de operare: 110-240 V;
- Dimensiuni L: 502mm x H: 88mm x l: 482mm;
- Control de înaltă precizie a puterii (complet ajustabil între 0 și puterea maximă);
- Operare cu impulsuri rapide de la intrarea TTL/CMOS;
- Controlul extern al tensiunii de ieșire (util în aplicații de acoperire prin pulverizare catodică);
- Sistemul de control tip feedback asigură ca puterea la ieșire să rămână constantă și valoarea ei să poată fi reprodusă;
- Măsurătorile puterii undei incidente și a celei reflectate sunt calibrate la nivel intern pentru a oferi o acuratețe cât mai mare pe întregul interval al puterii de ieșire;
- Afișaj valori putere undă incidentă, putere undă reflectată, putere totală, reglaj.
- Frecvențe disponibile (2MHz, 13.56MHz, 27.12MHz și 40.68MHz) în mod standard.

Generatorul de impulsuri are la bază circuitul integrat SG3525A care este capabil să genereze impulsuri cu factor de umplere variabil într-o gamă largă de frecvențe (100 Hz - 400 kHz). Frecvențele folosite sunt în plaja 100 – 300 Hz. Circuitul integrat necesită foarte puține componente electronice exterioare și poate opera cu tensiuni de alimentare în plaja 8,0 – 35 Vcc. Schema bloc funcțională a circuitului este prezentată în **Figura III.7.1**.

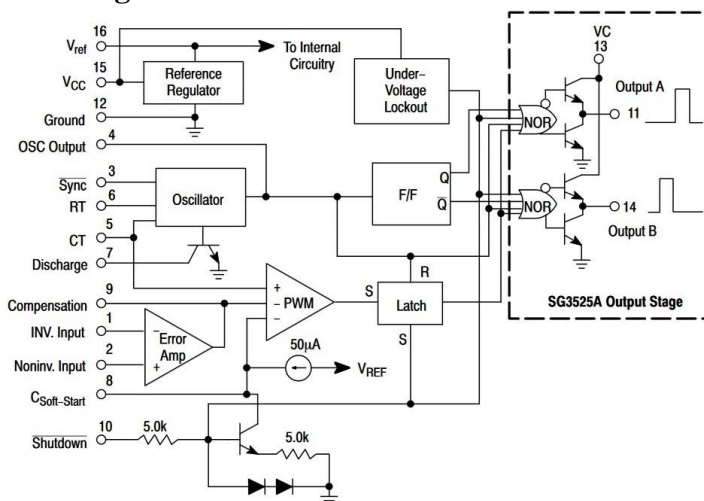


Figura III.7.1.

Amplificatorul de putere este cel care amplifică impulsurile generate și comandă înfășurarea primară a transformatorului de impulsuri ridicător de tensiune. Este constituit din doi tranzistori cu efect de câmp ce funcționează în paralel. Tranzistorii au fost astfel aleși încât căderea de tensiune drenă-sursă, atunci când sunt în conducție, să fie foarte mică, $R_{DS(on)} = 13m\Omega$. De asemenea frecvența de comutare suportată este foarte mare ceea ce conduce la pierderi foarte mici de comutație. Tipul tranzistorilor este IRF 2807 iar principalele caracteristici sunt date în **Tabelul 7.1**.

Tabelul 7.1.

Electrical Characteristics @ $T_J = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise specified)

