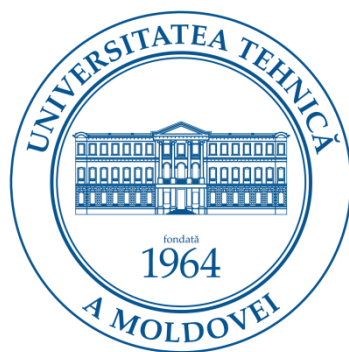


UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI



Cu titlu de manuscris
C.Z.U.: 664.863; 664.843.5; 664.858 (043)

CRUCIRESCU DIANA

**VALORIFICAREA FRUCTELOR DE MERE IMATURE PENTRU
OBȚINEREA ACIDIFIANTULUI NATURAL**

253.01 TEHNOLOGIA PRODUSELOR ALIMENTARE DE ORIGINE VEGETALĂ

Rezumatul tezei de doctor în științe inginerești

CHIȘINĂU, 2024

Teza a fost elaborată în cadrul direcției Tehnologii Alimentare, laboratorul Verificarea Calității Produselor Alimentare, IP Institutul Științifico-Practic de Horticultură și Tehnologii Alimentare (IȘPHTA), Chișinău, Republica Moldova.

Conducător științific:

IORGA Eugen, doctor în chimie, conferențiar cercetător

Comisia de îndrumare:

STURZA Rodica, doctor habilitat, m.c. AȘM, profesor universitar, UTM

BAERLE Alexei, doctor, conferențiar universitar, UTM

MACARI Artur, doctor, conferențiar universitar, UTM

Referenți oficiali:

STURZA Rodica, doctor habilitat, m.c. AȘM, profesor universitar, UTM

VRABIE Elvira, doctor, cercetător coordonator, Institutul de Fizică Aplicată, USM

CECLU Liliana, doctor, conferențiar universitar, USCh

Componenta Comisiei de susținere publică a tezei de doctorat:

1. GHENDOV-MOȘANU Aliona, președinte, doctor habilitat, conferențiar universitar, UTM

2. GUREV Angela, secretar științific, doctor, conferențiar universitar, UTM

3. IORGA Eugen, membru, doctor în științe chimice, conferențiar cercetător, IȘPHTA

4. SAVA Parascovia, membru, doctor habilitat, conferențiar cercetător, IȘPHTA

5. STURZA Rodica, referent, doctor habilitat, m.c. AȘM, profesor universitar, UTM

6. VRABIE Elvira, referent, doctor, cercetător coordonator, Institutul de Fizică Aplicată, USM

7. CECLU Liliana, referent, doctor, conferențiar universitar, USCh

Susținerea va avea loc la 22.03.2024, ora 14:00 în ședința Comisiei susținere publică a tezei de doctorat din cadrul Universității Tehnice a Moldovei, FTA, str. Studenților 9/9, blocul de studii nr. 5, aud. 5-1, MD-2045, Chișinău, Republica Moldova.

Teza de doctor și rezumatul pot fi consultate la biblioteca Universității Tehnice a Moldovei și pe pagina web a ANACEC (www.anacip.md).

Rezumatul a fost expedit la 19 februarie 2024.

Secretar științific al Comisiei de susținerea publică a tezei de doctor,
GUREV Angela, doctor, conferențiar universitar

Conducător științific,

IORGA Eugen, doctor în chimie, conferențiar cercetător

Autor

CRUCIRESCU Diana

CUPRINS

REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII	4
CONȚINUTUL TEZEI	8
1 Acidifianții utilizați în industria alimentară și modificările biochimice în mere pe parcursul dezvoltării	8
2 Materiale și metode	8
3 Cercetarea influenței parametrilor merelor imature asupra calității acidifiantului natural	8
3.1 Caracteristicile fizico-chimice ale merelor imature pe parcursul dezvoltării	9
3.2 Dependența valorii randamentului sucului de modul de tratare al merelor imature	11
3.3 Influența parametrilor determinați în merele imature asupra randamentului de suc	12
4 Elaborarea tehnologiei de fabricare a acidifiantului din mere, implementarea acestuia în obținerea fructelor și legumelor conservate și studierea calității produselor elaborate	13
4.1 Tehnologia de obținere a acidifiantului din mere	13
4.2 Evaluarea indicatorilor de calitate a acidifianților din merele studiate	14
4.2.1 Analiza indicatorilor fizico-chimici	14
4.2.1.1 Conținutul de acizi organici	14
4.2.1.2 Conținutul de glucide simple	16
4.2.1.3 Conținutul total de polifenoli	17
4.2.1.4 Activitatea antioxidantă	18
4.2.2 Indicatorii microbiologici în acidifianții din mere	18
4.2.3 Evaluarea organoleptică a acidifianților din mere	19
4.2.4 Termenul de păstrare al acidifianților din mere	19
4.3 Utilizarea acidifiantului din mere la conservarea fructelor și legumelor	21
4.3.1 Tomate marinate	21
4.3.2 Castraveți conservați	22
4.3.3 Tocană de legume tip „Zacusca”	23
4.3.4 Ardei iuți conservați	24
4.3.5 Dulceață de vișine și căpșuni conservați	25
4.4 Studiu de fezabilitate al fabricării acidifiantului din mere și a unor produse conservate cu utilizarea acestuia	26
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI	27
BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ	30
LISTA PUBLICAȚIILOR AUTORULUI LA TEMA TEZEI	32
ADNOTARE	34

REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII

Actualitatea și importanța temei abordate. Insuficiența surselor de aciditate naturală, folosite în industria alimentară, și interesul sporit a consumatorilor pentru alimente mai sănătoase impune oamenii de știință să găsească posibilitățile de substituire a acizilor organici sintetici din rețetele de producere cu componente naturale. O modalitate sigură și avantajoasă ar fi valorificarea compușilor naturali din merele imature, obținute în urma răritului sau a căderilor fiziologice, care au loc între zilele 40 - 65 de la fenofaza înflorirea deplină a pomilor.

Răritul fructelor nedezvoltate se efectuează cu scopul echilibrării cantității de fructe rămase pe copac cu suprafața frunzelor și a minimizării concurenței de asimilări între mere (Peșteanu et al., 2017; Assirelli et al., 2018). Astfel, în plantații ajung să fie înlăturată cca 25 - 30 % din roada preconizată, în special în anii cu umiditate insuficientă a solului (Chen et al., 2015). Volumele semnificative de mere imature nu sunt valorificate în scop alimentar și, fiind deșeuri horticoale, reprezintă surse de poluare a mediului ce nu pot fi neglijate. Totodată, merele imature conțin cantități impunătoare de substanțe valoroase, cum ar fi acizii organici, glucidele, substanțele fenolice, mineralele, etc (Yang et al., 2021; Geleta et al., 2023). Conținutul total de acizi organici este ridicat în faza timpurie de coacere și scade pe parcursul dezvoltării fructelor, acidul malic fiind predominant (Alberti et al., 2016; Ma et al., 2018; Bandic et al., 2019).

Analiza surselor bibliografice și a documentației normative (OMAIA153/2010) denotă că rețetele de conservare (în special a fructelor și legumelor) conțin în calitate de sursă de aciditate acidifianti sintetici. Actualmente se discută pe larg problemele referitoare la aditivii alimentari sintetici din punct de vedere al managementului chimic și al calității, deoarece rapoartele de intoxicație alimentară au condus la căutarea unor conservanți siguri și eficienți, în mare parte de origine vegetală (Fiorino et al., 2019; Anyasi et al., 2017). Adăugarea compușilor naturali cu proprietăți funcționale în noile formule alimentare conferă una dintre principalele provocări ale industriei alimentare contemporane. Producătorii internaționali se orientează spre utilizarea acizilor organici de proveniență naturală (ex.: verjuice, fructe și suc concentrat din corcodușe, acidifiant din struguri), cu scopul fabricării unor produse sănătoase și cu o valoare nutritivă înaltă (Nilgun et al., 2019; Dupas de Matos, 2019; Golubi, 2019).

Motivația alegerii subiectului. Alimentația sănătoasă devine tot mai populară și necesară la nivel mondial. Intoleranța consumatorilor la aditivii alimentari sintetici duce la creșterea necesității substituției acestora cu compuși naturali, proveniți din surse naturale de origine vegetală, stabili și siguri pentru consumul uman.

Acidifianții naturali pot fi obținuți prin valorificarea merelor imature, astfel, încurajând promovarea tranziției către sisteme alimentare durabile, în principal dezvoltarea de produse cu

„impact zero” asupra mediului, reducând schimbările climatice și măbind accesul la alimente nutritive sănătoase și durabile.

Ipoieza științifică: Fructele de mere imature, fiind deșeuri horticole, pot fi valorificate pentru obținerea acidifiantului natural, favorizând reducerea pierderilor de materie primă și substituind acizii organici sintetici în alimente. Această perspectivă ar putea ajuta la suplinirea aditivilor naturali în industria alimentară, conform tendinței de a satisface cererea consumatorilor pentru produse sănătoase și durabile.

Scopul cercetării: valorificarea merelor imature pentru obținerea unei surse de aciditate naturală, numită acidifiant din mere, și utilizarea acesteia în industria alimentară, în special la conservarea fructelor și legumelor, substituind acizii din rețetele clasice de producere.

Pentru realizarea scopului propus și verificarea ipotezei științifice formulate au fost stabilite următoarele **obiective ale cercetării:**

1. Studierea proceselor biochimice în fructele de mere pe parcursul creșterii și dezvoltării cu scopul stabilirii perioadei optime de recoltare a acestora pentru obținerea acidifiantului natural.
2. Aplicarea modelării matematice pentru determinarea influenței preparatelor enzimatic, a temperaturii și a parametrilor din sistem asupra randamentului sucului din merele imature.
3. Elaborarea fluxului tehnologic de obținere al acidifianților din mere și producerea loturilor experimentale ale acestora.
4. Determinarea conținutului de acizi organici, glucide, substanțe fenolice totale și activitatea antioxidantă în mostrele de acidifianți.
5. Analiza caracteristicilor microbiologice și senzoriale ale acidifianților din mere; stabilirea termenului de păstrare.
6. Implementarea acidifiantului din mere în obținerea fructelor și legumelor conservate cu scopul substituirii acizilor acetic și citric din rețetele clasice de producere; studierea calității produselor elaborate.
7. Efectuarea studiului de fezabilitate al fabricării acidifiantului din mere și a produselor conservate cu aplicarea acestuia.

Sinteza metodologiei de cercetare și justificarea metodelor de cercetare alese. Pentru realizarea lucrării de față au fost aplicate un șir de metode atât clasice, cât și cele moderne de cercetare, cum ar fi: analiza prin cromatografia lichidă de înaltă performanță (HPLC), pentru determinarea acizilor organici; electroforeza capilară (CE) – a glucidelor; testul cu radicalul liber DPPH a fost aplicat pentru stabilirea activității antioxidante; metoda UV/Vis la calcularea conținutul total de polifenoli. Pentru determinarea indicatorilor de calitate în merele imature studiate, în acidifianții obținuți din aceste fructe și în produsele alimentare elaborate cu aplicarea

acidifiantului din mere, au fost utilizate metode senzoriale, fizico-chimice și microbiologice. Totodată, în studiul dat au fost folosite metode statistice și de modelare matematică.

Importanța teoretică și inovația științifică a lucrării constă în argumentarea necesității valorificării biomasei de fructe de mere imature cu scopul obținerii unei surse de aciditate naturală, necesară pentru industria alimentară, și în posibilitatea utilizării acesteia pentru fabricarea unor produse alimentare noi. Pentru a rezolva problema propusă au fost îndeplinite astfel de cercetări:

- pentru prima dată în Republica Moldova au fost studiați parametrii fructelor de mere imature și stabilită perioada optimă de recoltare a acestora cu scopul obținerii unei surse de aciditate naturale;
- a fost determinată influența enzimelor și a temperaturii asupra masei mărunțite la producerea acidifiantului, privind majorarea randamentului sucului; a fost aplicat modelul matematic în baza parametrilor determinați din sistem;
- a fost argumentat teoretic și experimental posibilitatea aplicării unui regim optimizat de pasteurizare în procesul de obținere al acidifiantului din mere;
- a fost argumentată și elaborată tehnologia de producere a acidifiantului din mere cu obținerea loturilor experimentale;
- au fost determinați calitativ și cantitativ acizii organici, glucidele, activitatea antioxidantă, conținutul total de polifenoli, indicatorii de calitate, stabilitatea microbiologică și termenul de păstrare ai acidifiantilor din mere;
- a fost argumentat teoretic și experimental posibilitatea și necesitatea substituirii acizilor acetic și citric, din rețetele tradiționale de conservare a fructelor și legumelor, cu acidifiantul din mere; au fost elaborate tehnologii de fabricare ale produselor alimentare noi;
- a fost argumentat teoretic și demonstrat economic avantajul producerii acidifiantului din mere și a produselor elaborate cu utilizarea acestuia.

