



REZUMAT

Cuvinte cheie: *tehnologia vinului, utilaje în vinificație, simulare CFD, optimizare.*

Teza de doctorat cu titlul ”**Cercetări privind optimizarea proceselor de lucru pentru principalele utilaje din structura liniilor tehnologice de vinificație primară și de condiționare a vinului**” are ca scop îmbunătățirea proceselor de lucru ale unor utilaje folosite în industria vinificării strugurilor.

Lucrarea este structurată în două părți, „*Stadiul cunoașterii*” și „*Contribuții proprii*”, fiind alcătuită din șapte capitole cu un total de 190 pagini, 37 tabele, 107 figuri, 116 relații matematice și 95 de titluri bibliografice. Prima parte a lucrării face referire la stadiul actual al cunoașterii problematicei abordate, cuprinzând introducerea și două capitole, urmând ca în partea a doua să fie prezentate cercetările proprii structurate în trei capitole urmate de concluzii și bibliografie.

În **primul capitol** sunt prezentate aspecte privind importanța tehnologiei vinului, informații care fac referire la tehnologii de vinificare primară și de condiționare a vinului, dar și stadiul actual privind structura liniilor tehnologice de vinificație primară și de condiționare a vinului. De asemenea, aici se regăsesc și tendințele actuale în construcția utilajelor vinicole. În acest capitol sunt descrise utilajele reprezentative, pe fiecare operație, folosite în industria vinificației, luând ca reper fluxul tehnologic de obținere a vinului.

Capitolul II, intitulat “*Bazele teoretice ale proceselor de lucru specifice utilajelor de prelucrare primară a strugurilor și de condiționare a vinului*”, este compus din trei subcapitole care fac referire la procesul de lucru al utilajelor de zdrobire – desciorchinare a strugurilor, al utilajelor de separare a mustului din mustială și al utilajelor de filtrare a suspensiilor solide din vin.

Partea de cercetări proprii debutează cu **capitolul III** *Scopul și obiectivele tezei de doctorat*. Pentru îndeplinirea obiectivului general se propun următoarele **obiective specifice**:

- realizarea studiului bibliografic privind tehnologiile de obținere a vinurilor, liniile tehnologice existente și utilajele folosite în vinificația primară și condiționarea vinului;
- studiul bazelor teoretice ale procesului de lucru al unor utilaje folosite în vinificația primară a strugurilor și condiționarea vinului;

- proiectarea și realizarea unui stand experimental pentru sedimentarea în câmp centrifugal și filtrarea particulelor solide din must și vin;
- proiectarea unui plan experimental prin care se vor realiza cercetările propuse în cadrul tezei de doctorat;
- cercetări privind modelarea matematică prin simulări CFD ale procesului de lucru al unui hidrociclon;
- cercetări privind modelarea matematică prin simulări CFD ale procesului de lucru al unui hidrociclon, asupra căruia s-au făcut modificări geometrice constructive;
- cercetări experimentale privind optimizarea procesului de lucru al utilajului prin variația unor parametri specifici pentru extracția mustului, din strugurii albi și roșii, prin presare, și pentru separarea particulelor din must, prin folosirea unui hidrociclon de construcție specială, și din vin, prin utilizarea unui filtru cu plăci;
- elaborarea unor concluzii și recomandări cu privire la optimizarea procesului de lucru al utilajelor luate în studiu.

În cadrul **capitolului IV - Materialul și metoda de cercetare** - sunt prezentate cadrul organizatoric și instituțional de desfășurare a activității de cercetare, materia primă și proveniența acesteia, protocolului experimental, după care se face descrierea echipamentelor, instalațiilor și aparatelor folosite în cadrul experiențelor.

Cercetările au fost efectuate în Stația de Vinificație și Laboratorul de Oenologie din cadrul Stațiunii Didactice Experimentale „Vasile Adamachi” Iași și în Laboratorul de Utilaje pentru Industria Alimentară din cadrul Facultății de Agricultură a Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași, în perioada 2011-2013.

