

Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară a Banatului

“Regele Mihai I al României” din Timișoara



Facultatea de Inginerie Alimentară

GAIȚA CRISTINA-GEORGIANA

TEZĂ DE DOCTORAT

**CERCETĂRI PRIVIND VALORIFICAREA TESCOVINEI ÎN
VEDEREA OBTÎNERII UNOR INGREDIENTE BIOACTIVE
CU APLICAȚII ÎN INDUSTRIA ALIMENTARĂ**

Conducător Științific

PROF. DR. HABIL. POIANĂ MARIANA-ATENA

Timișoara

2018

University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine

“King Michael I of Romania” from Timisoara



Faculty of Food Engineering

GAITA CRISTINA-GEORGIANA

PhD THESIS

**RESEARCH ON GRAPE POMACE VALORISATION IN
ORDER TO OBTAIN BIOACTIVE INGREDIENTS WITH
APPLICATIONS IN FOOD INDUSTRY**

Scientific Coordinator

PROF. DR. HABIL. POIANĂ MARIANA-ATENA

Timișoara

2018

Rezumatul Tezei de doctorat

Teza de doctorat, intitulată “**Cercetări privind valorificarea tescovinei în vederea obținerii unor ingrediente bioactive cu aplicații în industria alimentară**” este structurată în 2 părți principale: **Partea I. Stadiul actual al cunoașterii și Partea a II - a. Cercetări proprii.**

Aceste 2 părți sunt precedate de **Introducere**, iar la finalul tezei de doctorat sunt prezentate **concluziile generale, elementele de originalitate** ale studiului efectuat **și perspectivele de continuare a cercetărilor.**

Teza de doctorat elaborată, este structurată pe **6 capitole**, cuprinde **33 tabele și 30 figuri** și beneficiază de aportul a **243 referințe bibliografice** de actualitate pentru domeniul abordat. În teză este inclusă și lista cu lucrările științifice publicate pe parcursul studiilor doctorale, în domeniul topicului tezei.

INTRODUCERE

În această parte sunt prezentate următoarele aspecte: scopul tezei de doctorat; motivația alegerii temei de cercetare; actualitatea tematicii abordate; gradul de încadrare a temei în preocupările internaționale, naționale, ale colectivului de cercetare; obiectivele științifice propuse pentru rezolvare în cadrul cercetării științifice, precum și aprecieri privind gradul de inovare a cercetărilor întreprinse.

Scopul prezentei Teze de Doctorat, intitulată “**Cercetări privind valorificarea tescovinei în vederea obținerii unor ingrediente bioactive cu aplicații în industria alimentară**” a fost de a valorifica tescovina, ca principal subprodus rezultat în tehnologia de vinificație atât în formă integrală cât și pe fracțiuni în vederea obținerii unor produse alimentare fortificate cu caracteristici antioxidante și senzoriale îmbunătățite. În același timp se are în vedere și elaborarea unor produse care până în prezent nu se găsesc disponibile pe piața națională iar pe piața internațională există doar într-o măsură limitată.

Motivația alegerii temei de cercetare este susținută de faptul că tescovina, ca subprodus principal rezultat în procesul de vinificație, reprezintă aproximativ 25% din cantitatea de struguri procesați fiind constituită în principal din semințe și pielețe. Aceasta reprezintă o materie primă sustenabilă, disponibilă în cantități mari, bogată în compuși polifenolici cu activitate antioxidantă ridicată, insuficient valorificată până în prezent. Datorită conținutului său ridicat de fibre dietetice și compuși polifenolici, în special antociani, catechine, flavonoli și acizi fenolici, slab extrași în procesul de vinificație, tescovina are un potențial ridicat de a fi valorificată ca ingredient funcțional în diferite aplicații alimentare.

Astfel, exploatarea potențialului bioactiv al tescovinei, este în continuă extindere, scopul principal fiind valorificarea acesteia sub formă integrală, pe fracțiuni sau sub forma unor preparate în diferite aplicații alimentare. De asemenea, poate fi încorporată în produse farmaceutice sau cosmetice sau poate constitui o materie primă accesibilă pentru obținerea altor produse cu valoare adăugată, cum ar fi extractele bogate în compuși bioactivi, în principal polifenoli.

Tematica abordată este de actualitate și se încadrează în preocupările de ultimă oră existente pe plan internațional deoarece tescovina reprezintă o problemă pentru mediul înconjurător datorită producției constante an de an, și în același timp datorită unei exploatare limitate, în special ca și îngrășământ și hrană pentru animale. Prelucrarea rațională a subproduselor rezultate în industria vinului oferă posibilitatea de a obține produse cu valoare adăugată ridicată cu aplicații în industria alimentară, cosmetică și farmaceutică. Prin urmare, gestionarea corectă a subproduselor din industria vinului va avea impact semnificativ atât asupra mediului cât și din punct de vedere economic și social prin posibilitatea creării de locuri de muncă suplimentare. La nivel internațional, în majoritatea țărilor cu industrie vinicolă dezvoltată, se acordă o atenție sporită prelucrării resurselor secundare rezultate în procesul de vinificație, deoarece această problemă ține și de lupta împotriva poluării mediului înconjurător.

Valorificarea tescovinei nu este nouă deoarece de-a lungul timpului, începând cu anii 70 au fost propuse diferite alternative în acest sens. Toate acestea s-au concentrat pe exploatarea compușilor bioactivi conținuți de acest subprodus în diverse direcții, după cum urmează:

- pentru obținerea de suplimente nutritive și fortifierea produselor alimentare;
- în vederea încorporării în produse farmaceutice și cosmetice;
- ca agenți cu acțiune antibacteriană și antioxidantă;
- pentru obținerea altor produse cu valoare adăugată, cum ar fi extractele bogate în compuși bioactivi, în principal din clasa polifenolilor.

Există puține informații pe plan național, privind valorificarea tescovinei, ea fiind utilizată în special pentru recuperarea alcoolului etilic și în proporții reduse pentru obținerea tartraților, a uleiului din semințele de struguri, ca și colorant alimentar, îngrășământ natural sau hrană pentru animale. Rezultatele raportate în literatură demonstrează că tescovina de struguri are multiple beneficii pentru sănătate, conține fibre dietetice și polifenoli și poate fi utilizată ca și ingredient funcțional pentru a realiza produse alimentare sănătoase care previn bolile cardiovasculare, obezitatea și diferite tipuri de cancer.