Valoarea aplicativă a lucrării:

- conform rezultatelor experimentale obținute, au fost elaborate și brevetate procedeele de obținere al acidifiantului din mere și al acidifiantului cupajat din mere și struguri;
- au fost elaborate tehnologii de producere a legumelor și fructelor conservate cu aplicarea acidifiantului din mere (tomate marinate, castraveți conservați, tocană de legume, ardei iuți conservați, dulceață de vișine și căpșune conservate);
- a fost elucidat impactul parametrilor merelor imature asupra indicatorilor de calitate, a caracteristicilor senzoriale, stabilității microbiologice și duratei de păstrare a acidifiantului din mere și a produselor alimentare cu utilizarea acestuia;
- a fost dovedit că fabricarea acidifiantului și a produselor elaborate va asigura creșterea rentabilității cu 0,9-3,1%, în comparație cu produsele analoge fabricate conform rețetelor clasice.

Aprobarea rezultatelor. Rezultatele obținute în cadrul tezei au fost comunicate și discutate la **simpozioane și conferințe internaționale și naționale:** Conferința Internațională „Modern Technologies in the Food Industry”, Chișinău (2018); Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor UTM, Chișinău (2019–2022); Conferința Științifico-Practică Națională „Inovația: Factor al dezvoltării social-economice”, Cahul (2020); Conferința CASEE „Sustainable agriculture in the context of climate change and digitalization”, Chișinău (2022); Conferința științifică internațională „Perspectivele și problemele integrării în Spațiul European al Cercetării și Educației”, Cahul (2022); Conferința Internațională „Ecological & Environmental Chemistry”, Chișinău (2022); Simpozionul Internațional „Euro-Aliment”, Galați (2021); Simpozionul Științific Internațional „Sectorul Agroalimentar – Realizări și Perspective”, Chișinău (2021–2022); Conferința Științifico-Practică cu participare internațională «Технологии переработки отходов с получением новой продукции», Kyrov, Rusia (2022); **saloane naționale și internaționale de invenții:** Salonul Inovării și Cercetării „UGAL INVENT-2019”, Galați, România; Expoziția Internațională de invenții „INFOINVENT-2019”, Chișinău, Moldova; Expoziția Europeană de Creativitate și Inovare „EURO INVENT-2018”, Iași, România; „INVENTICA-2018”, Iași, România; **mese rotunde:** „Tehnologii inovative de procesare a materiei prime agroalimentare” (2019), și „Calitatea prin cercetare. De la sol la produs. Îmbunătățirea calității produselor prin inovare și colaborare între cercetare și industrie” (2023), Expozițiile Internaționale Specializate „Food & Drinks”, MoldExpo, Chișinău; **rapoartele** proiectului internațional „Use of apple acidifier in preserving fruit and vegetables” (2022-2023) FMS „National Scholarship Programme of the World Federation of Scientists”, Geneva, Elveția.

Rezultatele cercetărilor au fost publicate în revistele națională „Journal of Engineering Science” (DOAJ – cat. B+), UTM, Chișinău (2021; 2023) și internațională „Scientific Study & Research – Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry” (WoS – ESCI) Bacău, România (2023). Munca depusă pe durata studiilor și cercetărilor a fost apreciată de către Guvernul Republicii Moldova prin aprobarea Bursei de Excelență a Guvernului (2021-2022).

Publicații la tema tezei. Rezultatele cercetării și problemele abordate au fost publicate în 16 lucrări științifice, inclusiv 3 articole științifice de monoautor cu recenzenti, 2 brevete de invenție, 11 articole în culegeri și rezumate la manifestări științifice naționale și internaționale.

Sumarul capitolelor tezei. Teza de doctor include adnotare (în limbile română, rusă și engleză), introducere, 4 capitole, concluzii generale, recomandări practice, 318 surse bibliografice și 3 anexe. Textul de bază conține 115 pagini, inclusiv 50 tabele și 44 figuri.

Cuvintele-cheie: mere imature, acidifiantii din mere, acizi organici, glucide, substanțe fenolice, activitatea antioxidantă, conserve de fructe și legume cu aplicarea acidifiantului din mere.

CONȚINUTUL TEZEI

1 Acidifianții utilizați în industria alimentară și modificările biochimice în mere pe parcursul dezvoltării

Primul capitol reprezintă studiul actual de cunoaștere privind acidifianții utilizați în industria alimentară, inclusiv și cei de origine naturală implementate în alimente la nivel experimental. Totodată, în acest capitol au fost descrise dinamica acumulării și transformării principalilor compuși biochimici în mere pe parcursul dezvoltării, beneficiul consumului de mere asupra sănătății omului și tehnologia de producere a sucului de mere.

Analiza bibliografică denotă că merele imature conțin, în dependență de faza de coacere, cantități semnificative de acizi organici și alte substanțe valoroase ca glucide, substanțe fenolice, polizaharide, minerale, vitamine, iar activitatea antioxidantă totală a merelor imature este mai ridicată decât cea a merelor coapte. Totodată, substituirea aditivilor sintetici cu cei naturali în producerea de alimente sănătoase este foarte actuală.

Studiul efectuat ridică nivelul de cunoștințe privind compușii biochimici din merele imature, care reprezintă deșeu horticol în urma răritului sau a căderilor fiziologice, cu scopul valorificării acestora pentru obținerea acidifiantului natural.

2 Materiale și metode de cercetare

Capitolul doi descrie materiile prime, secundare și auxiliare pentru cercetare; reactivii, aparatele și instalațiile utilizate în studiu; metode standardizate de determinare, cât și metode moderne de analiză (cromatografie de înaltă performanță - HPLC, electroforeză capilară - CE, spectrofotometria UV-VIS), metode tehnologice de cercetare; metodologia de determinare a indicatorilor de calitate a materiilor prime analizate și a produselor elaborate.

Obiectele principale de cercetare au servit merele imature de 4 soiuri de perspectivă: Coredana, Golden Rezistent, Rewena și Reglindis, recoltate pe parcursul dezvoltării în zilele 45, 58, 71, 84 și 97 de la fenofaza înflorirea deplină (lunile iunie – iulie) ale anilor 2018 – 2020 de pe loturile experimentale ale Institutului Științifico-Practic de Horticultură și Tehnologii Alimentare (IȘPHTA). Au fost obținute și analizate mostrele experimentale de acidifianți din mere și produsele alimentare elaborate cu aplicarea acestora.

3 Cercetarea influenței parametrilor merelor imature asupra calității acidifiantului natural

În acest capitol este descris studiul asupra merelor imature de 4 soiuri selectate pentru cercetare și determinați indicatorii fizico-chimici. În acelaș timp, au fost aplicate și studiate metode de mărire a randamentului sucului din aceste fructe.

3.1 Caracteristicile fizico-chimice ale merelor imature pe parcursul dezvoltării

Cunoașterea caracteristicilor fizico-chimice ale merelor imature rărite este o cale promițătoare de gestionare eficientă a deșeurilor horticoale, privind utilizarea rațională a materiilor prime vegetale prin creșterea durabilității.

În merele imature studiate au fost determinați indicatorii fizico-chimici, iar rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul 3.1.

Tabelul 3.1. Indicatorii fizico-chimici al fructelor de mere studiate pe parcursul dezvoltării

Soi	Timpul ZID*	W, %	AT**, %	SUH, °Brix	Zahărul total, %	pH
Coredana	45	83,84 ± 0,02	1,97 ± 0,01	6,55 ± 0,01	3,35 ± 0,04	3,05 ± 0,012
	58	86,39 ± 0,04	1,89 ± 0,00	7,80 ± 0,13	5,27 ± 0,08	3,16 ± 0,035
	71	84,18 ± 0,02	1,76 ± 0,00	8,65 ± 0,07	6,54 ± 0,03	3,14 ± 0,004
	84	85,32 ± 0,01	1,53 ± 0,03	10,58 ± 0,01	8,29 ± 0,07	3,07 ± 0,008
	97	84,28 ± 0,04	1,35 ± 0,04	12,35 ± 0,01	9,76 ± 0,13	3,19 ± 0,002
Golden Rezistent	45	86,16 ± 0,03	2,22 ± 0,04	6,65 ± 0,01	5,18 ± 0,01	2,95 ± 0,016
	58	85,45 ± 0,01	2,12 ± 0,01	7,06 ± 0,07	5,62 ± 0,07	2,98 ± 0,023
	71	86,62 ± 0,07	1,97 ± 0,01	8,47 ± 0,11	7,44 ± 0,11	3,01 ± 0,005
	84	86,48 ± 0,03	1,88 ± 0,02	9,95 ± 0,08	8,82 ± 0,08	3,06 ± 0,001
	97	87,08 ± 0,03	1,72 ± 0,03	11,43 ± 0,05	10,02 ± 0,05	3,15 ± 0,002
Reglindis	45	84,73 ± 0,08	2,63 ± 0,08	6,60 ± 0,07	4,09 ± 0,07	3,07 ± 0,017
	58	83,20 ± 0,10	2,50 ± 0,10	7,85 ± 0,14	5,27 ± 0,02	3,17 ± 0,008
	71	85,04 ± 0,07	2,40 ± 0,01	8,70 ± 0,05	6,01 ± 0,05	3,05 ± 0,003
	84	84,38 ± 0,03	2,12 ± 0,09	10,60 ± 0,02	7,73 ± 0,01	3,20 ± 0,002
	97	85,03 ± 0,02	2,00 ± 0,01	11,85 ± 0,01	9,33 ± 0,13	3,13 ± 0,023
Rewena	45	86,90 ± 0,07	2,79 ± 0,08	6,50 ± 0,12	4,29 ± 0,14	2,50 ± 0,023
	58	85,66 ± 0,20	2,73 ± 0,07	7,65 ± 0,07	5,20 ± 0,09	2,63 ± 0,002
	71	87,10 ± 0,08	2,63 ± 0,00	8,50 ± 0,03	6,15 ± 0,05	2,70 ± 0,002
	84	84,63 ± 0,07	2,30 ± 0,01	10,75 ± 0,00	7,83 ± 0,01	2,94 ± 0,021
	97	83,88 ± 0,03	2,09 ± 0,02	12,10 ± 0,02	9,69 ± 0,02	2,81 ± 0,019

Notă: * timpul ZID – zile după fenofaza înflorirea deplină; W – umiditatea; AT** - aciditatea titrabilă, exprimată în acid malic; SUH – substanțele uscate hidrosolubile; pH – aciditatea activă; rezultatele reprezintă medie ± SD.

Pe parcursul creșterii și dezvoltării merelor, conținutul de umiditate a variat între 83,20 % și 87,10 % și nu au fost observate diferențe semnificative între soiurile testate. Umiditatea este un parametru important, deoarece influențează randamentul obținerii sucului (Zheng et. al, 2012).

Conținutul de substanță uscată hidrosolubilă (SUH) a crescut considerabil odată cu creșterea și dezvoltarea fructelor de mere. Cele mai mari concentrații ale acestui indicator au fost înregistrate la soiurile Coredana, cu valori cuprinse între 6,55 °Brix și 12,35 °Brix, și Golden Rezistent, între 6,65 °Brix și 11,43 °Brix; urmate de soiurile Rewena (6,60 °Brix – 11,85 °Brix) și Reglindis (6,50 °Brix – 12,10 °Brix). Se observă o creștere bruscă a SUH în jurul zilei a 84-a de la înflorirea deplină, urmată în continuare de o creștere lentă.

Conținutul total de glucide crește semnificativ pe parcursul dezvoltării fructelor, înregistrându-se valori cuprinse între 3,35 % și 9,76 % pentru soiul Coredana, între 5,18 % și 10,02% pentru soiul Golden Rezistent, între 4,09 % și 9,33 % pentru soiul Reglindis și între

4,29 % și 9,69% pentru soiul Rewena. La fel ca în cazul SUH, a fost observată o creștere bruscă a conținutului de zahăr total în jurul zilei a 84-a după înflorire, deoarece acești doi indicatori sunt într-o corelație direct proporțională. Creșterea conținutului de SUH și a zaharului total se datorează hidrolizei amidonului care se conține în merele imature. Unii cercetători au demonstrat că acumularea amidonului are loc între a 35-a și 85-a zile după înflorirea deplină, atingând valoarea maximă în jurul zilei a 85-a (Bart et al., 2008; Zheng et al., 2012; Mureșan et al., 2015).