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
$V_{(BR)DSS}$	Drain-to-Source Breakdown Voltage	75	—	—	V	$V_{GS} = 0V, I_D = 250\mu A$
$\Delta V_{(BR)DSS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	0.074	—	V/°C	Reference to $25^\circ\text{C}, I_D = 1mA$
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	—	13	m Ω	$V_{GS} = 10V, I_D = 43A$ ④
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	2.0	—	4.0	V	$V_{DS} = V_{GS}, I_D = 250\mu A$
g_{fs}	Forward Transconductance	38	—	—	S	$V_{DS} = 50V, I_D = 43A$ ④
I_{DSS}	Drain-to-Source Leakage Current	—	—	25	μA	$V_{DS} = 75V, V_{GS} = 0V$
		—	—	250	μA	$V_{DS} = 60V, V_{GS} = 0V, T_J = 150^\circ\text{C}$
I_{GSS}	Gate-to-Source Forward Leakage	—	—	100	nA	$V_{GS} = 20V$
	Gate-to-Source Reverse Leakage	—	—	-100	nA	$V_{GS} = -20V$
Q_g	Total Gate Charge	—	—	160	nC	$I_D = 43A$
Q_{gs}	Gate-to-Source Charge	—	—	29	nC	$V_{DS} = 60V$
Q_{gd}	Gate-to-Drain ("Miller") Charge	—	—	55	nC	$V_{GS} = 10V$, See Fig. 6 and 13
$t_{d(on)}$	Turn-On Delay Time	—	13	—	ns	$V_{DD} = 38V$
t_r	Rise Time	—	64	—	ns	$I_D = 43A$
$t_{d(off)}$	Turn-Off Delay Time	—	49	—	ns	$R_G = 2.5\Omega$
t_f	Fall Time	—	48	—	ns	$V_{GS} = 10V$, See Fig. 10 ④
L_D	Internal Drain Inductance	—	4.5	—	nH	Between lead, 6mm (0.25in.) from package and center of die contact
L_S	Internal Source Inductance	—	7.5	—	nH	
C_{iss}	Input Capacitance	—	3820	—	pF	$V_{GS} = 0V$
C_{oss}	Output Capacitance	—	610	—	pF	$V_{DS} = 25V$
C_{rss}	Reverse Transfer Capacitance	—	130	—	pF	$f = 1.0MHz$, See Fig. 5
E_{AS}	Single Pulse Avalanche Energy ②	—	1280	340	mJ	$I_{AS} = 50A, L = 370\mu H$

Source-Drain Ratings and Characteristics

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
I_S	Continuous Source Current (Body Diode)	—	—	82	A	MOSFET symbol showing the integral reverse p-n junction diode.
I_{SM}	Pulsed Source Current (Body Diode) ①	—	—	280	A	
V_{SD}	Diode Forward Voltage	—	—	1.2	V	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_S = 43A, V_{GS} = 0V$ ④
t_{rr}	Reverse Recovery Time	—	100	150	ns	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_F = 43A$
Q_{rr}	Reverse Recovery Charge	—	410	610	nC	$di/dt = 100A/\mu s$ ④
t_{on}	Forward Turn-On Time	Intrinsic turn-on time is negligible (turn-on is dominated by L_S+L_D)				

Transformatorul ridicător de tensiune permite creșterea tensiunii furnizate de sursa de alimentare (12Vcc) până la valoarea de max. 8 kV.

Transformatorul este alimentat în impulsuri cu factor de umplere variabil în funcție de tensiunea dorită la ieșirea instalației. Valoarea până la care crește curentul în înfășurarea primară și deci, tensiunea în înfășurarea secundară depind de durata impulsului furnizat de circuitul SG3525A și amplificat în curent de etajul amplificator de putere.

Transformatorul este constituit dintr-o înfășurare primară, formată din 200 - 300 de spire din sârmă de cupru izolată, de circa 1mm grosime, înfășurate pe un miez de fier moale, și o înfășurare secundară care are 15.000... 20.000 de spire, făcute dintr-o sârmă de cupru izolată foarte subțire (0,1 mm grosime).

Caracteristicile transformatorului sunt :

- tensiune normală a înfășurării primare (amplitudine impuls) 12 + 0,2V;
- rezistența înfășurării primare de 1,954 Ω ;
- rezistența înfășurării secundare de 3880 Ω ;
- curentul maxim în primar 3A;
- puterea de cca. 36W.