În cadrul cercetărilor experimentale s-au utilizat struguri recoltați din arealul viticol al Stațiunii Didactice Experimentale „Vasile Adamachi” Iași, ce face parte din Podgoria Iași. Strugurii recoltați aparțin următoarelor soiuri de viță de vie: Aligoté, Fetească albă, Fetească neagră și Merlot.

Protocolul experimental are în vedere organizarea experiențelor pentru a îndeplini scopul și obiectivele propuse în cadrul tezei de doctorat.

În acest sens, s-au stabilit trei etape de elaborare a protocolului experimental:

- organizarea protocolului experimental pentru optimizarea procesului de lucru al extracției mustului prin presare;
- organizarea protocolului experimental pentru optimizarea procesului de lucru al separării particulelor solide groșiere din must prin centrifugare;
- organizarea protocolului experimental pentru optimizarea procesului de lucru al

separării particulelor solide fine din vin prin filtrare.

În funcție de procesul de lucru studiat, variantele experimentale au fost notate cu **V** + inițialele denumirii soiului de viță de vie (Aligoté-**A**, Fetească albă-**Fa**, Fetească Neagră- **Fn**, Merlot-**M**) + inițiala utilajului folosit (presa-**P**, hidrociclon-**H**, filtrul cu plăci-**F**) + numărul variantei.

Fiecare variantă a fost stabilită în funcție de parametrii care s-au determinat pentru fiecare protocol experimental în parte.

În vederea optimizării procesului de lucru al extracției mustului prin presare s-au stabilit 27 de variante pentru fiecare soi în parte, notate astfel:

- pentru soiul Aligoté - de la VAP1 până la VAP27;
- pentru soiul Fetească albă – de la VFaP1 până la VFaP27;
- pentru soiul Fetească neagră – de la VFnP1 până la VFnP27;
- pentru soiul Merlot – de la VMP1 până la VMP27.

Pentru optimizarea procesului de lucru al separării particulelor solide grosiere din must prin centrifugare, s-au stabilit câte 33 de variante pentru fiecare soi de viță de vie cu struguri albi și câte 24 de variante pentru fiecare soi de viță de vie cu struguri roșii, notate astfel:

- pentru soiul Aligoté - de la VAH1 până la VAH33;
- pentru soiul Fetească albă – de la VFaH1 până la VFaH33;
- pentru soiul Fetească neagră – de la VFnH1 până la VFnH24;
- pentru soiul Merlot – de la VMH1 până la VMH24.

În cazul optimizării procesului de lucru a separării fine al particulelor solide fine din vin prin filtrare, s-au stabilit 13 variante pentru fiecare soi în parte, notate astfel:

- pentru soiul Aligoté - de la VAF1 până la VAF13;
- pentru soiul Fetească albă – de la VFaF1 până la VFaF13;
- pentru soiul Fetească neagră – de la VFnF1 până la VFnF13;
- pentru soiul Merlot – de la VMF1 până la VMF13.

După stabilirea variantelor experimentale s-au prezentat aparatele, echipamentele și instalațiile folosite în cadrul cercetărilor experimentale și anume: zdrobitorul-desciorchinător, presa de struguri hidropneumatică, standul de laborator pentru separarea particulelor solide în câmp centrifugal și prin strat filtrant, hidrociclonul, filtrul cu plăci filtrante, balanța electronică, cântarul cu balanță romană, refractometrul de mână Zeiss, turbidometrul Turb 555 și stația grafică TYAN.

Capitolul V, denumit „Contribuții privind modelarea matematică a procesului de lucru al hidrociclonului prin simulări CFD”, este structurat în trei subcapitole. În primul subcapitol



UNIONA F. EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI,
PROTECȚIEI SOCIALE ȘI
PERSONELOR VÂRSTNICIE
IMPOSDRE



Fondul Social European
PERIOADA 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
NAȚIONALE
OPPOSIRE



USAMV Iași

este descris procesul de lucru al hidrociclonului, iar în cel de-al doilea subcapitol să se realizeze modelarea matematică a procesului de lucru. Aici, rezultatele procesării sunt prezentate sub forma câmpurilor de viteză, a turbulenței Reynolds, a liniilor de curent și respectiv a traiectoriei particulelor, pentru mai multe dimensiuni ale acestora. Scopul este de a identifica dimensiunea particulelor solide separate în hidrociclon și modul de evoluție a acestor particule în corelație cu turbulența mustului la parcurgerea hidrociclonului de la intrare spre ieșire.