Aciditatea în toate soiurile de mere studiate a scăzut pe parcursul creșterii fructelor. Astfel au fost înregistrate valori cuprinse între 1,97 % și 1,35 % pentru soiul Coredana, între 2,22 % și 1,72 % pentru soiul Golden Rezistent, între 2,63 % și 2,00 % pentru soiul Reglindis și între 2,79 % și 2,09 % pentru soiul Rewena. Merele soi Rewena au avut un conținut de aciditate cel mai mare, urmat de soiul Reglindis, apoi Golden Rezistent și Coredana. Concentrațiile cele mai mari au fost înregistrate la fructele recoltate în a 45-a zi după înflorirea deplină, scăzând ușor spre ziua a 97-a, similar la toate soiurile studiate. Scăderea ușoară a conținutului de aciditate pe parcursul coacerii s-ar putea datora degradării acidului citric, transformării acizilor în timpul respirației, conversiei acestora în zaharuri și utilizarea ulterioară în procesul metabolic din fruct (Roshan et al., 2012; Bizjac et al., 2013). În același timp, procesele implicate în metabolismul și acumularea acizilor malic și citric în celulele mezocarpului se află sub control atât genetic, cât și de mediu (Etienne et al., 2013). Concentrațiile de acid malic reprezintă cca 90 % din conținutul total de acizi organici (Bandic et al., 2019). Multe studii agronomice au arătat impactul practicilor de cultivare, inclusiv irigarea, fertilizarea minerală, temperatura, rădărea, asupra componentelor merelor (Wu et al., 2002; Burdon et al., 2007; Thakur et al., 2012).

Aciditatea activă (pH) a fructului depinde în special de acidul organic conținut în acesta. Valorile pH-ului pulpei de măr nu se modifică esențial, totuși, a fost înregistrată o mică creștere a acestui indicator pe parcursul creșterii și dezvoltării fructelor. Valorile au prezentat de la 3,05 la 3,19 în cazul soiului Coredana, de la 2,95 la 3,06 pentru soiul Golden Rezistent, de la 3,05 la 3,20 la Reglindis și de la 2,50 la 3,13 pentru Rewena. Zheng și colaboratorii au raportat rezultate similare în studiile sale pentru soiul Fuji (Zheng et al. 2012).

În baza rezultatelor obținute (tab. 3.1) și celor expuse mai sus, se poate concluziona că fructele de mere recoltate în zilele 71 după înflorirea deplină de toate 4 soiuri studiate sunt cele mai potrivite pentru procesare în vederea obținerii acidifiantilor naturali.

Raportul SUH/AT reprezintă un indicator industrial de prelucrare. În lucrarea dată a fost studiată modificarea acestui indice pentru toate cele 4 soiuri de mere și prezentată în figura 3.2.

Conform calculelor obținute (fig. 3.2), raportul SUH/AT între zilele 45 și 97 după înflorirea deplină a merelor studiate au prezentat următoarele valori: Coredana – 3,32-9,15; Golden Rezistent

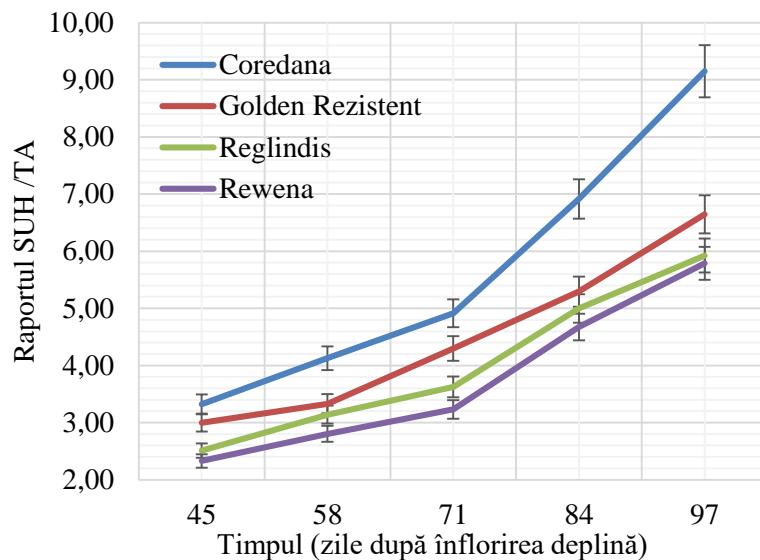


Fig. 3.2. Dinamica raportului SUH/TA în timpul dezvoltării fructelor de măr din soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena

– 3,00-6,65; Reglindis – 2,51-5,93; Rewena – 2,33-5,79. Din ziua 45 după înflorirea deplină până în 71-a zi a fost înregistrată o creștere lentă a acestui indice, cca cu 1,30 unități în mediu, după care urmează o creștere bruscă, în mediu cu 3,36 unități. Creșterea valorilor se datorează creșterii conținutului de carbohidrați și scăderii cantității de aciditate pe parcursul dezvoltării fructelor. Rezultate similare a prezentat și

Golubi (2019) în studiul său asupra strugurilor necopti, unde a fost recomandat de direcționat bacele la producerea acidifiantului până când indicele glucoacidometric nu a depășit limita de 10 unități. Alberti et al. (2016) au demonstrat în lucrarea sa că fructele de mere necoapte au prezentat un raport mai mic de 20, ceea ce este potrivit pentru prelucrarea industrială.

3.2 Dependența valorii randamentului sucului de modul de tratare al merelor imature

Merele imature conțin protopectină, care este insolubilă, și o cantitate mare de amidon (Zheng et al., 2012; Mureșan et al., 2019), faptul care conduce la un randament relativ mic a extracției. În studiul de față, au fost studiate acțiunea temperaturii și a enzimelor asupra masei mărunțite din fructele studiate anterior procesului de presare cu scopul majorării randamentului obținerii sucului. Astfel, au fost recoltate câte 10 kg de mere imature de fiecare soi studiat și mărunțite prin zdrobire. Volumul obținut de masă mărunțită a fost împărțit în trei părți. Prima parte a fost trecută direct la presă. Partea a doua a fost tratată termic la temperatura de 50 °C timp de 30 min, apoi presată. Cea de-a treia parte a masei mărunțite a fost tratată cu preparat pectolitic Pectinex[®] Ultra AFP (0,3 mL/kg) și preparat amilolitic Amylase[®] AG 300 L (0,3 mL/kg). Masa tratată enzimatic, a fost incubată la temperatura de 50 °C timp de 30 min. Operațiunea de presare a fost efectuată la presa cu melc, iar rezultatele sunt prezentate în tabelul 3.2.

Din datele rezultate (tab. 3.2) denotă că tratarea termică a masei mărunțite a favorizat majorarea randamentului sucului după presare în mediu cu 7-10 % , ceea ce se datorează solubilizării parțiale a substanțelor pectice, favorizării plasmolizei parțiale a celulelor fructelor și chiar spargerea pereților celulari. Însă, după tratamentul enzimatic și termic concomitent,

randamentul sucului a crescut în mediu cu cca 24 %. Aceasta se datorează degradării substanțelor pectice și a amidonului sub acțiunea enzimelor. Sucul obținut după tratarea cu enzyme pectice este limpede, datorită gradului scăzut de vâscozitate (Srivastava et al., 2013).

Tabelul 3.2. Randamentul sucurilor din merele imature cu/fără tratare prealabilă

Soi mere	Timpul ZÎD*	Randamentul după presare, % din masa materiei prime:		
		fără tratare prealabilă	tratare termică 50°C/30min	tratare enzimatică + tratare termică 50°C/30min
Coredana	45	27,14±0,21	29,09±0,83	35,73±0,50
	58	30,62±0,60	32,70±0,32	39,84±0,26
	71	39,85±0,13	42,80±0,40	47,92±0,34
	84	46,19±0,45	52,24±0,28	59,70±0,23
	97	55,35±0,34	61,72±0,49	65,56±0,35
Golden Rezistent	45	30,94±0,31	33,22±0,60	39,50±0,41
	58	36,40±0,41	38,84±0,72	45,22±0,63
	71	40,73±0,23	46,37±0,23	52,17±0,52
	84	49,52±0,46	54,89±0,30	59,65±0,74
	97	55,86±0,42	60,35±0,51	64,91±0,53
Reglindis	45	27,67±0,51	31,20±0,23	33,57±0,41
	58	33,12±0,31	37,56±0,22	41,50±0,35
	71	36,24±0,20	42,33±0,43	47,29±0,21
	84	46,62±0,61	51,92±0,51	54,38±0,20
	97	56,41±0,54	60,30±0,32	63,46±0,70
Rewena	45	26,13±0,70	29,87±0,44	33,28±0,25
	58	31,83±0,42	35,13±0,32	39,84±0,53
	71	38,72±0,35	43,51±0,21	47,82±0,41
	84	42,99±0,52	47,74±0,73	53,50±0,54
	97	54,34±0,41	61,70±0,50	65,18±0,35

Notă: * timpul ZÎD – zile după fenofaza înflorirea deplină

3.3 Influența parametrilor merelor imature asupra randamentului de suc

Aplicând metoda pătratelor minime, a fost efectuată modelarea matematică privind influența factorilor determinați în sistem (aciditatea titrabilă **AT**, substanțele uscate hidrosolubile **SUH**, zahărul total **Z_t** și **pH**-ul) asupra valorii randamentului sucului din merele imature după presare (**η**). Au fost prezentate regresiiile (3.1 - 3.3), ce caracterizează influența factorilor asupra amestecului din soiurile studiate, pentru diferite metode de tratare a masei mărunțite (fără pretratare **FPT**, tratare termică **TT**, tratare enzimatică și termică **TETT**).

$$\eta_{(FPT)} = -8,7AT - 3,0SUH + 6,8Z_t + 13,9pH : R^2 = 0,999, \quad (3.1)$$

$$\eta_{(TT)} = -3,6AT - 3,2SUH + 8,0Z_t + 9,9pH : R^2 = 0,999, \quad (3.2)$$

$$\eta_{(TETT)} = 7,6AT - 1,0SUH + 6,9Z_t + 1,1pH : R^2 = 0,999, \quad (3.3)$$

A fost presupus că acestea vor avea o aplicabilitate și o capacitate de prognoză valabile pentru mai multe soiuri de mere.

4 Elaborarea tehnologiei de fabricare a acidifiantului din mere, implementarea acestuia în obținerea fructelor și legumelor conservate și studierea calității produselor elaborate

În capitolul dat este descrisă tehnologia de obținere a acidifiantului din mere; sunt evaluați indicatorii de calitate ai acestuia cu determinarea activității antioxidante și termenului de păstrare; sunt descrise tehnologiile de obținere ale produselor conservate din fructe și legume cu aplicarea acidifiantului din mere; sunt analizați indicatorii de calitate ai alimentelor elaborate; este prezentat studiul de fezabilitate al acidifiantului și a produselor elaborate cu aplicarea acestuia.

4.1 Tehnologia de obținere a acidifiantului din mere

Tehnologia de producere a acidifianților din mere a constituit etapele prezentate în figura 4.1.