Evaluarea tensiunii secundare a transformatorului poate fi făcută astfel:

- se consideră că pentru distanța de 1mm între electrozii unui eclator la presiune normală și în atmosferă uscată, corespunde o tensiune de aproximativ 3000 V, va rezulta ca:
 - la 3mm corespunde o tensiune de aproximativ 6000 V;
 - la 5mm corespunde o tensiune de aproximativ 8500 V;
 - la 13mm corespunde o tensiune de aproximativ 16200V

Schema electrică a sursei este prezentată în **Figura III.7.2.**

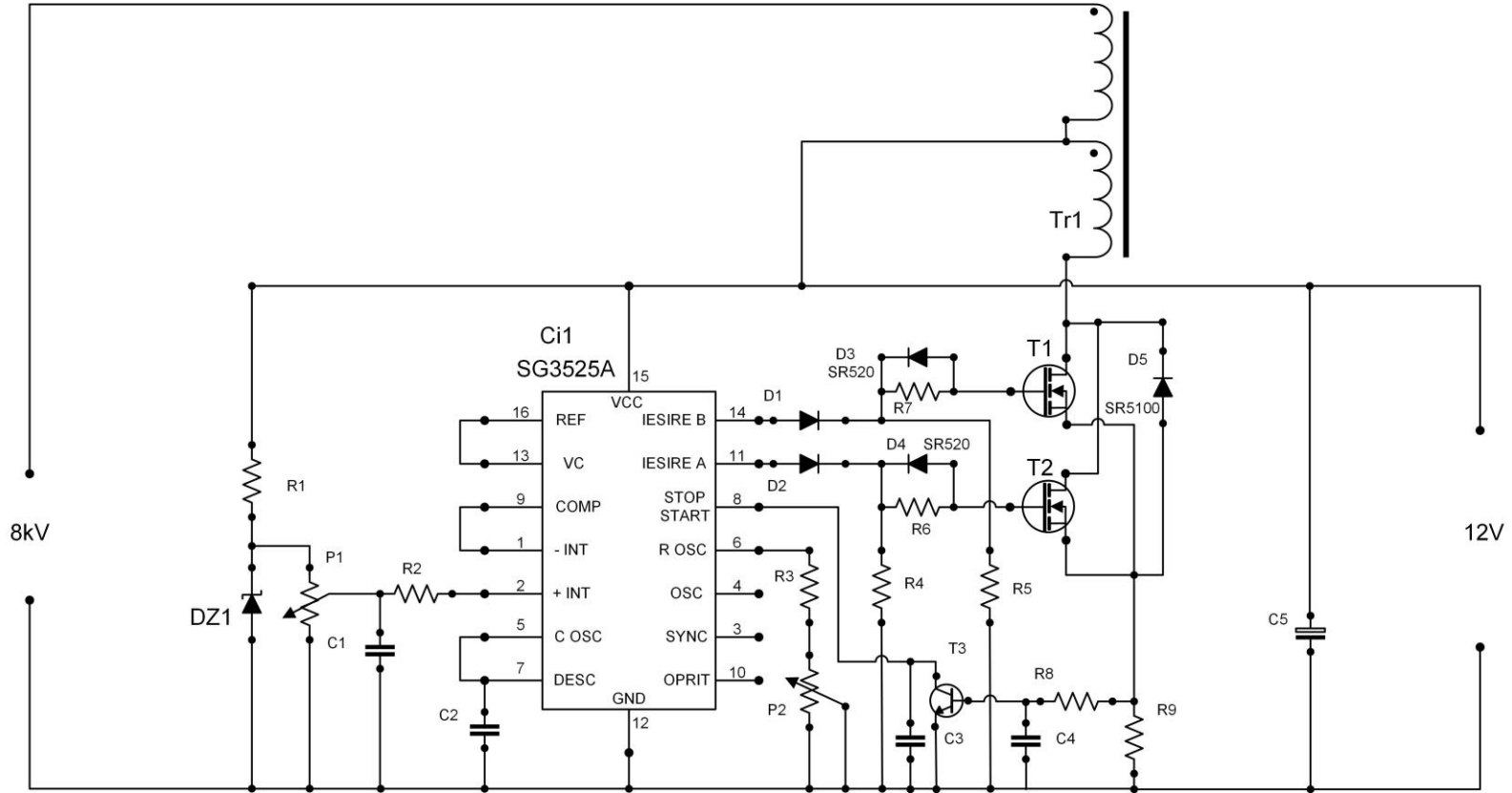


Figura III.7.2

Concluzii

Cercetările efectuate în cadrul acestei etape au condus la concluzia că utilizarea câmpului electric pulsatoriu (PEF) în procesul de producere a vinurilor poate fi considerată o tehnologie nouă. Prin această metodă se obțin vinuri roșii cu un conținut mai ridicat de compuși polifenolici, se reduce timpul de macerare, crește intensitatea culorii în toate cazurile studiate.