Mai multe clase de alimente au fost îmbunătățite prin includerea tescovinei ca ingredient funcțional în rețeta de fabricație a acestora. Cele mai multe aplicații ale tescovinei menționate în literatura de specialitate fac referire la încorporarea acesteia, fie sub formă integrală, fie pe fracțiuni în produsele de panificație și patiserie, în principal pâine, biscuiți, briose, paste făinoase, etc., principala motivație, constând în faptul că făina de tescovină nu conține gluten, un conținut ridicat de fibre dietetice și de compuși bioactivi, în special din clasa polifenolilor, cu activitate antioxidantă ridicată.

Cercetările din ultimii ani evidențiază faptul că există posibilități neexploatate încă de a valorifica subprodusele rezultate în industria agroalimentară ca ingrediente funcționale pentru conceperea de noi produse alimentare cu valoare adăugată ridicată. Tescovina rezultă ca principal subprodus în industria vinului, fie în urma presării strugurilor albi în vederea obținerii mustului, fie la presarea boștinei fermentate din strugurii negri. Datorită conținutului mare de apă 55-75%, tescovina are o stabilitate chimică și microbiologică redusă, ca atare, exploatarea sa continuă să fie limitată.

Condiționarea tescovinei prin uscare în condiții de temperatură care să asigure păstrarea potențialului său bioactiv permite depozitarea și încorporarea sa sub formă de făină integrală sau pe fracțiuni în diferite produse alimentare. Cele mai multe aplicații au fost în produsele făinoase, în principal pâine, biscuiți, briose, fursecuri și batoane de cereale, pe această cale reducându-se conținutul de gluten și crescând conținutul de fibre dietetice, polifenoli, flavonoli și resveratrol.

Există o preocupare evidentă în această direcție atât pe plan național și internațional cât și în cadrul colectivului de cercetare de la Facultatea de Inginerie Alimentară, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară a Banatului “Regele Mihai I al României” din Timișoara. Această preocupare contribuie la promovarea economiei circulare, prin utilizarea durabilă a subproduselor rezultate din procesarea agroalimentară.

Ideea care a stat la baza cercetărilor efectuate în teza de doctorat s-a axat pe faptul că până în prezent există studii limitate privind utilizarea subproduselor rezultate la vinificație, ca sursă alternativă de compuși polifenolici, pentru proiectarea unor noi formule de biscuiți, paste făinoase și jeleuri. Categoriile de produse menționate reprezintă o matrice adecvată pentru adaosul de nutrienți. În această direcție, posibilitatea încorporării produselor derivate din tescovină în produsele vizate, ca alternativă la făina de grâu (în rețeta biscuiților și pastelor făinoase) sau ca ingredient funcțional în rețeta jeleurilor din suc de fructe este foarte atractivă.

Fortifierea cu ingrediente funcționale bogate în compuși polifenolici permite creșterea conținutului de compuși bioactivi din produsele obținute, dar acest efect poate fi limitat de mulți factori, inclusiv legarea cu componentele matricei alimentare (proteine, amidon). Efectele asupra caracteristicilor senzoriale depind de doza încorporată: la concentrații prea mari produsele pot avea caracteristici senzoriale depreciate.

Elementele inovative ale cercetărilor întreprinse derivă din dezvoltarea unor produse alimentare cu valoare adăugată, îmbogățite în compuși bioactivi, fără deprecierea proprietăților senzoriale, prin includerea în rețeta de fabricație a tescovinei sub formă de făină integrală și pe fracțiuni, în scopul exploatarei potențialului funcțional al acesteia.

Obiectivele științifice propuse pentru rezolvare în cadrul cercetării științifice:

- Condiționarea tescovinei prin uscare în scopul conservării potențialului bioactiv al acesteia;
- Valorificarea tescovinei sub formă de făină integrală la obținerea unor formule de biscuiți;
- Valorificarea tescovinei sub formă de pudră obținută din pielețe de struguri la obținerea unor formule de jeleuri din suc de fructe;
- Valorificarea tescovinei sub formă de pudră obținută din pielețe de struguri, respectiv sub formă de extract apos obținut din tescovină integrală la obținerea unor formule de paste făinoase.

Astfel, cercetările efectuate în cadrul tezei de doctorat urmăresc exploatarea potențialului tescovinei ca principal subprodus rezultat în industria vinicolă în vederea dezvoltării unor produse alimentare inovative, cu funcționalitate crescută, prin includerea în rețeta de fabricație a acestora a unor ingrediente bioactive din tescovină.

PARTEA I. STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII

Această parte cuprinde două capitole: (1) Tescovina ca subprodus rezultat în procesul de vinificație: caracterizare generală, compoziție, funcționalitate și condiționare și (2) Direcții de valorificare a tescovinei în industria alimentară.

Această parte prezintă o sinteză a informațiilor disponibile în literatura de specialitate privind caracterizarea generală, compoziția, funcționalitatea și condiționarea tescovinei ca subprodus rezultat în procesul de vinificație și direcțiile de valorificare a tescovinei în industria alimentară.

Sunt prezentate date actuale despre funcționalitatea și tehnicile de condiționare a tescovinei ca subprodus rezultat în procesul de vinificație. De asemenea, sunt prezentați compușii polifenolici din tescovină (biodisponibilitate și proprietăți antioxidante), metodele de extracție a acestora, precum și tehnicile de condiționare a tescovinei.

PARTEA a II-a. CERCETĂRI PROPRII

Această parte include cercetările proprii efectuate și prezintă rezultatele investigațiilor originale obținute pe parcursul studiilor doctorale, fiind structurată în patru **capitole (3, 4, 5 și 6)**.

Cercetările efectuate în Capitolul 3, intitulat “**Condiționarea tescovinei luată în studiu**” au ca și scop condiționarea tescovinei prin uscare convectivă în diferite condiții de temperatură și timp în vederea păstrării compușilor bioactivi și proprietăților antioxidante ale acesteia.

Prin aceasta se urmărește conservarea potențialului funcțional al tescovinei în vederea valorificării acesteia în diverse aplicații alimentare.

Rezultatele studiilor efectuate pe acest topic evidențiază faptul că diferitele tehnici de uscare aplicate pentru condiționarea tescovinei (uscare în condiții ambiante, liofilizare sau uscare prin înghețare,

uscare sub vid, uscare în cuptor convențional, uscare convectivă în diferite condiții temperatură - timp) au avut impact asupra potențialului bioactiv al tescovinei.