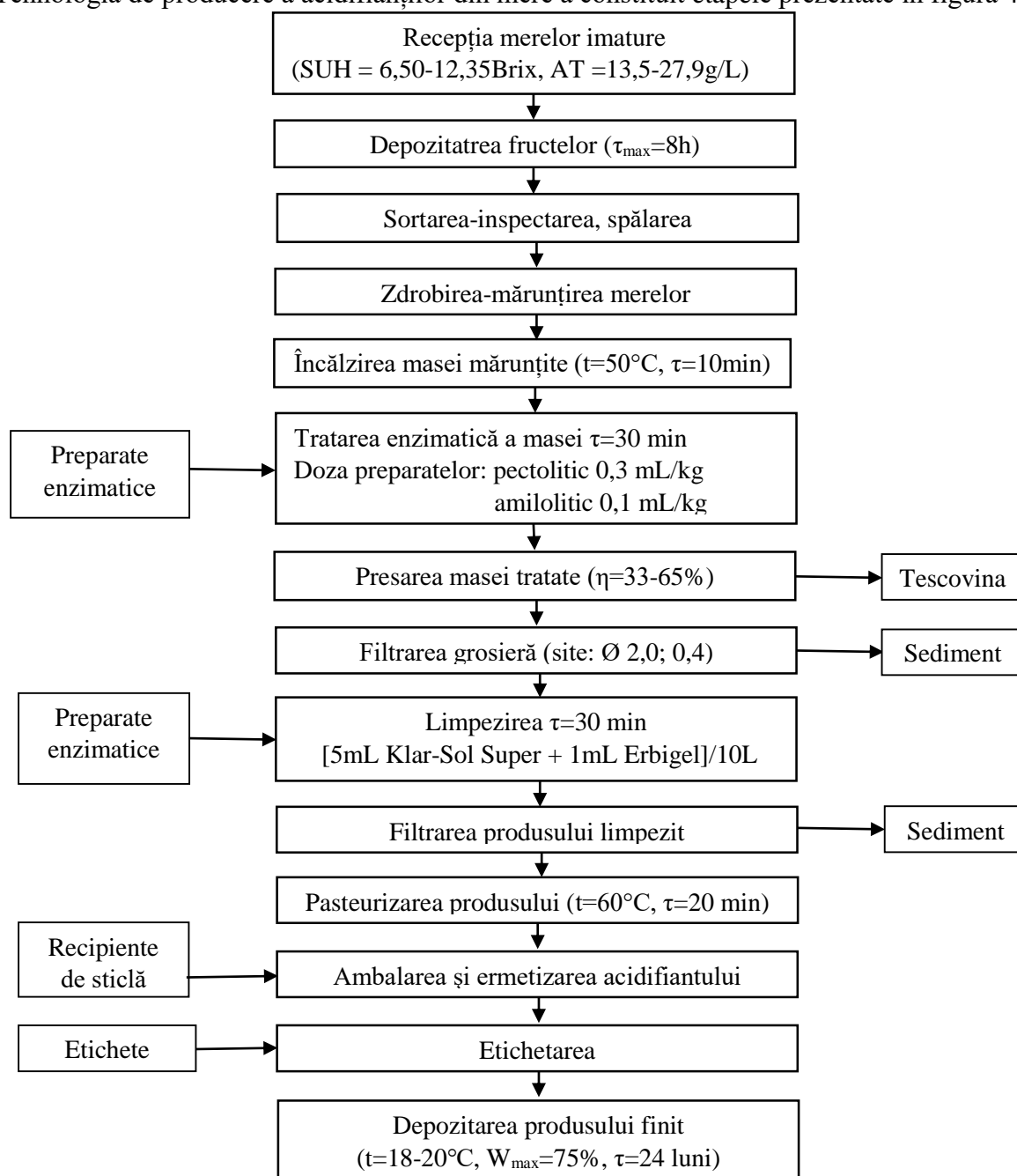


Fig. 4.1. Schema fluxului tehnologic de obținere a acidifiantului din mere

Fluxul tehnologic de producere al acidifiantului a avut unele particularități specifice, care au prezentat noutatea științifică în raport cu tehnologia de fabricare a sucului de mere, fiind cel mai apropiat produs analog:

- ✓ În urma studierii merelor imature de 4 soiuri stabilite între zilele 45 și 97 după înflorirea deplină, au fost stabiliți parametrii materiei prime pentru obținerea acidifiantului: conținutul SUH au avut valori de 6,50 – 12,35 °Brix și AT de 13,50 – 27,90 g/L, exprimată în acid malic.
- ✓ În procesul tehnologic a fost inclusă etapa de tratare cu enzime (pectolitice și amilolitice) a masei mărunțite din merele imature anterior presării, care prevede și tratare termică (50 °C, 30 min). Scopul acestei etape a fost majorarea randamentului de suc, totodată, acționând pozitiv asupra extragerii substanțelor polifenolice totale.
- ✓ În baza datelor experimentale, a fost implementat regimul optimizat de pasteurizare al acidifiantului la 60° C timp de 20 min. Datorită conținutului moderat de glucide, ridicat de acizi organici și mediu acid (pH=2,9-3,2), această tratare termică asigură efect de conservare suficient (Golubi, 2019).

4.2 Evaluarea indicatorilor de calitate a acidifianților din merele studiate

În urma cercetărilor, în acidifianții din mere au fost determinați conținutul de acizi organici, glucide simple, polifenolii totali, activitatea antioxidantă și efectuată evaluarea organoleptică și stabilitatea microbiologică. De asemenea, a fost stabilit termenul de păstrare al acestor produse.

4.2.1 Analiza indicatorilor fizico-chimici

4.2.1.1 Conținutul de acizi organici

Conținutul a șase acizi organici au fost determinați în acidifianții din mere analizați (tab. 4.1). Rezultatele denotă că cantitatea acizilor detectați au tendința de scădere continuă, începând cu mostrele obținute din fructele recoltate din ziua a 45-a până la cea de-a 97, excepție fiind doar acidul tartric, care crește nesemnificativ în timpii dați de recoltare.

Tabelul 4.1. Concentrația acizilor organici determinați în acidifianții din merele imature de soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena

Acizii	Acidifianții din soiurile de mere studiate	Timpul (zile după fenofaza înflorirea deplină)**				
		45	58	71	84	97
		Conținutul de acizi organici (g/L)				
1	2	3	4	5	6	7
Malic	Coredana	25,35±0,01	22,54±0,02	20,68±0,01	18,08±0,01	17,97±0,02
	G. Rezistent*	35,79±0,01	33,37±0,01	32,95±0,01	19,55±0,01	17,22±0,05
	Reglindis	38,08±0,02	36,74±0,03	36,51±0,01	26,43±0,01	20,50±0,03
	Rewena	33,17±0,01	32,25±0,04	30,31±0,01	17,61±0,02	16,90±0,01
Cîtric	Coredana	0,23±0,02	0,19±0,01	0,15±0,01	0,17±0,01	0,20±0,01
	G. Rezistent*	0,34±0,01	0,29±0,01	0,22±0,03	0,16±0,02	0,15±0,06
	Reglindis	0,35±0,01	0,32±0,04	0,25±0,02	0,24±0,07	0,24±0,01
	Rewena	0,44±0,01	0,42±0,01	0,39±0,01	0,36±0,06	0,36±0,02

Continuare tabelul 4.1.

1	2	3	4	5	6	7
Succinic	Coredana	0,10±0,01	0,06±0,01	0,05±0,07	0,05±0,03	0,03±0,01
	G. Rezistent*	0,09±0,02	0,08±0,01	0,04±0,09	0,11±0,01	0,07±0,01
	Reglindis	0,19±0,01	0,15±0,01	0,09±0,06	0,04±0,02	0,05±0,03
	Rewena	0,08±0,01	0,08±0,02	0,06±0,04	0,07±0,02	0,04±0,07
Acetic	Coredana	0,21±0,01	0,22±0,01	0,21±0,01	0,15±0,03	0,14±0,05
	G. Rezistent*	0,10±0,01	0,11±0,02	0,11±0,01	0,10±0,07	0,09±0,01
	Reglindis	0,20±0,02	0,18±0,01	0,19±0,02	0,101±0,01	0,11±0,01
	Rewena	0,20±0,02	0,21±0,01	0,20±0,01	0,16±0,02	0,12±0,02
Lactic	Coredana	0,24±0,01	0,22±0,01	0,21±0,01	0,10±0,03	0,10±0,02
	G. Rezistent*	0,20±0,01	0,18±0,01	0,16±0,02	0,13±0,04	0,12±0,01
	Reglindis	0,22±0,01	0,22±0,03	0,20±0,01	0,19±0,02	0,17±0,03
	Rewena	0,21±0,01	0,21±0,02	0,20±0,02	0,18±0,02	0,16±0,01
Tartric	Coredana	0,20±0,01	0,21±0,01	0,22±0,01	0,22±0,01	0,24±0,01
	G. Rezistent*	0,25±0,02	0,25±0,03	0,25±0,01	0,26±0,02	0,27±0,02
	Reglindis	0,27±0,02	0,27±0,04	0,28±0,01	0,29±0,01	0,30±0,01
	Rewena	0,19±0,01	0,18±0,01	0,19±0,01	0,21±0,04	0,21±0,02

Notă: *- soiul Golden Rezistent; **- mostrele de acidifianți corespunzătoare zilelor de recoltare a merelor imature de soiurile studiate

Din totalul de acizi organici detectați (tab 4.1), predominant a fost acidul malic, reprezentând valori de la 94,99 % până la 97,61 %, similar cu afirmațiile altor cercetători (Zhang et al., 2010; Etienne et al., 2013; Ma et al., 2018). Conținutul acidului malic în acidifianții din mere s-a redus la cei obținuți din soiul Coredana de la 25,34 g/L, recoltate la a 45-a zi de la fenofaza înflorirea deplină, la 17,97 g/L, spre a 97-a zi. Analog, acesta a scăzut și în mostrele din soiurile Golden Rezistent (de la 33,79 g/L la 17,22 g/L) și Reglindis (de la 38,03 g/L la 20,50 g/L), urmat de Rewena (de la 33,17 g/L la 16,90 g/L). Cea mai mare parte a acidului malic din mere se află în vacuola celulelor parenchimului, iar concentrația acestuia atinge maximele până la 6 săptămâni (cca 45 zile) după înflorire, urmat de scăderea continuă până la coacere (Zhang et al., 2010).

Acidul citric a avut valori cuprinse între 0,65 % și 2,02 %. Acesta a avut o concentrație de mii de ori mai mică, decât cea a acidului malic, și, de asemenea, s-a redus la toate cele patru mostre de acidifianți din soiurile de mere studiate și timpii de recoltare stabiliți: Coredana de la 0,230 g/L la 0,198 g/L, Golden Rezistent de la 0,335 g/L la 0,150 g/L, Reglindis de la 0,353 g/L la 0,237 g/L și Rewena de la 0,438 g/L la 0,360 g/L, respectiv (tab. 4.1). Acidul citric a fost detectat predominant la speciile de mere sălbatice (Ma et al., 2018).

Acidul succinic a reprezentat cea mai mică valoare a conținutului, variind între 0,13 % și 0,56 %. Concentrația acestuia în mostrele studiate a avut următoarele valori: la cele obținute din soi Coredana – 0,370 g/L - 0,130 g/L; Golden Rezistent – 0,235 g/L - 0,410 g/L; Reglindis – 0,493 g/L - 0,227 g/L și Rewena – 0,240 g/L - 0,260 g/L, respectiv (tab. 4.1). Unii cercetători au demonstrat că în merele imature concentrațiile de malat și alți acizi organici din ciclul Krebs, (ex.: acizii succinic și citric), sunt semnificative (Zhang et al., 2010; Xu et al., 2020).

Acizii acetic și lactic sunt produse de bacteriile corespunzătoare, aflate pe suprafața fructelor în cantități mici, sau în abundență în cazul fructelor alterate (Worobo et al., 2005). Cantitatea acestora în acidifiianții studiați au fost foarte mici, având valori de 0,27 % - 0,95 % (acid acetic) și 0,49 % - 0,98 % (acid lactic), ceea ce denotă că pentru obținerea acidifiianților au fost recoltate fructe sănătoase și nealterate. Concentrațiile acizilor dați în acidifiianții din soiurile de mere analizate constituie următoarele valori: 0,212 g/L - 0,136 g/L și 0,235 g/L - 0,100 g/L pentru Coredana; 0,101 g/L - 0,091 g/L și 0,196 g/L - 0,123 g/L pentru Golden Rezistent; 0,197 g/L - 0,107 g/L și 0,224 g/L - 0,165 g/L pentru Reglindis; 0,198 g/L - 0,123 g/L și 0,210 g/L - 0,158 g/L pentru Rewena, respectiv (tab. 4.1).

Acidul tartric se acumulează în mere într-un stadiu avansat de maturitate (Zhang et al., 2010; Xu et al., 2020). În studiul de față, cantitatea acestuia a constituit 0,60 % - 1,15 %, ceea ce a reprezentat 0,196 g/L - 0,235 g/L pentru acidifiianții obținuți din mere de soi Coredana; 0,241 g/L - 0,269 g/L pentru Golden Rezistent; 0,268 g/L - 0,299 g/L pentru Reglindis și 0,186 g/L - 0,209 g/L pentru Rewena, respectiv (tab. 4.1).

Cantitățile impunătoare de acizi organici din acidifiianții din mere reprezintă una din căile promițătoare de a suplini necesarul de surse naturale de aciditate din industria alimentară.

4.2.1.2 Conținutul de glucide simple

Concentrația fiecărui carbohidrat pentru fiecare acidifiant de anumit soi de mere și timp de recoltare în parte sunt prezentate în tabelul 4.2.