Reprezentarea câmpului de viteze arată o creștere a vitezei mustului în corpul superior al hidrociclonului unde predomină câmpul forțelor centrifuge, odată cu mărirea debitului de intrare a mustului, iar în corpul inferior viteza se menține la un nivel redus pentru cele trei debite introduse în simulare.

În simularea CFD, programul FLUENT poate exprima eficiența totală a separării particulelor solide din must prin raportul dintre numărul de particule solide de același diametru prinse în conducta de purjare și numărul total de particule injectate în hidrociclon. Prin cunoașterea debitului de particule solide injectate, a diametrului și masei volumice a particulelor, FLUENT calculează numărul de particule injectate, iar în urma simulării conform modelului matematic propus (DPM), rezultă numărul particulelor prinse în conducta de purjare. Prin diferență, se poate obține și numărul de particule solide ce sunt evacuate împreună cu mustul.

Experimental, gradul de separare al particulelor solide este obținut prin măsurarea turbidității mustului la intrarea în hidrociclon și la evacuarea acestuia din hidrociclon. Ulterior, probele de must, atât de la conducta de intrare cât și de la ieșirea din hidrociclon, pentru debite diferite, sunt introduse sub microscop pentru a se determina distribuția pe clase de mărimi (diametre) a particulelor solide. Prin diferență, se obține numărul de particule de un anumit diametru din conducta de purjare. Datele prezentate grafic ca grad de separare, pentru valorile experimentale, țin cont de numărul de particule reținute în conducta de purjare, ce sunt raportate la numărul total de particule de același diametru injectate în hidrociclon.

În urma acestor simulări s-a constatat că la debitul de alimentare cu must $Q_2 = 0,488 \text{ kg/s}$ s-a realizat cea mai bună separare a particulelor din must, față de celelalte două debite de alimentare simulate, respectiv $Q_1 = 0,358 \text{ kg/s}$ și $Q_3 = 0,531 \text{ kg/s}$. Totodată, s-a stabilit că separarea particulelor solide mai mici de $100 \text{ }\mu\text{m}$ nu a fost posibilă, astfel încât se demonstrează că acest hidrociclon este adecvat numai pentru îndepărtarea particulelor solide groșiere din must (cum ar fi burbele care în cantitate ridicată au influență negativă asupra calității vinului).

În subcapitolul trei s-au efectuat cercetări privind optimizarea geometriei hidrociclonului prin simularea CFD și modificarea geometrică a hidrociclonului.

În primul caz, s-au făcut simulări în vederea optimizării lungimii conductei de evacuare a



UNIONA F-EUROPEANA



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL AGRICULTURII, SILVICULTURII ȘI
PESCHERIEI



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



MINISTERUL
EDUCAȚIEI NAȚIONALE



USAMV Iași

mustului limpezit (L_1), pentru debitul minim de alimentare cu must $Q_1 = 0,358$ kg/s și debitul maxim de alimentare cu must $Q_3 = 0,531$ kg/s pentru particule solide din must cu diametrul de 100 μm . Din toate cele șase variante experimentale s-a stabilit că oricât s-ar scurta conducta de evacuare a mustului limpezit, nu ar fi posibil să fie antrenate particule solide egale sau mai mici de 100 μm .

În cel de al doilea caz, s-au întreprins simulări pentru a optimiza procesul de lucru al hidrociclonului, prin dublarea înălțimii corpului inferior de sedimentare ($L_3 = 0,27$ m), față de înălțimea inițială ($L_3 = 0,135$ m), astfel încât să se poată separa un procent mai mare de particule solide de 100 μm .

Un alt studiu de caz a fost dublarea diametrului corpului de sedimentare al hidrociclonului ($d_3 = 0,322$ m), față de diametrul inițial ($d_3 = 0,161$ m). S-au realizat simulări prin introducerea unui debit de alimentare cu must $Q_3 = 0,531$ kg/s pentru particule solide cu diametrul de 100 μm , din același considerent de a realiza un grad de separare cât mai ridicat.