Uscarea convectivă este un procedeu recomandat pentru uscarea tescovinei, dar sunt necesare studii aprofundate în vederea stabilirii condițiilor de lucru în care funcționalitatea tescovinei este cel mai puțin afectată. Pe aceste considerente se bazează cercetările efectuate în cadrul acestui capitol, principalul obiectiv constând în evaluarea impactului parametrilor procesului de uscare convectivă asupra compușilor bioactivi și proprietăților antioxidante în vederea stabilirii celor mai adecvate condiții pentru conservarea potențialului bioactiv al tescovinei.

Obiective:

- Prezentarea materialului luat în studiu (tescovină proaspătă) și condiționarea acestuia prin uscare convectivă în condiții controlate (temperatură – timp), în vederea evaluării impactului tratamentului termic asupra compușilor bioactivi și proprietăților antioxidante;
- Evaluarea impactului tratamentului termic aplicat în vederea condiționării asupra caracteristicilor antioxidante ale tescovinei; în acest sens s-a evaluat conținutul de polifenoli totali, capacitatea antioxidantă totală și au fost identificați și cuantificați compușii polifenolici din tescovina proaspătă și condiționată;
- Selectarea celor mai adecvate condiții de uscare în vederea conservării potențialului bioactiv al tescovinei;
- Caracterizarea tescovinei condiționate care va fi utilizată în aplicații alimentare (compoziție mecanică, compoziție chimică proximată și proprietăți antioxidante).

Pentru cercetările realizate în cadrul acestui capitol a fost luată în lucru tescovina rezultată ca subprodus la vinificația strugurilor negri Pinot Noir (PN) și Burgund Mare (BM), respectiv albi, Riesling Italian (RI) și Fetească Albă (FA) având următoarea proveniență: tescovina din soiurile de struguri PN și RI a fost prelevată din Centru de vinificație Teremia Mare (județul Timiș), cea din soiul de struguri FA provine din Complexul de Vinificație Jidvei (județul Alba) iar cea din soiul BM din Stațiunea Didactică a USAMVB Timișoara. Toate probele de tescovină au fost prelevate în anul de recoltă 2015.

Tescovina proaspătă rezultată ca subprodus principal în procesul de vinificație a strugurilor FA și BM a fost condiționată prin uscare convectivă la etuvă (Froilabo AC60/France, 1000 W), în condiții controlate timp/temperatură. Astfel, aceasta a fost uscată la temperatura de 60, 70 și 80°C pentru 90, 120, 180 și 240 minute. Tescovina provenită din soiurile de struguri PN și RI a fost condiționată prin uscare convectivă la etuvă, la temperatura de 60°C, 8 ore pe zi, timp de 3 zile consecutiv pentru a evita degradarea semnificativă a compușilor bioactivi.

În urma studiilor efectuate s-au obținut date privind impactul condiționării prin uscare convectivă în diferite condiții temperatură/timp asupra conținutului compușilor polifenolici totali, capacității antioxidante totale, profilului polifenolic individual evaluat prin analiza LC-MS. Dintre probele de tescovină investigate, s-a constatat că tescovina provenită din struguri RI și PN a prezentat valori ale conținutului de compuși polifenolici, antociani totali și capacitate antioxidantă superioară probelor provenite din struguri FA și BM, ceea ce justifică selectarea primelor în vederea valorificării în diverse aplicații alimentare. Astfel, pe baza rezultatelor obținute, ne propunem valorificarea tescovinei condiționate provenită din soiurile de struguri RI și PN atât sub formă de făină integrală, cât și pe fracțiuni sau ca extract apos, prin includere ca ingredient în rețeta de fabricație a unor produse alimentare (biscuiți, jeleuri și paste făinoase).

Capitolul 4, intitulat “**Contribuții privind valorificarea tescovinei la obținerea unor formule de biscuiți**” prezintă date privind valorificarea tescovinei sub formă de făină integrală la obținerea unor formule de biscuiți.

Ținând cont de concluziile studiilor de literatură, în acest capitol a fost propusă o direcție de valorificare a tescovinei rezultată în procesul de vinificație a strugurilor RI și PN sub formă de făină integrală, ca ingredient bogat în compuși bioactivi pentru conceperea unor formule de biscuiți cu caracteristici nutritive și senzoriale îmbunătățite.

Obiectivele propuse pentru rezolvare în acest capitol sunt:

- Dezvoltarea unor produse de patiserie inovative (tip biscuiți) prin includerea în rețeta de fabricație a tescovinei din două soiuri de struguri (albi: RI și negri: PN) sub formă de făină integrală, în scopul valorificării potențialului bioactiv al acesteia;
- Evaluarea caracteristicilor antioxidante (conținut de polifenoli totali și capacitate antioxidantă totală) și senzoriale a formulilor de biscuiți obținute;
- Identificarea și cuantificarea compușilor polifenolici din biscuiți prin cromatografie de lichide cuplată cu spectrometrie de masă (LC-MS);
- Selectarea formulilor de biscuiți cu caracteristici antioxidante și senzoriale superioare.

Rezultatele obținute în acest capitol oferă date despre modificările care apar în conținutul de polifenoli totali, profilul polifenolic individual al biscuiților, conținutul de polifenoli individuali, precum și capacitatea antioxidantă totală și proprietățile senzoriale a formulilor de biscuiți elaborate prin includerea în rețeta de fabricație a făinii de tescovină integrală în diverse proporții.

Cercetările efectuate în cadrul Capitolului 5, intitulat “**Contribuții privind valorificarea tescovinei la obținerea jeleurilor din suc de fructe**” au drept scop dezvoltarea unor formule inovative de jeleuri din suc de fructe cu valoare adăugată ridicată prin utilizarea pudrei obținute din pielețe de struguri ca ingredient bogat în compuși bioactivi.

De asemenea, pudra obținută din pielețe de struguri negri are un conținut ridicat în antociani, ceea ce o recomandă ca și colorant natural pentru produsele obținute.

Obiectivele propuse pentru rezolvare în acest capitol:

- Dezvoltarea unor formule inovative de jeleuri (tip jeleuri din suc de fructe) prin includerea în rețeta de fabricație a tescovinei provenită din două soiuri de struguri (albi: RI și negri: PN) sub formă de pudră obținută din pielețe, în scopul valorificării potențialului bioactiv al acesteia;
- Evaluarea caracteristicilor antioxidante (conținut de polifenoli totali și capacitate antioxidantă totală) și senzoriale a jeleurilor obținute;
- Identificarea și cuantificarea compușilor polifenolici din jeleuri prin cromatografie de lichide cuplată cu spectrometrie de masă (LC-MS);
- Selectarea jeleurilor cu caracteristici antioxidante și senzoriale superioare.