Tabelul 4.2. Concentrația glucidelor simple determinate în acidifiianții din merele imature de soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena

Glucide	Acidifiianții din soiurile de mere studiate	Timpul (zile după fenofaza înflorirea deplină)**				
		45	58	71	84	97
		Conținutul de glucide (g/L)				
Fructoza	Coredana	26,54±0,11	34,82±0,02	41,15±0,07	64,64±0,12	73,42±0,11
	G. Rezistent*	32,79±0,09	37,23±0,13	45,55±0,10	64,44±0,11	75,73±0,10
	Reglindis	22,68±0,09	29,14±0,10	38,76±0,09	63,84±0,13	74,56±0,11
	Rewena	25,17±0,14	30,73±0,11	37,45±0,09	55,88±0,10	67,79±0,11
Glucoza	Coredana	13,26±0,14	18,16±0,14	21,69±0,12	28,89±0,13	29,15±0,13
	G. Rezistent*	15,38±0,12	18,73±0,11	23,51±0,13	26,29±0,15	26,26±0,01
	Reglindis	11,74±0,11	15,54±0,10	18,72±0,13	22,50±0,13	25,47±0,11
	Rewena	12,15±0,04	16,23±0,12	17,63±0,14	19,62±0,14	23,36±0,10
Zaharoza	Coredana	0,19±0,03	0,21±0,03	0,24±0,02	0,05±0,03	0,14±0,01
	G. Rezistent*	0,10±0,01	0,12±0,03	0,08±0,01	0,05±0,02	0,09±0,02
	Reglindis	0,12±0,04	0,13±0,01	0,18±0,03	0,08±0,02	0,11±0,04
	Rewena	0,11±0,02	0,13±0,02	0,18±0,03	0,03±0,01	0,13±0,02

Notă: *- soiul Golden Rezistent; **- mostrele de acidifiianți corespunzătoare zilelor de recoltare a merelor imature de soiurile studiate

Cantitățile de fructoză și glucoză în mostrele studiate au avut un conținut de 26,54 g/L – 73,42 g/L și 13,26 g/L – 29,15 g/L pentru acidifiianții obținuți din merele soi Coredana; 32,79 g/L – 75,73 g/L și 15,38 g/L – 26,23 g/L pentru Golden Rezistent; 22,68 g/L – 74,56 g/L și 11,74 g/L

– 25,47 g/L pentru Reglindis; 25,17 g/L – 67,79 g/L și 12,15 g/L – 23,36 g/L pentru Rewena, respectiv (tab. 4.2). Conținutul de fructoză a constituit de la 65,68 % până la 74,36 % din totalul de glucide determinate, iar conținutul de glucoză a fost de două ori mai mic și a prezentat 25,62 % - 34,68 %. Zaharoza a fost depistată în cantități foarte mici, constituind 0,04% - 0,48% (tab. 4.2).

Cantitatea glucidelor determinate a avut valori de creștere contituu în toate mostrele de acidifianți începând cu ziua 45 după înflorirea deplină de recoltare a fructelor până în ziua 97. Excepție au fost acidifianții obținuți din merele recoltate la a 84-a zi la toate 4 soiuri studiate care au arătat o creștere bruscă a cantității de fructoză și o scădere bruscă a zaharozei, comparativ cu celelalte mostre, urmată în continuare de o creștere lentă. Schimbările bruște se pot datora hidrolizei amidonului care se conține în merele imature și atinge o cantitate maximă în jurul acestei perioade (Zheng et al., 2012; Mureșan et al., 2015) și a faptului că mai mult de jumătate din zaharoză se transformă în fructoză (Zhang et al., 2010; Li et al., 2012).

Rezultatele (tab. 4.2) denotă că acidifianții, fiind obținuți din merele aflate la etapa timpurie de coacere, conțin cantități semnificative de glucide solubile.

4.2.1.3 Conținutul total de polifenoli

A fost determinat conținutul total de polifenoli în acidifianții din mere de 4 soiuri studiate, care au arătat o tendință de scădere a substanțelor fenolice în toți acidifianții obținuți din merele

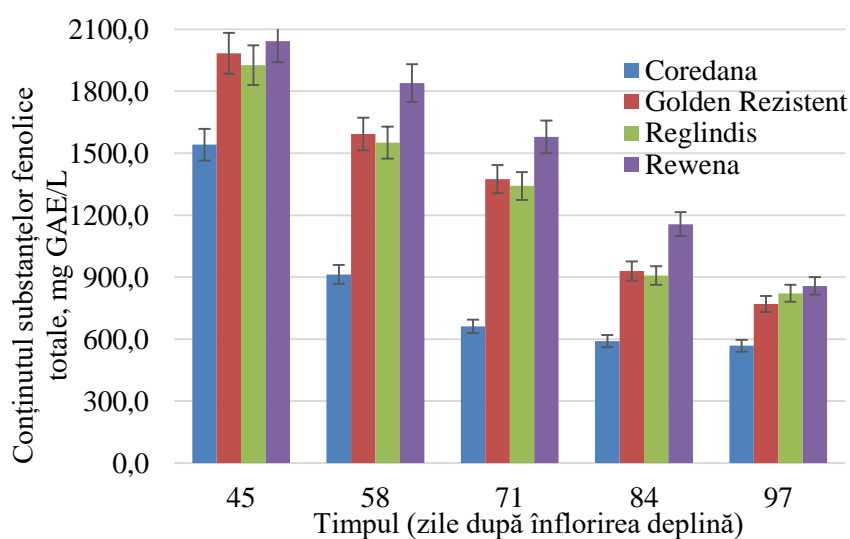


Fig. 4.2. Conținutul total de polifenoli în acidifianții din merele imature de soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena

recoltate pe parcursul coacerii la timpii și de soiurile studiate (fig. 4.2). Totuși, concentrațiile în toate mostrele sunt destul de semnificative. Acidifianții din mere de soi Coredana au avut cel mai mic nivel de polifenoli (568,7-1541,3 mg GAE/L), în timp ce, cele mai înalte valori au fost depistate în mostrele de soi Rewena

(857,3-2042,8 mg GAE/L). Acidifianții obținuți din soiurile Golden Rezistent și Reglindis au avut cantități asemănătoare de polifenoli: 769,7-1983,3 mg GAE/L și 822,1-1926,5 mg GAE/L, respectiv. Unele studii au raportat că acțiunea enzimelor asupra merelor imature măresc nu doar randamentul sucului, ci îmbunătățesc semnificativ extracția conținutului total de fenoli (cca 3 ori), activității antioxidante (cca 2 ori), a zaharurilor reducătoare (cca 1,5 ori) (Zheng et al.,2009; 2014).

4.2.1.4 Activitatea antioxidantă

Pentru evaluarea potențialului antioxidant a acidifianților din merele studiate a fost efectuată determinarea activității antioxidante cu ajutorul radicalului liber DPPH. Rezultatele obținute au fost referite la acidul ascorbic care se include în categoria antioxidantului ce asigură o inhibare de 50 % a radicalului DPPH (IC_{50}) (Pérez-Lamela et al., 2021). Activitatea antioxidantă a probelor a fost exprimată în μg echivalent de acid ascorbic (AA) per mL produs (fig. 4.3).

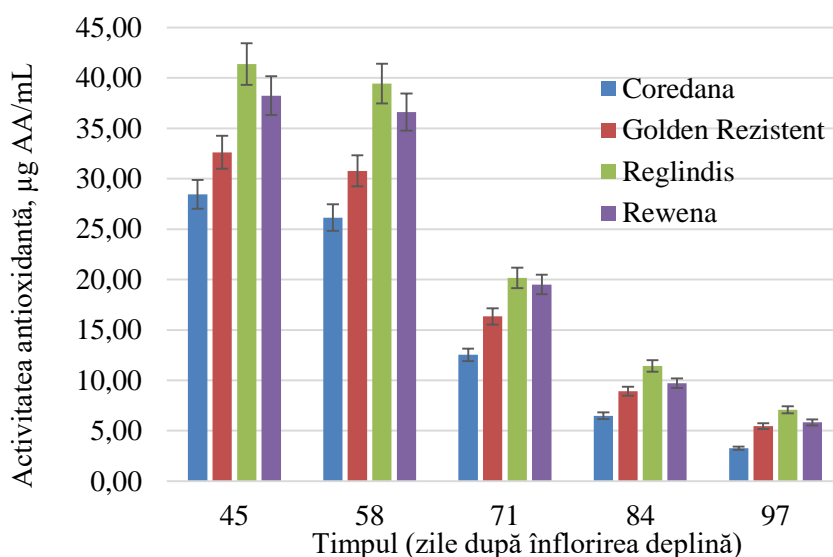


Fig. 4.3. Activitatea antioxidantă determinată în acidifianții din merele imature de soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena

Analizând rezultatele din figura 4.3, a fost stabilit că acidifianții studiați se caracterizează prin valori ridicate ale activității antioxidante în mostrele produse din merele de toate 4 soiuri recoltate în zilele 45 și 58 după înflorirea deplină, iar în mostrele din zilele 71, 84 și 97 valorile au fost, practic, în jumătate față de cele din datele precedente.

Așa deci, acidifianții din mere soi Coredana au avut capacitate antioxidantă cuprinsă între 28,46 și 3,27 μg AA/mL; Golden Rezistent – 32,63 și 5,46 μg AA/mL; Reglindis – 41,37 și 7,08 μg AA/mL; Rewena – 38,25 și 5,83 μg AA/mL. Dat fiind faptul că substanțele fenolice totale scad lent pe parcursul dezvoltării merelor (fig 4.2), scăderea bruscă a activității antioxidante în jurul zilei 71 de recoltare se poate datora micșorării conținutului altor categorii de substanțe cu caracter antioxidant. Nivelurile ridicate ale capacității antioxidante în acidifianții cercetați se explică prin cantitatea ridicată a compușilor biologic activi cu caracter antioxidant, în special a compușilor fenolici. Merele imature rărite reprezintă o sursă bună de compuși bioactivi, care se reflectă în mod clar în valorile ridicate ale proprietăților antioxidante (Wojdyło et al., 2020).

4.2.2 Indicatorii microbiologici în acidifianții din mere

Investigarea indicatorilor microbiologici ai acidifianților studiați a fost efectuată după 3 luni de păstrare de la producerea acestora, conform cerințelor și regulilor documentației normative privind criteriile microbiologice pentru produsele alimentare (HG nr. 221, 2009). Rezultatele obținute denotă că toți acidifianții studiați au prezentat o stabilitate microbiologică și corespund cerințelor documentației normative în vigoare. Astfel, drojdiile și mucegaiurile nu au fost depistate

în acestea, iar numărul microorganismelor mezofile aerobe și facultativ anaerobe au fost cu mult mai mici decât norma (până la $4,5 \times 10^1$), ceea ce se poate atribui conținutului ridicat de aciditate și pH scăzut. Acidul malic, ca reactiv pentru siguranța alimentelor, a fost raportat ca cel mai puternic acid cu acțiune antimicrobiană evaluat pe diverse tulpini de patogeni (Eswaranandam et al., 2006).

4.2.3 Evaluarea organoleptică a acidifianților din mere

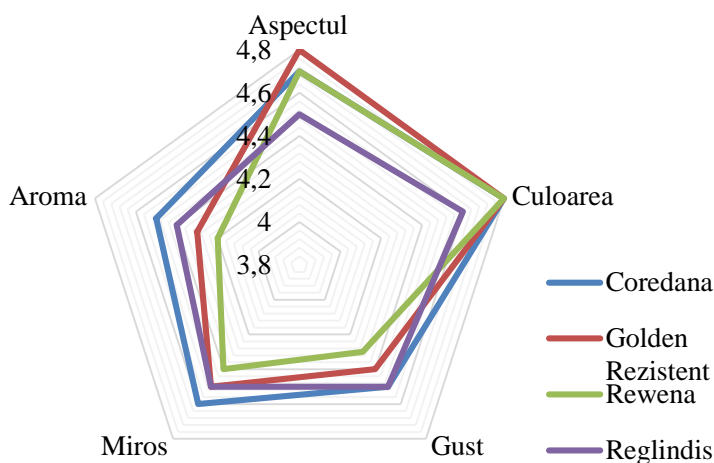


Fig. 4.4. Diagrama profilului senzorial ai acidifianților din merele imature de soiurile Coredana, Golden Delicios, Reglindis, Rewena

Acidifianții din mere au fost analizați senzorial prin aprecierea a 5 criterii de bază și anume: aspectul, culoarea, gust, miros și aroma. Evaluarea fiecărui indice a fost apreciat de la 0 la 5 puncte. În baza punctajelor înregistrate de evaluatori, a fost întocmită diagrama caracteristicilor organoleptice ale acidifianților din merele imature de 4 soiuri studiate (fig. 4.4). Probele au prezentat sucuri relativ limpezi

cu un sediment de până la cca 0,2 cm, de culoarea galbenă-pai până la maro-deschisă. Gustul a fost intens acid și plăcut, ușor dulceag, fără nuanțe străine în gust și miros. Aroma a fost plăcută, specifică mărului necopt, exprimată moderat, caracteristică soiurilor de mere.