Timpul de macerare pentru probele netratate 14 zile iar pentru probele tratate în câmp electric pulsatoriu (PEF) a fost de 11 zile, temperatura de fermentație a fost menținută la 18...20 °C. Pentru toate probele au fost utilizate drojdiile **Lallemand** cu putere mare alcooligenă și rezistență la temperaturi scăzute.

Prin utilizarea tratamentului (PEF) s-a constatat o creștere a capacității antioxidante a mustului pentru ambele soiuri de struguri. Rezultatele cele mai semnificative au fost obținute atunci când distanța dintre tamburi a fost de 2,5 mm.

Compuși polifenolici se regăsesc în vinuri în cantitate mai mică de aproximativ 3 ori comparativ cu mustul. Probelor de vin se respectă aceeași ordine cu privire la cantitatea în compuși polifenolici care s-au determinat ca și în cazul mustului. În ordine descrescătoare în cazul vinului Pinot Noir se găsesc probele: PN_PEF_14 > PN_PEF_13 > PN_PEF_15 > PN_PEF_12 > PN_M > PN_PEF_12. În cazul vinului Merlot, în ordine descrescătoare sunt următoarele probe: MT_PEF_24 > MT_PEF_25 > MT_PEF_23 > MT_PEF_22 > MT_M > MT_PEF_21.

Cea mai mare cantitate de flavonoide se găsește în mustul provenit de la strugurii Pinot Noir (2339.032 mg CE/L), în timp ce în cazul mustului provenit de la strugurii Merlot cantitatea a fost de (1690.251 mg CE/L).

În cazul mustului Pinot Noir, tratamentul cu PEF a avut ca rezultat o scădere a acestor compuși cu 15,19%, respectiv 26,63% pentru probele PN_PEF_11, respectiv PN_PEF_12. Micșorarea distanțelor dintre tamburi de la 7 mm la 2,5 mm, a avut ca rezultat o extracție mult mai eficientă a flavonoidelor, conținutul în acești compuși fiind crescut cu 64,53% și 63,86% în probele PN_PEF_13, respectiv PN_PEF_14, comparativ cu martorul (PN_M). Introducerea etapei de centrifugare, înainte de tratamentul cu PEF a avut ca rezultat o creștere de 7,29% (PN_PEF_15) comparativ cu martorul.

Tratamentul cu PEF a mustuielii provenite de la strugurii Merlot a avut ca rezultat o creștere în compuși flavonoidici în cazul tuturor probelor.

Cantitatea cea mai mare de pigmenți antocianici a fost întâlnită la mustul Merlot, de 155,09 mg/L, în timp ce în mustul Pinot Noir a fost doar 75,35 mg/L.

Cantitatea de pigmenți antocianici este mai mică (6,32%, respectiv 14,30%), în cazul probelor tratate PEF, atunci când distanța dintre tamburi este mare (7 mm), în timp ce la distanță mai mică se observă o creștere semnificativă (39,28% și 43,27%).

În cazul tratamentului PEF la strugurii Merlot, s-a înregistrat la toate variantele experimentale creșteri în pigmentul antocianic.

În urma tratamentului cu PEF în cazul strugurilor Merlot, s-a constatat o creștere a concentrației de compuși polifenolici totali, cu excepția probei MT_PEF_21 (U=7 kV, f=178 Hz) unde concentrația acestora a scăzut. Prin creșterea tensiunii și a frecvenței (U=8 kV, f=344 Hz) și prin micșorarea distanței dintre tamburi, concentrația de compuși polifenolici a crescut cu 8,19% față de martor. În urma etapei de centrifugare creșterea a fost mult mai mare 38,562% (MT_PEF_25).

Utilizarea câmpului electric pulsatoriu (PEF) a facilitat extragerea polifenolilor din piețele de struguri în timpul macerării. Pentru a vedea dacă nivelurile ridicate de compuși polifenolici contribuie la ridicarea calității vinului, acesta a fost depozitat în sticle și expus la îmbătrânire. Vinurile obținute vor fi monitorizate timp de un an de zile.