Rezultatele obținute în acest capitol furnizează informații despre modificările care apar în profilul polifenolic individual, conținutul de polifenoli individuali identificați, capacitatea antioxidantă totală, conținutul de polifenoli totali și caracteristicile senzoriale ale formulilor de jeleuri din suc de fructe ca urmare a includerii în rețeta de fabricație a acestora a pudrei din pielețe de struguri provenite din tescovină, în diverse proporții.

Capitolul 6, intitulat “**Contribuții privind valorificarea tescovinei la obținerea pastelor făinoase**” cuprinde două subcapitole și anume:

- (1) valorificarea tescovinei sub formă de pudră obținută din piețițe de struguri la obținerea unor formule de paste făinoase;
- (2) valorificarea tescovinei integrale sub formă de extract apos la obținerea unor formule de paste făinoase.

Pastele făinoase sunt produse pe bază de cereale, cu termen de valabilitate relativ mare, acceptate pe scară largă de consumatori deoarece sunt relativ ieftine, versatile, au atribute senzoriale plăcute, se prepară rapid și simplu și sunt ușor de păstrat. De asemenea, reprezintă o matrice adecvată pentru adaosul de nutrienți. În această direcție, posibilitatea valorificării tescovinei ca alternativă la făina de grâu, în rețeta pastelor este foarte atractivă. Ideea care a stat la baza acestei aplicații s-a axat pe faptul că până în prezent există studii limitate privind utilizarea subproduselor rezultate la vinificație, ca sursă alternativă de compuși polifenolici, pentru proiectarea unor formule noi de paste făinoase.

Obiectivele propuse pentru rezolvare în primul subcapitol constau în:

- Dezvoltarea unor produse pe bază de cereale inovative (tip paste făinoase) prin includerea în rețeta de fabricație a tescovinei provenită din două soiuri de struguri (albi: RI și negri: PN) sub formă de pudră obținută din piețițe de struguri, în scopul valorificării potențialului bioactiv al acesteia;
- Evaluarea caracteristicilor antioxidante (conținut de polifenoli totali și capacitate antioxidantă totală) și senzoriale a formulelor de paste făinoase obținute;
- Identificarea și cuantificarea compușilor polifenolici din pastele făinoase prin cromatografie de lichide cuplată cu spectrometrie de masă (LC-MS);
- Selectarea formulelor de paste făinoase cu caracteristici antioxidante și senzoriale superioare.

Obiectivele propuse pentru rezolvare în cel de-al doilea subcapitol:

- Dezvoltarea unor produse pe bază de cereale inovative (tip paste făinoase) prin includerea în rețeta de fabricație a tescovinei provenită din două soiuri de struguri (albi: RI și negri: PN) sub formă de extract apos obținut din tescovină integrală în scopul valorificării potențialului bioactiv al acesteia;
- Evaluarea caracteristicilor antioxidante (conținut de polifenoli totali și capacitate antioxidantă totală) și senzoriale a formulelor de paste făinoase obținute;
- Identificarea și cuantificarea compușilor polifenolici din pastele făinoase prin cromatografie de lichide cuplată cu spectrometrie de masă (LC-MS);
- Selectarea formulelor de paste făinoase cu caracteristici antioxidante și senzoriale superioare.

Rezultatele obținute în urma cercetărilor efectuate în cadrul acestui capitol oferă informații referitoare la modificările care apar în profilul polifenolic individual, conținutul de polifenoli individuali identificați, capacitatea antioxidantă totală, conținutul de polifenoli totali și caracteristicile senzoriale ale formulelor de paste făinoase elaborate prin utilizarea ca ingredient, în rețeta de fabricație a pudrei obținută din piețițe de struguri, respectiv a extractului apos din tescovină integrală.

III. CONCLUZII GENERALE

Cercetările proprii efectuate au permis îndeplinirea obiectivelor majore propuse spre rezolvare, în continuare fiind redate concluziile generale formulate pe baza rezultatelor obținute:

Referitor la condiționarea tescovinei prin uscare în scopul conservării potențialului bioactiv al acesteia:

- Parametrii procesului de condiționare joacă un rol semnificativ în stabilitatea compușilor polifenolici. Temperaturile ridicate și expunerea prelungită la tratament termic conduc la

degradarea acestora și reducerea capacității antioxidante a tescovinei. Gradul de depreciere al proprietăților antioxidante crește odată cu creșterea temperaturii și a duratei de uscare;

- Capacitatea antioxidantă totală a tescovinei proaspete a înregistrat valori diferite în funcție de soiul de struguri, de proveniență, valorile FRAP variază în ordinea: RI>PN>BM>FA;
- Datele obținute evidențiază faptul că temperatura de 60°C este recomandată pentru condiționarea tescovinei în scopul menținerii proprietăților antioxidante ale acesteia. Singurul neajuns al uscării la 60°C constă în durata mare a procesului de uscare;
- Tescovina provenită din struguri RI și PN a prezentat valori ale conținutului de compuși polifenolici, antociani monomeri totali și capacitate antioxidantă superioară probelor provenite din FA și BM, ceea ce justifică selectarea primelor pentru valorificare în aplicații alimentare;
- Un avantaj al condiționării tescovinei prin uscare constă în faptul că pe lângă prelungirea conservabilității ca urmare a reducerii conținutului de apă asigură și stabilitatea compușilor bioactivi.

Referitor la valorificarea tescovinei sub formă de făină integrală la obținerea unor formule de biscuiți:

- Fortifierea biscuiților prin adaos de tescovină reprezintă o tehnică accesibilă care permite atât creșterea conținutului de compuși polifenolici și a capacității antioxidante cât și îmbunătățirea atributelor senzoriale a formulelor elaborate;
- Datele obținute au evidențiat că se recomandă adaosul de făină de tescovină integrală în rețeta de fabricație a biscuiților în procent de 10, respectiv 20%;
- Adaosul de tescovină în rețeta de fabricație a biscuiților până la un nivel de maxim 20%, nu conduce la deprecierea proprietăților senzoriale și acceptabilității de către consumatori.

Referitor la valorificarea tescovinei sub formă de pudră obținută din pielețe de struguri la obținerea unor formule de jeleurii din suc de fructe:

- Fortifierea jeleurilor prin adaos de pudră obținută din pielețe de struguri a avut ca efect creșterea capacității antioxidante totale și a conținutului de compuși polifenolici. Acest efect este influențat de procentul de pudră din pielețe de struguri utilizat în rețetă;
- Adaosul pudrei din pielețe de struguri provenite din tescovină la un nivel de 3, 6 și 9% nu determină deprecierea atributelor senzoriale;
- Avantajul fortifierii jeleurilor prin adaos de pudră obținută din pielețe de struguri constă în reducerea timpului de procesare al acestora;
- Datele obținute au importanță aplicativă dar totodată și valoare științifică contribuind la conceperea și dezvoltarea unor formule de jeleurii cu funcționalitate îmbunătățită.