4.2.3 Termenul de păstrare al acidifianților din mere

În vederea stabilirii termenului de păstrare a acidifianților, în calitate de referință a fost prezentat sucul de mere, fiind cel mai apropiat produs alimentar analog, care are termenul maxim de valabilitate 2 ani, conform Reglementării Tehnice ”Sucuri și anumite produse similare destinate consumului uman”, (HG RM nr. 1111 din 06.12.2010).

Cu scopul stabilirii termenului de păstrare, au fost determinați indicatorii de calitate (fizico-chimici, microbiologici și organoleptici) a acidifianților din mere după 3 luni de la producere (anul 2019), care a reprezentat începutul păstrării, și după 36 luni (anul 2022), reprezentând finele păstrării „cu rezervă”, conform celor relatate mai sus. Au fost selectate cele mai reprezentative mostre, care au constituit acidifianții obținuți din toate cele 4 soiuri de mere studiate (Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena) recoltate în zile 71 și 84 după înflorirea deplină. Astfel, au fost prezentate mostrele câte două date de producere a fiecărei denumiri. Păstrarea acestora a avut loc în depozit la temperatura 18-20 °C și umiditatea relativă a aerului 75 %.

Rezultatele determinărilor fizico-chimici și microbiologici ale acidifianților studiați la începutul și finele păstrării „cu rezervă” sunt prezentate în tabelele 4.3 și 4.4, respectiv.

Tabelul 4.3. Rezultatele determinărilor indicatorilor fizico-chimici ale acidifianților din mere, studiați la începutul și finele păstrării „cu rezervă”

Acidifianții din soiurile de mere studiate	Timpul ZÎD*	3 luni (anul 2019)			36 luni (anul 2022)		
		AT, %	SUH, °Brix	pH	AT, %	SUH, °Brix	pH
Coredana	71	1,60±0,05	8,71±0,01	3,09±0,03	1,45±0,03	10,21±0,07	3,24±0,01
	84	1,54±0,03	10,81±0,07	3,06±0,08	1,39±0,07	12,60±0,03	3,19±0,09
Golden Rezistent	71	1,82±0,14	9,20±0,01	2,95±0,01	1,67±0,09	10,42±0,07	3,12±0,06
	84	1,77±0,02	11,05±0,01	3,03±0,01	1,54±0,04	11,71±0,05	3,07±0,01
Reglindis	71	2,35±0,12	8,40±0,05	3,00±0,03	2,15±0,08	9,43±0,05	3,19±0,03
	84	2,07±0,06	10,43±0,02	3,07±0,02	2,00±0,05	11,91±0,05	3,15±0,04
Rewena	71	2,75±0,01	8,36±0,03	2,70±0,05	2,28±0,03	9,85±0,09	3,27±0,05
	84	2,60±0,01	10,51±0,07	2,77±0,21	2,14±0,06	12,22±0,01	3,12±0,01

Nota: Timpul ZÎD* - zile de recoltare a merelor după fenofaza înflorirea deplină; AT - aciditatea titrabilă; SUH - substanțele uscate hidrosolubile.

Rezultatele denotă că acidifianții studiați au fost caracterizați printr-un conținut ridicat de aciditate (1,39 % - 2,28 %), chiar și după 36 luni de păstrare. Aciditatea titrabilă a scăzut în toate mostrele la finele păstrării „cu rezervă”, comparativ cu începutul: în acidifianții din mere de soi Coredana cu 9,56 %; Golden Rezistent cu 10,62 %; Reglindis cu 5,95 % și Rewena cu 17,39 %. Pe când, conținutul substanțelor uscate hidrosolubile, din contra, au crescut: în acidifianții din mere soi Coredana cu 16,96 %; Golden Rezistent cu 9,70 %; Reglindis și Rewena cu 13,16 % și cu 13,17 %, respectiv. După o durată de 3 ani de depozitare valorile pH-ului au crescut în toate mostrele în mediu cu 6,43 %. Modificările fizico-chimice cantitative pot avea loc datorită proceselor de conversie a acizilor organici și carbohidraților pe parcursul păstrării. Aceste date sunt similare cu studiul efectuat asupra păstrării sucului de mere limpezit (Cai et al., 2020).

Tabelul 4.4. Rezultatele determinărilor indicatorilor microbiologici ale acidifianților din mere, studiați la începutul și finele păstrării „cu rezervă”

Acidifianții din soiurile de mere studiate	Timpul ZÎD*	3 luni (anul 2019)			36 luni (anul 2022)		
		MMAFAn, UFC/mL	Drojii, UFC/mL	Mucegaiuri, UFC/mL	MMAFAn, UFC/mL	Drojii, UFC/mL	Mucegaiuri, UFC/mL
Norma		¹ 5,0×10 ³	² 2,0×10 ³	³ 5,0×10 ²	¹ 5,0×10 ³	² 2,0×10 ³	³ 5,0×10 ²
Coredana	71	1,0 × 10 ¹	n/d	n/d	3,2 × 10 ¹	n/d	n/d
	84	3,2 × 10 ¹	n/d	n/d	4,2 × 10 ²	1,0 × 10 ²	n/d
Golden Rezistent	71	1,0 × 10 ¹	n/d	n/d	3,2 × 10 ¹	n/d	n/d
	84	4,2 × 10 ¹	n/d	n/d	4,2 × 10 ²	2,0 × 10 ²	n/d
Reglindis	71	1,0 × 10 ¹	n/d	n/d	3,0 × 10 ¹	n/d	2,0 × 10 ¹
	84	4,0 × 10 ¹	n/d	n/d	4,5 × 10 ²	n/d	2,0 × 10 ²
Rewena	71	2,1 × 10 ¹	n/d	n/d	4,0 × 10 ²	2,0 × 10 ²	n/d
	84	4,0 × 10 ¹	n/d	n/d	2,0 × 10 ²	1,0 × 10 ²	n/d

Nota: MMAFAn – microorganisme mezofile aerobe și facultativ anaerobe; ZÎD* - timpul, zile după fenofaza înflorirea deplină; n/d – nedepistat;

UFC – unități formatoare de colonii a microorganismelor; ¹- conform SM SR EN ISO 4833-1:2014; ^{2,3}- conform SM SR ISO 21527-2:2014.

Indicatorii microbiologici ai mostrelor cercetate se încadrează în limitele admisibile prezentate și corespund documentației normative, ceea ce poate fi atribuit acidității ridicate și pH-ului scăzut.

Conform investigațiilor efectuate, **termenul de păstrare** al acidifiantilor din merele imature de soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena din ziua fabricării în ambalaj de sticlă fără miez de culoare deschisă și închisă la temperatura de 18-20 °C și umiditatea relativă a aerului maxim 75 % **poate fi stabilit 2 ani**.

4.3 Utilizarea acidifiantului din mere la conservarea fructelor și legumelor

În acest subcapitol au fost elaborate și studiate, după 9 luni de depozitare, produsele conservate din legume și fructe cu aplicarea acidifiantului din mere, substituind acizii din rețetele clasice.

4.3.1 Tomate marinate

Tomatele roșii au fost conservate prin marinare cu utilizarea acidifiantului din mere. Rețeta de fabricare a acestora este prezentată în tabelul 4.7.

Tabelul 4.7. Rețeta de fabricare a tomatelor marinate cu utilizarea acidifiantului din mere

Nr.d/o	Materii prime și materiale	Rețeta de fabricare pentru 100 kg produs finit
1	Tomate roșii, kg	59,0
2	Piper negru boabe, kg	0,03
3	Verdeață (mărar, țelină, pătrungel), kg	1,0
4	Ceapă curățată tăiată, kg	0,2
5	Usturoi curățat tăiat, kg	0,25
Componența soluției de conservare (marinada)		
6	Apă, L	23,5
7	Sare, kg	1,0
8	Zahăr, kg	0,5
9	Acidifiant din mere**, L	4,0

Notă: (Yastrebov, 1980; Crucirescu, 2022b); * raportul de ambalare în recipient: legume – 50-60 %, soluția de conservare – 40-50 %; **acidifiant din mere imature soi Rewena 71 ZÎD a. 2019 (AT=2,75 %; SUH=8,5 °Brix; pH=2,70).

Pentru o evaluare mai profundă, au fost determinați indicatorii fizico-chimici (tab. 4.8), microbiologici și senzoriali (fig 4.5) ai conservelor de tomate marinate.

Tabelul 4.8. Indicatorii fizico-chimici ai tomatelor marinate cu acidifiant din mere

Nr.	Denumirea indicatorilor	Norma	Rezultate
1	Substanțe uscate, %, nu mai puțin	4,0	6,10±0,03
2	Aciditatea titrabilă, %	#0,5 – 0,7*	0,36**±0,07
3	Cloruri, %	1,5 – 2,0	1,50±0,04
4	pH	n/n	4,09±0,06
5	Corpuri străine și impurități minerale	n/a	n/d

Notă: (Crucirescu 2022b); norma, conform GOST 1633-73E (valabil, conform OMAIA153/2010); # pentru marinate slabacide; * aciditatea titrabilă, recalculată la acidul acetic; ** aciditatea titrabilă, recalculată la acidul malic; n/n – nenormat; n/a – neadmis; n/d - nedepistat.

Datele obținute denotă că tomatele marinate conservate cu acidifiant din mere au avut valoarea acidității titrabile mai mică (0,36±0,07 %), decât prevede norma pentru marinade clasice slabacide (0,5-0,7 %). Cantitatea de sare a constituit 1,50±0,04 %, ceea ce prezintă limita de jos,

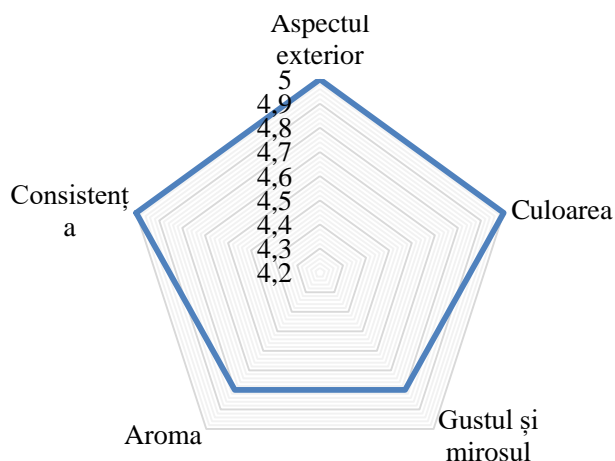


Fig. 4.9. Diagrama profilului senzorial a tomatelor marinate cu utilizarea acidifiantului din mere

conform normei, iar pH-ul – $4,09 \pm 0,06$. Conținutul de substanțe uscate a fost de $6,1 \pm 0,03$ %, fiind mai ridicat față de normă, și probabil se datorează faptului că acidifiantul din mere conține cantități semnificative de glucide (Crucirescu, 2021b). Rezultatele analizei microbiologice denotă că produsul elaborat a corespuns cerințelor de sterilitate industrială.

Evaluarea senzorială a fost efectuată conform ISO 6658:2017 și Banu et al., 2007. Conservele de tomate marinate au prezentat tomate roșii coapte, întregi, cu marinadă limpede. Gustul și mirosul plăcute, dulce-acrișor, slab sărat, fără nuanțe străine. Aroma plăcută cu o ușoară nuanță de măr verde (fig 4.9).

4.3.2 Castraveți conservați

Conservarea castraveților cu aplicarea acidifiantului din mere a fost încercată și studiată în cadrul tezei. Rețeta de producere este prezentată în tabelul 4.9.

Tabelul 4.9. Rețeta de fabricare a castraveților conservați cu acidifiant din mere

Nr.d/o	Materii prime și materiale	Rețeta de fabricare pentru 100 kg produs finit
1	Castraveți, kg	57,0
2	Piper negru boabe, kg	0,04
3	Verdeață (mărar, țelină, pătrungel), kg	1,5
4	Usturoi curățat tăiat, kg	0,25
Componența soluției de conservare		
5	Apă, L	29
6	Sare, kg	1,2
7	Acidifiant din mere**, L	4,0

Notă: (Yastrebov, 1980; Crucirescu, 2023b); * raportul de ambalare în recipient: legume – 50-55 %, soluția de conservare – 45-50 %; **acidifiant din mere soi Rewena 71 ZÎD a. 2019 (AT=2,75 %; SUH=8,3 °Brix; pH=2,70).

Analiza indicatorilor fizico-chimici (tab. 4.10) a fost efectuată conform Banu et al. (2007) și documentației normative în vigoare GOST 20144-74E (valabil, conform OMAIA153/2010).