Într-un ultim caz, s-a modificat geometria hidrociclonului prin atașarea unui trunchi de con la partea inferioară a conductei de evacuare a mustului parțial limpezit. Pentru simularea procesului de lucru s-au folosit trei debite de alimentare cu must diferite ($Q_1 = 0,358$ kg/s; $Q_2 = 0,488$ kg/s; $Q_3 = 0,531$ kg/s) și s-a urmărit dacă se îmbunătățește gradul de separare pentru particulele solide cu diametrul între 100 μm și 2000 μm .

În cadrul **capitolului VI**, denumit „Cercetări experimentale privind determinarea și îmbunătățirea parametrilor de funcționare a unor utilaje pentru prelucrarea primară a strugurilor și de condiționare a vinului”, sunt prezentate rezultatele cercetărilor ce contribuie la optimizarea proceselor de lucru ale preseii verticale pneumatice de struguri, ale hidrociclonului și ale filtrului cu plăci filtrante.

Pe baza rezultatelor experimentale obținute în urma extracției mustului prin presare, s-a stabilit varianta optimă pentru fiecare soi de viță de vie experimentat, astfel: pentru soiul Aligoté varianta VAP18 asigură cel mai mare randament în must (77,65 %), la soiul Fetească albă s-a stabilit varianta VFAP18 (78,53%), pentru soiul Fetească neagră este varianta VFNP12 (81,82 %) și la soiul Merlot varianta optimă este VMP12 cu un randament în must de presă de 79,94 %.

Din analiza datelor experimentale obținute privind optimizarea procesului de lucru al separării particulelor solide grosiere din must prin centrifugare, s-a constatat că debitul optim de alimentare cu must al hidrociclonului este $Q_2 = 0,488$ kg/s. La acest debit de alimentare se obțin turbidități ale musturilor ce se încadrează în limitele recomandate de literatura de specialitate, astfel încât se realizează deburbarea mustului conform cerințelor oenologice. Debitul de 0,488 kg/s este valabil pentru toate tipurile de must supuse separării particulelor solide.



UNIONA F-EURIPANA



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI,
PROTECȚIEI SOCIALE ȘI
PERSONELOR VÂRSTNICIE
IMPOSDORI



Fondul Social European
PERIOADA 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
NAȚIONALE

OPESDRE



USAMV Iași

Variantele experimentale la care debitul de alimentare al hidrociclonului este de 0,488 kg/s, sunt:

- pentru soiul Aligoté: VAH2, VAH5, VAH8, VAH11, VAH14, VAH17, VAH20, VAH23, VAH26, VAH29 și VAH32;
- pentru soiul Fetească albă: VFaH2, VFaH5, VFaH8, VFaH11, VFaH14, VFaH17, VFaH20, VFaH23, VFaH26, VFaH29 și VFaH32;
- pentru soiul Fetească neagră: VFnH2, VFnH5, VFnH8, VFnH11, VFnH14, VFnH17, VFnH20 și VFnH23;
- pentru soiul Merlot: VMH2, VMH5, VMH8, VMH11, VMH14, VMH17, VMH20 și VMH23.

Ca urmare a analizei rezultatelor prezentate în cadrul optimizării procesului de lucru al separării particulelor solide din vin prin filtrare, în care s-a determinat diferența de presiune Δp pentru diferite plăci filtrante din punct de vedere al gradului de filtrare, se poate afirma că pentru plăcile filtrante de filtrare grosieră Δp are valoarea optimă de 0,07 MPa, pentru plăcile de filtrare fină Δp are valoarea optimă de 0,06 MPa și pentru plăcile de filtrare sterilizantă valoarea optimă a lui Δp este de 0,05 MPa. De asemenea, s-a constatat că turbiditatea vinului filtrat variază asemănător pentru toate cele patru soiuri de viță de vie luate în studiu.

Teza de doctorat s-a finalizat cu o serie de concluzii și recomandări ce scot în evidență cele mai importante aspecte privind rezultatele cercetărilor întreprinse.