Referitor la valorificarea tescovinei sub formă de pudră obținută din pielețe de struguri, respectiv sub formă de extract apos obținut din tescovină integrală la obținerea unor formule de paste făinoase:

- Încorporarea pudrei din pielețe de struguri și a extractului apos din tescovină integrală în rețeta de fabricație a pastelor făinoase a determinat creșterea valorii FRAP și a conținutului în compuși polifenolici. Creșterile înregistrate au fost influențate de soiul de struguri din care a provenit tescovina;
- Atributele senzoriale ale pastelor făinoase fortificate au înregistrat modificări prin adaosul pudrei de pielețe de struguri în rețeta de fabricație, comparativ cu prototipurile clasice. Cele mai bune proprietăți senzoriale s-au obținut pentru un ados de 3% RI;

- Adaosul de extract apos din tescovină integrală în rețeta de fabricație a pastelor făinoase nu a depreciat proprietățile senzoriale ale formulelor elaborate, ca atare, acceptabilitatea din partea consumatorului a fost similară cu cea obținută în cazul probei control;
- Nu se recomandă doze mari de 9% pudră din pielițe de struguri în rețeta pastelor făinoase, deoarece pentru acest nivel s-au constatat dificultăți la prelucrarea aluatului;
- Datele obținute au importanță aplicativă dar totodată și valoare științifică contribuind la conceperea și dezvoltarea unor formule de paste făinoase cu funcționalitate îmbunătățită.

Datele obținute au importanță aplicativă dar totodată și valoare științifică, contribuind la extinderea direcțiilor de valorificare a tescovinei în aplicații alimentare în vederea conceperii și dezvoltarea unor formule de produse alimentare cu funcționalitate îmbunătățită. Cuantificarea tuturor datelor rezultate din această teză de doctorat ar putea conduce la variante noi ale produselor alimentare fortificate cu beneficii pentru sănătate, integrate în alimentația curentă.

IV. ELEMENTE DE ORIGINALITATE ȘI PERSPECTIVE DE CONTINUARE A CERCETĂRILOR

Elementele de originalitate ale tezei de doctorat derivă din următoarele aspecte:

- Studiile efectuate la condiționarea tescovinei permit extinderea cunoașterii asupra stabilității compușilor polifenolici în funcție de condițiile de uscare în vederea păstrării caracterului funcțional al tescovinei;
- Cercetările efectuate au condus la propunerea unor direcții de valorificare a tescovinei prin includerea acesteia sub diferite forme și proporții în rețeta de fabricație a unor produse alimentare (biscuiți, paste făinoase și jeleuri din suc de fructe).
- Studiile realizate oferă noi informații despre impactul adaosului de tescovină integrală din struguri albi și negri, în diferite procente asupra proprietăților antioxidante și senzoriale ale biscuiților. Pe baza analizei senzoriale s-a stabilit nivelul maxim de încorporare a făinii de tescovină integrală în rețeta de fabricație a biscuiților;
- Includerea tescovinei sub formă de pudră din pielițe de struguri, respectiv extract apos a condus la formule inovative de paste făinoase cu proprietăți antioxidante îmbunătățite, fără deprecierea caracteristicilor senzoriale;
- Valorificarea tescovinei sub formă de pudră din pielițe de struguri a permis obținerea unor formule de jeleuri din suc de fructe bogate în compuși polifenolici;
- Rezultatele obținute oferă informații despre corelațiile dintre conținutul de compuși polifenolici totali și capacitatea antioxidantă totală a formulelor de produse elaborate.

Perspectivă de continuare a cercetărilor

- Dezvoltarea de studii similare pentru alte subproduse rezultate la procesarea materiilor prime vegetale;
- Extinderea gamei de produse inovative obținute prin valorificarea tescovinei;
- Extinderea cercetărilor privind valorificarea tescovinei sub formă de pudră din pielițe de struguri în rețeta de fabricație a biscuiților;
- Continuarea cercetărilor privind modificările proprietăților antioxidante ale formulelor de paste obținute ca efect al fierberii;
- Efectuarea de cercetări suplimentare asupra proprietăților reologice ale formulelor de jeleuri din suc de fructe, precum și utilizarea altor agenți de gelifiere;
- Evaluarea posibilității de transfer către agenții economici din domeniu, în vederea testării și producerii la scară industrială a produselor vizate.

Summary of PhD Thesis

The PhD Thesis entitled "**Research on grape pomace valorisation in order to obtain bioactive ingredients with applications in food industry**" is divided into two main parts: **Part I. The current state of knowledge** and **Part II – Own Researches**.

These two parts are preceded by **introduction** and at the end of the thesis are presented **the general conclusions, the originality elements of the study carried out and the perspectives taken into consideration to continue the research**.

The elaborated PhD Thesis is structured in **6 chapters**, includes **33 tables** and **30 figures** and benefits from the contribution of **243 topical bibliographic references** for the field approached. In the thesis is included the list of scientific papers published during the doctoral studies, in the field of the thesis topic.

INTRODUCTION

In this part are presented the following aspects: the purpose of the PhD thesis; motivation of the choice of the researched topic; the timeliness of the topic addressed; the degree of framing of the topic in the international, national, research team pursuits; the scientific objectives proposed for resolution in the scientific research and assessments of the degree of innovation of the research undertaken.

The purpose of this PhD Thesis entitled "**Research on grape pomace valorisation in order to obtain bioactive ingredients with applications in food industry**" was to harness the grape pomace, as the main by-product resulting in winemaking technology both in integral and fractional form in order to obtain fortified foods with enhanced antioxidant and sensory characteristics. At the same time, it is also envisaged the elaboration of products that are not available on the national market so far and in the international market only exists to a limited extent.

The motivation for choosing the research topic is supported by the fact that the grape pomace, as the main by-product of the winemaking process, accounts for about 25% of the processed grapes, consisting mainly of seeds and skins. This is a sustainable raw material, available in large quantities, rich in polyphenolic compounds with high antioxidant activity, insufficiently exploited to the present. Due to its high content of dietary fibers and polyphenolic compounds, especially anthocyanins, catechins, flavonols and phenolic acids, poorly extracted in the winemaking process, grape pomace has a high potential to be used as a functional ingredient in various food applications.