Tabelul 4.10. Indicatorii fizico-chimici ai castraveților conservați cu acidifiant din mere

Nr.	Denumirea indicatorilor	Norma	Rezultate
1	Substanțe uscate, %, nu mai puțin	4,0	$5,60 \pm 0,05$
2	Aciditatea titrabilă, %	#0,5 – 0,6*	$0,24^{**} \pm 0,04$
3	Cloruri, %	2,5 – 3,0	$2,40 \pm 0,07$
4	pH	n/n	$4,11 \pm 0,02$
5	Corpuri străine și impurități minerale	n/a	n/d

Notă: (Banu et al., 2007; Crucirescu, 2023b); norma, conform GOST 20144-74E (valabil, conform OMAIA153/2010); # pentru marinate slabacide; *aciditatea titrabilă, recalculată la acidul acetic; ** aciditatea titrabilă, recalculată la acidul malic; n/n – nenormat; ; n/a – neadmis; n/d – nedepistat.

Indicatorii fizico-chimici în castraveții conservați, au relatat rezultate foarte bune, având aciditatea de $0,24 \pm 0,04$ %, iar cantitatea de sare $2,40 \pm 0,07$ %, ceea ce constituie valori mai mici

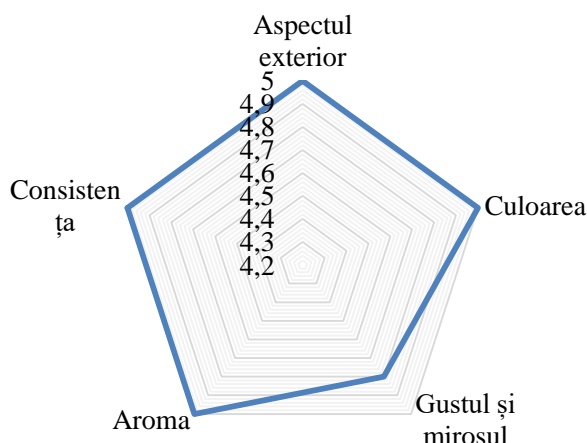


Fig. 4.10. Diagrama profilului senzorial a castraveților conservați cu utilizarea acidifiantului din mere

deci decât norma din documentația normativă conform rețetelor clasice. Conținutul de substanțe uscate a fost mai mare față de norma și a prezentat $5,60 \pm 0,05$ %, iar pH-ul a avut valoarea $4,11 \pm 0,02$. Rezultatele microbiologice au demonstrat că produsul a corespuns sterilității industriale.

Evaluarea senzorială a fost efectuată conform ISO 6658:2017 și Banu et al. (2007). Conservele au prezentat castraveți întregi cu lungimea cca 60 mm de culoarea verde-maslinie, lichidul de acoperire limpede. Gustul și mirosul plăcute acrișor, fără nuanțe străine, cu o ușoară aromă de măr verde. Castraveții au fost crocanți cu miezul dur, bine îmbibat cu sărămură (fig 4.10).

4.3.3 Tocană de legume tip „Zacusca”

Au fost obținute mostre de tocană de legume tip „Zacusca” cu mici schimbări în rețeta tradițională. Pentru producerea tocanii (rețeta tab. 4.11) și evaluarea indicatorilor de calitate (tab. 4.12; fig. 4.11), în calitate de referință au servit produsele similare de tocană din documentația normativă în vigoare GOST 2654-98 (valabil, conform OMAIA 153/2010).

Tabelul 4.11. Rețeta de fabricare a tocanii de legume tip „Zacusca” cu utilizarea acidifiantului din mere

Nr.d/o	Materii prime și materiale	Rețeta de fabricare pentru 100 kg produs finit
1	Pătlăgea vânată, kg	64,0
2	Ardei gogoșari roșii, kg	40,0
3	Tomate roșii, kg	11,8
4	Sare, kg	1,0
5	Acidifiant din mere*, L	3,0

Notă: (Crucirescu, 2023a); *acidifiant din mere imature soi Golden Rezistent 71 ZID a. 2019 (AT=2,05 %; SUH=8,3 °Brix; pH=2,95)

Tabelul 4.12. Indicatorii fizico-chimici determinați în tocană de legume tip „Zacusca” cu utilizarea acidifiantului din mere

Nr.	Denumirea indicatorilor	Norma	Rezultate
1	Substanțe uscate, %	18,0 – 27,0	$27,0 \pm 0,05$
2	Aciditatea titrabilă, exprimată în acid malic, %	n/n	$0,42 \pm 0,04$
3	Cloruri, %	1,2 – 1,6	$0,94 \pm 0,07$
4	pH	n/n	$4,81 \pm 0,02$
5	Corpuri străine și impurități minerale	n/a	n/d

Notă: (Crucirescu, 2023a); n/n – nenormat; n/a – neadmis; n/d – nedepistat.

Rezultatele obținute (tab. 4.12) arată că acest tip de tocană de legume este foarte benefică pentru consumul de către populație. Conținutul total de acizi, de sare și pH sunt destul de agreabile,

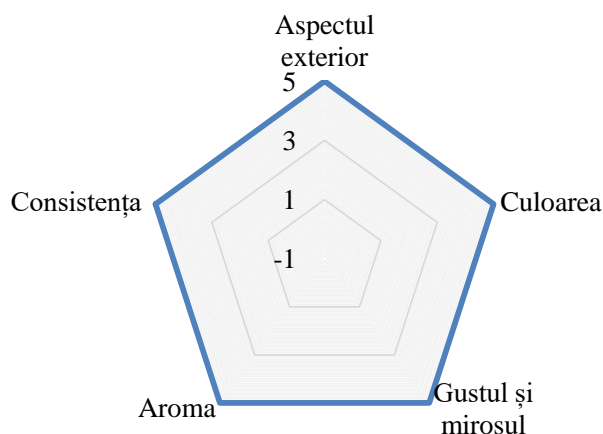


Fig. 4.11. Diagrama profilului senzorial a tocanei de legume tip „Zacusca” cu utilizarea acidifiantului din mere

constituind $0,42 \pm 0,04$ %, $0,94 \pm 0,07$ % și $4,81 \pm 0,02$, respectiv. Aceste valori sunt mai mici comparativ cu alte produse similare, conform documentației normative. Cantitatea de substanțe uscate a mostrelor de conserve analizate reprezintă $27,0 \pm 0,05$ %. Indicatorii microbiologici determinați denotă că produsul elaborat a corespuns cerințelor de sterilitate industrială.

Aspectul exterior a tocanei de legume tip „Zacusca” a reprezentat o pastă de vinete cu incluziuni de bucățele de vinete, gogoșari și roșii tăiate omogen aproape ca mărime fără piele, cu semințe nedure de vinete repartizate uniform în toată masa și cu culoarea caracteristică legumelor conservate. Gustul și mirosul foarte plăcut și bine exprimat, cu nuanță de fum, fără gust amar și nuanțe străine. Comisia de degustare a fost plăcut surprinsă de toți indicii ale tocanei, în special aroma și gustul al fumului de coacere (fig. 4.11).

4.3.4 Ardei iuți conservați

Ardeii iuți sunt apreciați pentru capsaicină, un alcaloid care imprimă gustul iute, arzător al ardeiului cu efecte antiinflamatoare. La conservarea ardeilor iuți, în această lucrare, nu a fost utilizată o anumită rețetă conformă unei documentației normative. Pentru conservare a fost preparat lichidul de acoperire similar celui folosit la producerea castraveților conservați cu utilizarea verjuicului (Dupas de Matos 2019). După 9 luni de depozitare în ardei iuți conservați au fost determinați indicatorii fizico-chimici (tab. 4.13), microbiologici și organoleptici (fig. 4.12).

Tabelul 4.13. Indicatorii fizico-chimici ai ardeilor iuți conservați cu acidifiant din mere*

Nr.	Denumirea indicatorilor	Rezultate
1	Substanțe uscate, %	$9,70 \pm 0,01$
2	Aciditatea titrabilă, exprimată în acid malic, %	$0,80 \pm 0,03$
3	pH	$3,30 \pm 0,02$
4	Corpuri străine și impurități minerale	n/d

Notă: conținutul total de ardei iuți raportat la masa netă – 70 %; * acidifiant din mere soi Reglindis 71 ZID, a. 2019 (AT=2,35 %; SUH=8,4 °Brix; pH=3,00); n/d - nedepistat.

Rezultatele denotă că produsul elaborat se caracterizează printr-un conținut de aciditate scăzută, constituind $0,80 \pm 0,03$ %, și ridicată de substanțe uscate cu $9,70 \pm 0,01$ %, valoarea pH-ului a fost $3,30 \pm 0,02$. Rezultatele microbiologice denotă că produsul a corespuns sterilității industriale.

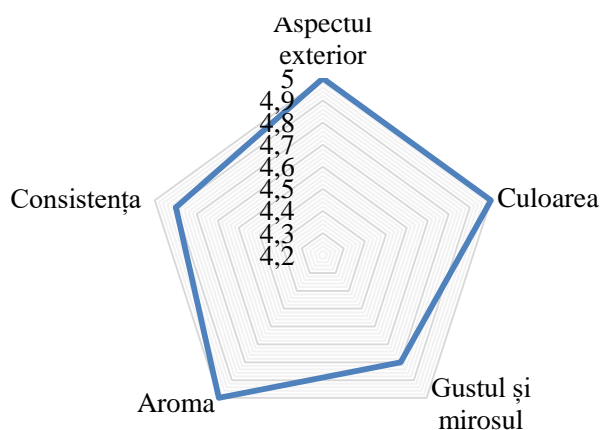


Fig. 4.12. Diagrama profilului senzorial a ardeilor iuți conservați cu acidifiant din mere

consistență tare, crocantă și au fost apreciați cu note bune de către comisia de degustare (fig. 4.12).

4.3.5 Dulceață de vișine și căpșune conservate (în suc propriu)

În cadrul tezei au fost elaborate și studiate două produse negelificate din fructe: dulceață de vișine și căpșune conservate (în suc propriu), substituind acidul citric din rețeta de fabricare cu acidifiantul din mere. Rețetele de producere sunt prezentate în tabelul 4.14.

Tabelul 4.14. Rețeta de fabricare a dulceții de vișine și a căpșunelor conservate cu utilizarea acidifiantului din mere

Nr.d/o	Materii prime și materiale	Rețeta de fabricare pentru 100 kg produs finit	
		Dulceață de vișine	Căpșune conservate
1	Fructe (vișine, căpșune) kg	65,0	68,0
2	Zahăr, kg	63,0	34,0
3	Acidifiant din mere*, L	20,0	11,0

Notă: (Banu, 2009; Băisan, 2018); *acidifiant din mere soi Rewena 71 ZID (AT=2,75 %; SUH=8,3 °Brix; pH=2,70).

Indicatorii de calitate în produsele elaborate au fost evaluați conform Reglementării Tehnice „Gemuri, jeleuri, dulcetură, piureuri și alte produse similare” (HG nr 216, 2008) și prezentați în tabelul 4.15. Alimentele au avut note înalte din partea degustătorilor (fig. 4.13).

Tabelul 4.15. Indicatorii fizico-chimici ai dulceții de vișine și ai căpșunelor conservate cu utilizarea acidifiantului din mere

Nr.	Denumirea indicatorilor	Rezultate	
		Dulceață de vișine	Căpșune conservate
1	Substanțe uscate, %	55,0±0,00	72,0±0,00
2	Aciditatea titrabilă, exprimată în acid malic, %	0,80±0,02	0,90±0,02
3	pH	3,90±0,04	3,40±0,05
4	Corpuri străine și impurități minerale	n/d	n/d

Notă: conform HG 216/2008 (anexa 3); n/d – nedepistat.

Indicatorii fizico-chimici ai dulceții de vișine au prezentat următoarele valori: conținutul de substanțe uscate a fost de 72,0±0,00 %; aciditatea titrabilă, exprimată în acid malic, de 0,8±0,02 %; iar pH-ul – 3,30±0,05. Produsul elaborat de căpșune conservate cu utilizarea acidifiantului s-a

caracterizat printr-o cantitate ridicată de substanțe uscate ($55,0\pm 0,00\%$) și scăzută de aciditate titrabilă ($0,9\pm 0,02\%$), iar pH-ul a fost de $3,90\pm 0,04$. Produsele au corespuns sterilității industriale.