ACTIVITATEA III.8. Diseminarea rezultatelor

1. **Livia Bandici, Gheorghe Emil Bandici** - *Grape Processing Techniques in a High Frequency Electromagnetic Field*. Nonconventional Technologies Review 2016, pp. 36-40, ISSN 1454-3087, http://www.revtn.ro/pdf1-2016/006_Livia%20Bandici.pdf/.

2. **Livia Bandici, Simona Ioana Vicas, Gheorghe Emil Bandici, Alin Cristian Teusdea, Simona Cavalu** - *Bioactive Compounds Diffusion from Grapes to Wines under High Frequency Electromagnetic Field Treatments*. International Seminar on Biomaterials and Regenerative Medicine, BIOREMED 2016, pp. 289-295. Trans Tech Publications Ltd. Churerstrasse 20, CH-8808 Pfaffikon Switzerland. <http://www.ttp.net/>. Volume 695 of Key Engineering Materials 2016, ISSN print 1013-9826 ISSN cd 1662-9809 ISSN web 1662-9795.

3. **Cornelia Gyorodi, Robert Gyorodi, Alexandra Stefan, Livia Bandici** - *A Comparative Study of Databases With Different Methods of Internal Data Management*. (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 7, No. 4, 2016, pp.266-271.

4. Robert Gyorodi, **Cornelia Gyorodi, Anamaria Tontea, Livia Bandici** - Automatic Parameter Configuration for an Elite Solution Hyper-Heuristic Applied to the Multidimensional Knapsack Problem. 6th International Conference on Computers Communications & Control (ICCCC) - Preprint Hotel President, Băile Felix- Oradea, Romania May 10-14, 2016, pp.210-216 ISBN 978-1-5090-1735-5, 2016©IEEE.

5. **Simona Vicaș, Livia Bandici, Alin Teușdea, Gheorghe Emil Bandici** - *Extraction of Bioactive Compounds from Two Grape Varieties Using Pulsed Electric Field (PEF)*. The 15th International Symposium Prospects for the 3rd Millennium Agriculture 29 -1 octomber 2016, Cluj-Napoca, Romania. BULLETIN UASVM FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY 73(2)/2016 ISSN-L 2344-2344; PRINT ISSN 2344-2344; ELECTRONIC ISSN 2344-5300, pp.85-95.

6. **Simona Ioana Vicaș, Alin Teușdea, Dorin Popa, Gheorghe Bandici, Livia Bandici** - *Obtaining High Quality White and Red Wines by Homogenization and Treating Grapes with Pulsed Electric Field*. XVI International Conference RISK FACTORS OF FOOD CHAIN 19 - 21 September 2016, Rzeszow, Poland.

7. **Simona Vicaș, Livia Bandici, Alin Cristian Teușdea, Valer Turcin, Dorin Popa, Gheorghe Emil Bandici** - *The evolution of bioactive compounds, antioxidant capacity, and color intensity in musts and wines derived from three different varieties of grapes processed in pulsed electric field during the winemaking process*. Cyta – Journal of Food. **Lucrarea este în curs de evaluare.**

PARTENERI PROIECT



CO – UNIVERSITATEA DIN ORADEA, cu sediul în ORADEA, str. Universitatii nr. 1, tel: 0259-408113, fax: 0259-432.789, e-mail: rektorat@uoradea.ro. Web site: <http://www.wine-tech.ro>. Director de proiect: **Prof.dr.ing. Gheorghe Emil BANDICI**



P1 - UNIVERSITATEA POLITEHNICA BUCUREȘTI- Centrul de Magnetism tehnic aplicat (MAGNAT), cu sediul **București, str. Splaiul Independenței nr.313, sector 6, tel: 021/4029144, fax: 021/4029144, e-mail hantila@elth.pub.ro, Web site: <http://www.magnat.pub.ro>,**

Responsabil de proiect partener P1: **Conf. dr. ing. Mihai MARICARU**



P2- ICPE BUCUREȘTI, cu sediul în Bucuresti, str. Splaiul Unirii, nr.313, sector 3, tel. 0215893300, fax. +40215893434, e-mail office@icpe.ro. Web site: <http://www.icpe.ro>,
Responsabil de proiect partener P2: **ing. Valer TURCIN**