Thus, the exploitation of the bioactive potential of the grape pomace is continually expanding, the main purpose being to exploit it in its entirety, in fractions or in the form of preparations in various food applications. It can also be incorporated into pharmaceutical or cosmetic products or can be an affordable raw material for other value-added products, such as extracts rich in bioactive compounds, mainly polyphenols.

The subject matter is topical and falls into the latest international concerns because the grape pomace is a problem for the environment due to its constant production every year and at the same time due to limited exploitation, especially as fertilizer and animal food.

The rational processing of the by-products of the wine industry offers the opportunity to obtain products with high added value with applications in the food, cosmetics and pharmaceutical industries. Therefore, proper management of the by-products of the wine industry will have a significant impact on the environment as well as economically and socially through the possibility of creating additional jobs.

At international level, in most countries with developed wine industry, increased attention is paid to the processing of secondary resources resulting from the winemaking process, as this issue is also related with the fight against environmental pollution.

The use of grape pomace is not new because, over the years, since the 1970s, different alternatives have been proposed for this purpose. All these have focused on the exploitation of the bioactive compounds contained in this by-product in various directions, as follows:

- for obtaining nutritional supplements and fortification of food products;
- for incorporation into pharmaceutical and cosmetic products;
- as antibacterial and antioxidant agents;
- for the production of other value-added products, such as extracts rich in bioactive compounds, mainly from the polyphenols class.

There is little national information on the use of grape pomace, and it is mainly used for the recovery of ethyl alcohol and in small proportions to obtain tartrates, grape seed oil, as food coloring, natural fertilizer or animal food. The results reported in the literature demonstrate that grape pomace has multiple health benefits, contains dietary fibres and polyphenols and can be used as a functional ingredient to produce healthy foods that prevent cardiovascular disease, obesity and various cancers.

Several classes of food have been improved by including grape pomace as ingredient as a functional ingredient in their manufacturing recipe. Most applications of the grape pomace referred to in the literature refer to its incorporation, either in whole or in fractions in bakery and pastry products, mainly bread, biscuits, muffins, pasta, etc., the main motivation consisting of in the fact that grape pomace flour does not contain gluten, a high content of dietary fibres and bioactive compounds, especially of the polyphenols class, with high antioxidant activity.

Research over the last few years highlights the fact that there are untapped opportunities yet to harness the by-products of the agri-food industry as functional ingredients for the design of new high added value foods. Grape pomace results as the main by-product in the wine industry, either by pressing white grapes to obtain the must or by pressing the fermented bosom of black grapes. Due to the high-water content of 55-75%, the grape pomace has a reduced chemical and microbiological stability, as such its exploitation continues to be limited.

Conditioning of the grape pomace by drying it under temperature conditions to ensure its bioactive potential preserved, enable storage and incorporation as whole flour or into fractions in different food products. Most applications were mainly in bread products, mainly bread, biscuits, brioche, cookies and cereal bars, reducing the gluten content and increasing the content of dietary fibres, polyphenols, flavanols and resveratrol.

There is an obvious concern in this respect at national and international level and in the research team from the Faculty of Food Engineering, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Banat "King Michael I of Romania" in Timisoara. This concern contributes to the promotion of the circular economy through the abundant use of by-products from agri-food processing.

The idea underlying the research in the PhD thesis was that there are so far limited studies on the use of the by-products of winemaking as an alternative source of polyphenolic compounds for designing new formulas of biscuits, pasta and jellies. These product categories represent a suitable matrix for the addition of nutrients. In this respect, the possibility of incorporating the products of grape pomace into the products concerned as an alternative to wheat flour (in the recipes of biscuits and pasta) or as a functional ingredient in the fruit juice jellies recipe is very attractive.

Fortification with functional ingredients rich in polyphenolic compounds allows the content of bioactive compounds to increase in the obtained products, but this effect can be limited by many factors, including binding to food matrix components (proteins, starch). Effects on sensory characteristics depend on the built-in dose: at too high concentrations, products may have impaired sensory characteristics.

The innovative elements of the researches are derived from the development of added value foods, enriched in bioactive compounds, without impairment of sensory properties, by including in the production recipe of grape pomace as whole flour and as fractions in order to exploit its functional potential.

The scientific objectives proposed for solving within the scientific research:

- Conditioning the grape pomace to preserve its bioactive potential;
- Utilization of whole flour grape pomace to obtain biscuit formulas;
- The use of grape pomace obtained from grape skins to obtain jellies formulas from fruit juice;
- The use of grape pomace in the form of a powder obtained from grape skins or in the form of an aqueous extract obtained from whole grape pomace to obtain pasta formulations.

Thus, the research conducted within the Phd thesis aims at exploiting the potential of the grape pomace as the main by-product of the wine industry in order to develop innovative, high-functionality food products by including in their recipe bioactive ingredients from the grape pomace.

PART I. THE CURRENT STATE OF KNOWLEDGE

This section contains two chapters: (1) Grape pomace as a by-product of the winemaking process: general characterization, composition, functionality and conditioning; and (2) Directions for the exploitation of the grape pomace in the food industry.

This part presents a summary of the available literature on the general characterization of the composition, functionality and conditioning of the grape pomace as by-product in winemaking process and directions of valorisation in the food industry. Current data are presented on the functionality and techniques of conditioning the grape pomace as a by-product of the winemaking process. Also present are polyphenolic compounds from grape pomace (bioavailability and antioxidant properties), methods of their extraction and the techniques of conditioning the grape pomace.

PART II. OWN RESEARCH

That part includes researches and presents the results of the original investigations carried out during the doctoral studies, being structured into four sections (**3, 4, 5 and 6**).

Research conducted in Chapter 3, entitled "**Conditioning of grape pomace taken under study**" have as a purpose the conditioning of the grape pomace by drying it under various conditions of temperature and time in order to maintain its bioactive compounds and its antioxidant properties. By this it is sought the preservation of the bioactive potential of the grape pomace to exploit it as a functional ingredient in various food applications.

The results of the studies on this subject show that the different drying techniques applied for the grape pomace conditioning (drying under ambient conditions, lyophilization or freeze-drying, vacuum drying, conventional oven drying, convective drying under different temperature-time conditions) impacted on the bioactive potential of grape pomace.

Convective drying is a recommended method for grape pomace drying, but in-depth studies are required to establish working conditions in which the function of the grape pomace is affected. Based on these considerations the research carried out under this chapter is based on the main objective of assessing the impact of the parameters of the convective drying process on bioactive compounds and antioxidant properties in order to establish the most suitable conditions for preserving the bioactive potential of the marc.

Objectives:

- Presentation of the study material (fresh grape pomace) and conditioning it by convective drying under controlled conditions (temperature-time), in order to assess the impact of thermal treatment on bioactive compounds and antioxidant properties;
- Assessment of the impact of thermal treatments followed for conditioning on the antioxidant characteristics of grape pomace. In this respect, the total polyphenol content was evaluated, the total antioxidant capacity and the polyphenolic compounds from the fresh and conditioned grape pomace were identified and quantified;
- Selection of the most suitable drying conditions to preserve the bioactive potential of the grape pomace;
- Characterization of conditioned grape pomace to be used in food applications (mechanical composition, proximal chemical composition and antioxidant properties).

For research conducted in this chapter has been taken the grape pomace resulting as a by-product of wine making of black grapes Pinot Noir (PN) and Great Burgundy (GB), respectively white, Italian Riesling (IR) and White Maiden (WM) having the following provenance: the grape pomace of the PN and IR grape varieties was taken from the Teremia Mare Wine Centre (Timis county), the grape variety WM comes from the Jidvei Winery Complex (Alba County) and the variety GB from the Didactic Centre of the USAMVB Timisoara. All samples of grape pomace were sampled in the 2015 harvest year.

The fresh grape pomace, coming out as main by-product from the winemaking of WM and GB grape varieties, was conditioned by drying in a forced air oven (Froilabo AC60/France, 1000 W) under controlled conditions time/temperature. Thus, the grape pomace was dried at a temperature of 60, 70 and 80°C for 90, 120, 180 and 240 minutes. The grape pomace from PN and IR grape varieties was conditioned by convective drying at 60°C for 8 hours, three days in a row, in order to avoid a significant degradation of the bioactive compounds.

As a result of the studies carried out data has been provided on the impact of convective drying under different temperature/time conditions on the content of polyphenols and total compounds, total antioxidant capacity, individual polyphenol profile evaluated by LC-MS analysis. Of the samples grape pomace investigated, it was found that the cake originating from grapes IR and PN presented values of the content of polyphenolic compounds, anthocyanins total and superior antioxidant capacity than samples from grape WM and GB, which justifies selecting the first in order to use for valorisation in different food applications.

Thus, based upon of the obtained results, we propose the use of conditional grape pomace from grape varieties IR and PN both in the form of whole flour and in fractions or as an aqueous extract, by including it as an ingredient in the manufacturing recipe of certain food products (biscuits, jellies and pasta).

Chapter 4, titled "**Contributions regarding the valorisation of grape pomace to obtain some biscuit formulas**" presents data on the use of whole grape pomace to obtain biscuit formulas.

Taking into account the conclusions of the literature studies, in this chapter it was propose a way to use of the grape pomace coming from vinification of IR and PN grape varieties in the form of whole flour as an ingredient rich in bioactive compounds for designing of biscuits formulas with improved nutritional and sensory characteristics.

The objectives proposed for solving in this chapter are:

- Developing innovative pastries (biscuit) by including in the production recipe of grape pomace from two grape varieties (white: IR and black: PN) in the form of whole flour with the aim of exploiting its bioactive potential;
- Evaluation of sensory and antioxidant characteristics (total polyphenols content and total antioxidant capacity) of the formulas of biscuits obtained;
- Identification and quantification of polyphenolic compounds from biscuits by liquid chromatography coupled with mass spectrometry (LC-MS);
- Selection of biscuits formulas with superior antioxidant and sensory characteristics.

Results achieved in this chapter provides data on modification that appear in the content of total polyphenol, individual polyphenolic profile of the biscuits, content of individual polyphenols and total antioxidant capacity and sensory properties of biscuits formula produced by incorporation in the manufacturing recipe of whole flour grape pomace in various proportions.

Research conducted in the Chapter 5, entitled "**Contributions to the valorisation of grape pomace to obtain fruit juice jelly**" aim to develop innovative fruit juice formulas with high added value through the use of grape skin powder as an ingredient rich in bioactive compounds. Also, the powder obtained from black grape skins has a high content of anthocyanins, which recommends it as a natural dye for the products obtained.

The objectives proposed for solving in this chapter:

- The development of innovative formulations of jelly (jelly from fruit juice) by including in the manufacturing recipe the grape pomace originated from the two varieties of grapes (white IR and black PN) in the form of a powder obtained from the skins, in order to capitalize on the potential of bioactive agent of it;
- Evaluation of sensory and antioxidant characteristics (total polyphenols content and total antioxidant capacity) of the jellies obtained;
- Identification and quantification of polyphenolic compounds from the jellies by liquid chromatography coupled with mass spectrometry (LC-MS);
- Selection of jellies with superior antioxidant and sensory characteristics.

The results obtained in this chapter provides information about the changes occurring in the individual profile polyphenolic, individual polyphenol content identifiable, total antioxidant capacity, content of total polyphenols and sensory characteristics of jellies formula from fruit juice due to the inclusion in manufacturing recipe of the of their grape pomace powder in different proportions.

Chapter 6, titled "**Contributions regarding the valorisation of the grape pomace to produce pasta**" includes two subchapters, namely:

- (1) Valorisation of grape pomace powder obtained from grape skins to obtain formulas of pasta;
- (2) To exploit the full grape pomace extract in form of an aqueous extract in obtaining formulas of pasta.

Pasta is a grain-based product with a relatively long shelf-life, widely accepted by consumers because they are relatively inexpensive, versatile, have pleasant sensory attributes, are prepared quickly and easily and are easy to store. It is also a suitable matrix for the addition of nutrients. In this direction, the possibility to valorise the grape pomace flour as an alternative to wheat flour in the pasta recipe is very attractive.

The idea underlying this application has been focused on the fact that, to date, there are limited studies on the use of winemaking by-products as an alternative source of polyphenolic compounds for designing of new pasta formulations.

The objectives proposed for solving in the first subchapter are:

- Development of innovative cereal products (pasta type) by including in the manufacturing recipe of the grape pomace originated from the two varieties of grapes (white IR and black PN) in the form of a powder obtained from grape skins, in order to exploit the bioactive potential of it;
 - Evaluation of the sensory and antioxidant characteristics (total polyphenols content and total antioxidant capacity) of the obtained pasta formulations;
 - Identification and quantification of polyphenolic compounds from pasta by liquid chromatography coupled with mass spectrometry (LC-MS);
 - Selection of pasta formulas with superior antioxidant and sensory characteristics.
- Objectives proposed for solving in the second subchapter:*
- Development of innovative cereal products (paste type) by including in the manufacturing recipe of the grape pomace originate from the two varieties of grapes (white IR; black PN) in the form of aqueous extract of the grape pomace obtained integral with the aim of bioactive potential of it;
 - Evaluation of the sensory and antioxidant characteristics (total polyphenols content and total antioxidant capacity) of the obtained pasta formulas;
 - Identification and quantification of polyphenolic compounds from pasta by liquid chromatography coupled with mass spectrometry (LC-MS);
 - Selection of pasta formulas with superior antioxidant and sensory characteristics.

The results obtained from the research carried out in this chapter provide information on the changes in the individual polyphenol profile, the content of individual polyphenols identified, the total antioxidant capacity, the total polyphenol content and the sensory characteristics of the pasta formulas developed by using as ingredient, in the manufacturing recipe of the powder obtained from grape skins and the whole grape pomace extract respectively.

III. GENERAL CONCLUSIONS

The own researches carried out within the PhD thesis allowed the achievement of the major objectives proposed to be solved, and the general conclusions based on the obtained results are presented:

Concerning the conditioning of the grape pomace to preserve its bioactive potential:

- The parameters of the conditioning process play a significant role in the stability of the phenolic compounds because both high temperatures and extended exposure to heat treatment lead to the degradation of polyphenolic compounds and affect the antioxidant capacity of the grape pomace. The higher the temperature and longer the drying time, the higher the degree of depreciation of the antioxidant properties;
- The total antioxidant capacity of the fresh grape pomace recorded different values depending on the grape variety (FRAP values recorded vary in the order: IR>PN>GB>FA);

- The obtained data show that the temperature of 60°C is recommended for conditioning the grape pomace to preserve its content of bioactive compounds and its antioxidant properties. The only shortcoming of drying at 60°C is the long drying time.
- From the samples of the examined pulp, it was found that grape pomace from IR and PN grapes showed values of the content of polyphenolic compounds, total anthocyanins and antioxidant capacity superior to the samples from FA and GB grapes, which justifies the selection of first for valorisation in various food applications;
- An advantage of conditioning is that besides prolonging the preservation as a result of reducing the water content, it ensures the stability of the bioactive compounds.

Concerning the use of whole grape pomace flour to obtain biscuit formulas:

- Fortification of the biscuits by the addition of grape pomace is an accessible technique which allows the increase of the content of polyphenolic compounds, the antioxidant capacity and the sensory attributes of the elaborated formulas;
- In the prepared biscuits formulas, an increase in the total antioxidant capacity as well as the total polyphenol content by the addition of integral grape pomace flour was found in proportion to the percentage used in the manufacturing recipe;
- It is recommended the addition of grape pomace flour, in the manufacturing recipe of the biscuit to a percentage of 10 and 20% respectively;
- The addition of grape pomace flour in the biscuit manufacturing recipe up to a maximum level of 20% does not lead to the depreciation of the sensory properties.

Concerning the use of grape pomace obtained from grape skins to obtain fruit juice jellies formulas:

- The fortification of the jellies by the addition of powdered grape skins had a positive effect on the total antioxidant capacity and total polyphenolic compounds content. This effect is influenced by the percentage of grape skin powder used in the recipe;
- It was found that the addition of 3, 6% and 9% of grape pomace powder does not cause the sensory attributes of jelly fruit juice formulas to be impaired;
- The advantage of strengthening the jellies by adding powdered grape skins is to reduce their processing time;
- The data obtained have applicative importance but also scientific value contributing to the design and development of jelly formulas with improved functionality.

Concerning the use of grape pomace in the form of a powder obtained from grape skins or in the form of an aqueous extract obtained from whole grape pomace to obtain pasta formulations:

- Incorporation of the grape skin powder and the aqueous extract from the pulp into pasta manufacturing recipe resulted in an increase in FRAP, bioavailable content and sensory characteristics. The recorded increases were influenced by the grape variety from which the grape pomace was produced;
- The sensory attributes of fortified pasta have been altered by the addition of grape skin powder to the manufacturing recipe compared to classical prototypes. The pasta formulations with added IR grape pomace skin powder at a level of 3% revealed the best sensory properties.
- The addition of an aqueous extract obtained from the whole grape pomace into manufacturing recipe did not detract from the sensory properties of the formulations, as such, consumer acceptability was similar to that obtained with the control sample;

- Large doses of 9% of grape pomace skins powder are not recommended in the manufacturing recipe of the pasta because there have been recorded difficulties in processing the dough for this level;
- The data obtained have applicative importance but also scientific value contributing to the design and development of pasta formulas with improved functionality.

The data obtained are of applicative importance but also of scientific value, contributing to the extension of the directions of exploitation of grape pomace in food applications for the design and development of food formulas with improved functionality.

The quantification of all data resulting from this PhD thesis could lead to new options of fortified foods with healthy benefits integrated into the current diet.

IV. ORIGINALITY ELEMENTS AND PERSPECTIVES FOR FURTHER RESEARCH

The elements of originality of the researches derive from the following aspects:

- The studies performed for grape pomace conditioning allow the knowledge to be expanded regarding the stability of the polyphenolic compounds according to the drying in order to preserve the functional character of the grape pomace.
- The performed researches have led to proposing of some directions for grape pomace valorisation by incorporating it in different forms and proportions in the recipe for making food (biscuits, pasta and jelly fruit juice).
- The studies provided new information on the impact recorded by addition of whole grape pomace flour coming out from black and white grape varieties, in varying percentages, on the antioxidant and sensory properties of biscuits. On the basis of the sensory analysis, the maximum incorporation level of whole grape pomace flour in the biscuit manufacturing recipe was established;
- Incorporation of grape pomace skins powder or aqueous extract from whole grape pomace flour resulted in innovative pasta formulations with improved antioxidant properties without impairment of sensory characteristics;
- The grape pomace valorisation as pomace skins powder in the jelly fruit juice manufacturing recipe allowed the developing of product formulas with improved antioxidant and sensory properties;
- The obtained own results provide information about the existing correlations between the total polyphenolic compound content and the total antioxidant capacity of the elaborated food formulas.

Perspectives for further research

- Development of similar studies for other by-products resulting from the processing of plant raw materials;
- Extending the range of innovative products obtained by grape pomace valorisation;
- Expanding research on harnessing grape pomace as powdered grape skin in the manufacturing recipe of the biscuits;
- Further research on changes in antioxidant properties of pasta formulations as a result of pasta boiling;
- Performing additional research on the rheological properties of jelly fruit juice formulas and the use of other gelling agents in the manufacturing recipe;
- Assessing the possibility of the possibility of transfer to the economical operators in the field, for testing and production of the concerned product on an industrial scale.