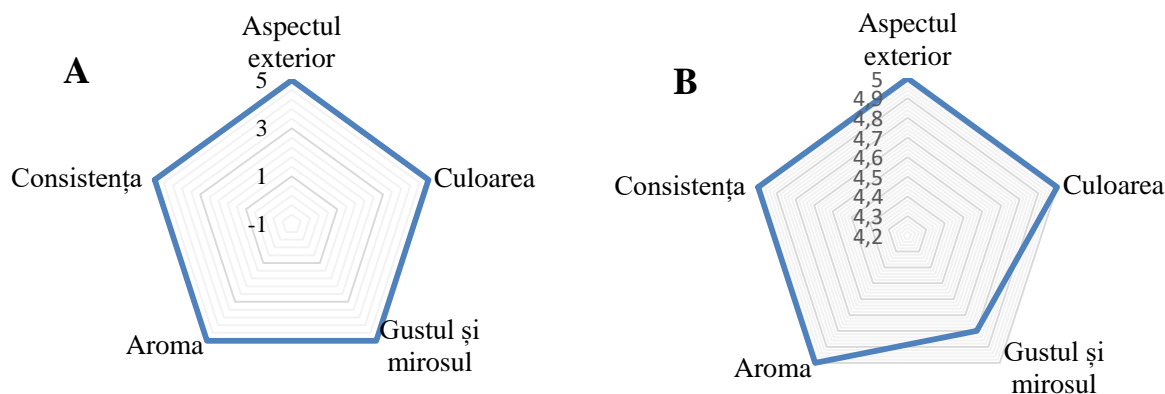


Fig. 4.13. Diagrama profilului senzorial a dulceții de vișine (A) și a căpșunelor conservate (B) cu utilizarea acidifiantului din mere

Pentru o înțelegere complexă a produselor elaborate sunt prezentate pozele acestora (fig. 4.14).

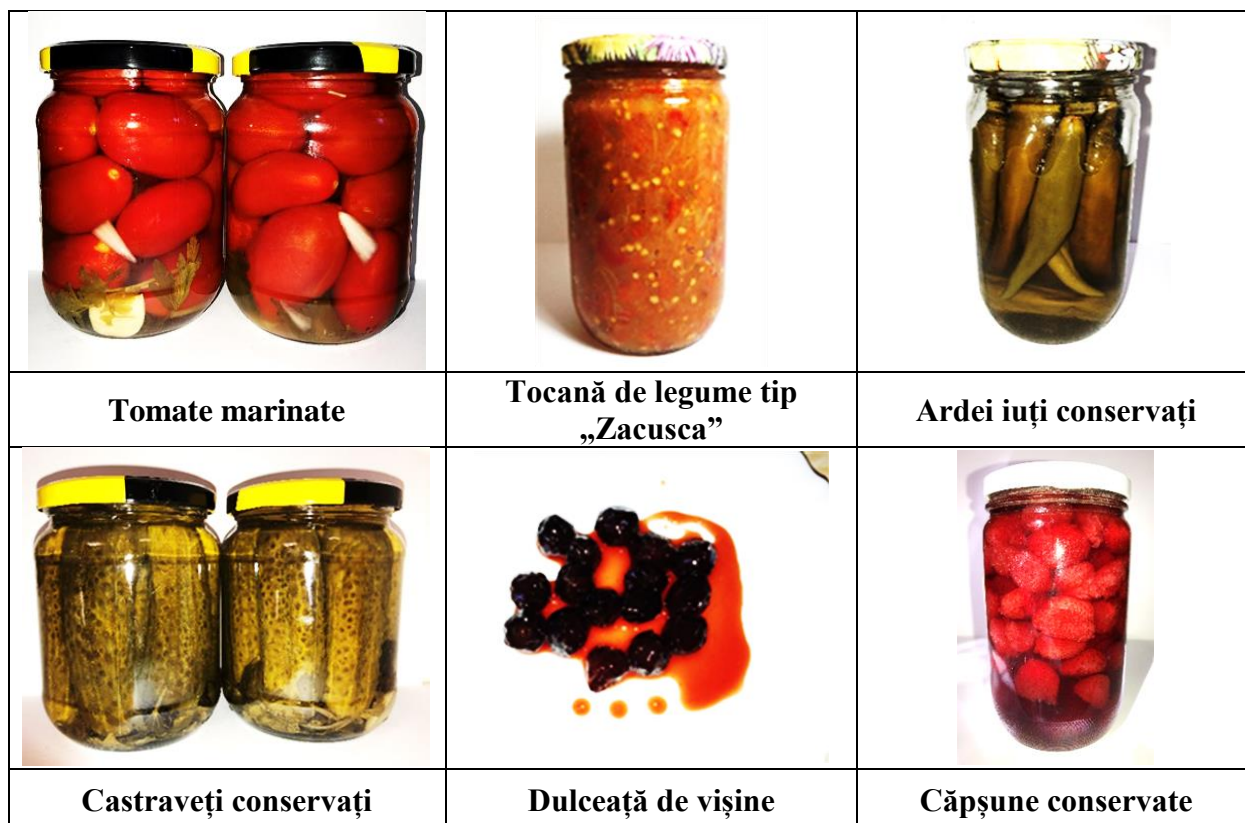


Fig. 4.14. Produse alimentare elaborate în cadrul tezei cu utilizarea acidifiantului din mere

4.4 Studiu de fezabilitate al fabricării acidifiantului din mere și a unor produse conservate cu utilizarea acestuia

Au fost calculate costurile totale de fabricare și stabilite prețurile de comercializare a legumelor conservate cu acidifiant din mere comparativ cu prețurile conservelor de legume produse după rețete clasice, conform prețurilor lunii august-septembrie anului 2021 (tab. 4.15).

Tabelul 4.15. Costurile totale și prețurile estimative pentru producerea legumelor conservate conform rețetelor clasice și a celor cu utilizarea acidifiantului din mere

Indicii economici	Produse preconizate pentru producere			
	Tomate marinate		Castraveți conservați	
	RC	RAm	RC	RAm
Cost direct, lei/tonă	8 609,00	8 320,06	9 965,00	9 874,72
Cost indirect, lei/tonă	690,91	690,91	690,91	690,91
Cost total, lei/tonă	9 299,91	9 010,97	10 655,91	10 565,63
Rentabilitate, lei/tonă	1 859,98	1 802,19	2 131,18	2 113,12
Preț total, lei/tonă	11 159,89	10 813,16	12 787,09	12 678,76

Notă: RC – rețeta clasică de producere; RAm – rețeta de producere cu utilizarea acidifiantului din mere

Analiza rezultatelor tabelului 4.15 denotă că produsele conservate cu aplicarea acidifiantului din mere au un preț total mai mic, iar rentabilitatea mai mare cu 0,85 - 3,11 %, decât cel a produselor conservate conform rețetei clasice.

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

Problema abordată în lucrare constă în valorificarea fructelor de mere imature pentru obținerea acidifiantului din mere, în calitate de sursă de aciditate naturală și utilizarea acestuia pentru fabricarea unor produse conservate din fructe și legume cu scopul substituirii acizilor acetic și citric de sinteză din rețetele clasice de producere.

Studiul efectuat în cadrul tezei, permite formularea următoarelor concluzii:

1. Evaluarea indicatorilor fizico-chimici ai fructelor de mere, soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena pe parcursul creșterii și dezvoltării (zilele 45, 58, 71, 84 și 97 după fenofaza înflorirea deplină) au prezentat interes în vederea obținerii acidifiantilor naturali. Merele au prezentat valori ridicate ale acidității titrabile (1,35 - 2,79 %), valori moderate ale substanțelor uscate hidrosolubile (6,50 - 12,35 °Brix) și zahărului total (3,35 - 10,02 %); valori scăzute ale pH-ului (2,95 - 3,20), indicatorul zahăr/aciditate variind între 2,33 și 9,15 unități. Utilizarea eficientă și rațională a acestor fructe ar putea transforma acest deșeu horticol într-un produs de valoare (Crucirescu, 2019; 2021b; 2022d; subcapitolele 2.1.1; 3.1).

2. Tratatrea enzimatică (preparate cu acțiune pectolitică și amilolitică) și termică concomitentă a masei mărunțite din mere imature a favorizat creșterea randamentului sucului după presare cu până la 24 % față de probele netratate. Procesul a fost optimizat prin aplicarea modelării matematice, cu scopul prognozării și utilizării procedului pentru mai multe soiuri de mere. Drept parametri pentru optimizare au servit valorile acidității titrabile, substanțelor uscate hidrosolubile, zahărului total și pH, drept criteriu de optimizare - valoarea randamentului sucului din merele imature după presare (Golubi et al., 2019; subcapitolele 3.2; 3.3).

3. Valorile scăzute ale pH-ului și ridicate ale acidității titrabile au făcut posibilă aplicarea unui regim optimizat de pasteurizare al sucului din merele imature, utilizat în procesul de producere al acidifiantului, la temperatura de 60 °C timp de 20 minute. Aceste condiții asigură păstrarea valorii nutritive înalte a produsului și diminuarea consumului de energie, factor important pentru aplicarea industrială. A fost elaborată tehnologia optimizată de obținere a acidifianților din mere cu producerea mostrelor experimentale. Procesul tehnologic a fost brevetat și prezentat la conferințe și expoziții de invenții naționale și internaționale (Golubi et al., 2018; Crucirescu, 2021a; Golubi et al., 2019; subcapitolele 3.4; 4.1).

4. Acidifianții din mere (4 soiuri) conțin cantități importante de acizi organici, predominant fiind acidul malic cu valorile cuprinse între 16,90 g/L și 38,07 g/L, ceea ce constituie 94,99 % - 97,61 %. Conținutul de fructoză a constituit 65,68 % - 74,36 % din totalul de glucide, iar conținutul de glucoză – 25,62 % - 34,68 %; zaharoza a fost depistată în cantități foarte mici. Acidifianții au un conținut ridicat de substanțe fenolice totale (568,7 - 2042,8 mg GAE/L). Activitatea antioxidantă a constituit 28,46 - 41,37 μg AA/mL (acidifianții obținuți din fructele recoltate în ziua 45 după înflorirea deplină) și 3,27 - 7,08 μg AA/mL (în ziua a 97-a). Rezultatele denotă că merele imature pot fi valorificate pentru obținerea acidifianților naturali, bogați în substanțe nutritive (Crucirescu, 2022a; subcapitolul 4.2).

5. A fost stabilit termenul recomandat de păstrare al acidifianților din merele imature, soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena. În ambalaje de sticlă cu sau fără miez, la temperaturi ce nu depășesc 18 - 20 °C și umiditatea relativă a aerului maximă de 75 %, produsul poate fi păstrat timp de 2 ani (Golubi et al., 2019; subcapitolele 4.2.2; 4.2.3).

6. Au fost elaborate tehnologii de producere ale unor conserve din legume și fructe, în care acizii acetic și citric din rețetele clasice au fost substituite cu acidifiantul din mere. Concomitent au fost micșorate cantitățile de sare și zahăr adăugate în procesul tehnologic. Indicatorii de calitate și stabilitatea microbiologică ai produselor elaborate au confirmat influența pozitivă și beneficiile folosirii acidifianților naturali în fabricarea produselor alimentare (Crucirescu, 2022b; 2023a; 2023b; subcapitolul 4.3).

7. Producerea acidifiantului din mere și implementarea acestuia în tehnologii de fabricare ale conservelor din legume și fructe, asigură un preț mai redus și o rentabilitate economică mai mare, cu 0,85 % - 3,11 % în raport cu produsele conservate obținute conform rețetelor clasice (Golubi et al., 2019; subcapitolul 4.4).

RECOMANDĂRI PRACTICE

În baza cercetărilor din cadrul lucrării au fost elaborate tehnologii de fabricare a unor produse alimentare cu acidifiant din mere care sunt recomandate spre implementarea acestora în domeniul conservării al industriei alimentare:

1. Procedeu de obținere al acidifiantului din mere, conform brevetului de invenție (Golubi et al., 2019; fig. A 3.1).
2. Procedeu de obținere al acidifiantului de cupaj din struguri și mere, conform brevetului de invenție (Golubi et al., 2021; fig. A 3.2).
3. Tehnologii de fabricare a alimentelor cu utilizarea acidifiantului din mere, substituind acizii acetic și citric din rețeta de producere: legume conservate (tomate marinate, castraveți conservați, tocană de legume tip „Zacusca”, ardei iuți conservați); fructe conservate (dulceață de vișină, căpșune conservate).

De asemenea, sunt recomandate următoarele cercetări de perspectivă:

1. Implementarea acidifiantilor din mere și în alte domenii ale industriei alimentare, cum ar fi a băuturilor răcoritoare, a cărnii, în panificație și cofetărie; ca alternativă oțetului și sucului de lămâie în calitate de sursă de aciditate și aromatizare pentru mai multe bucate, salate și aperitive; ca toppinguri în producerea deserturilor; etc.
2. Studiarea tescovinei și a sedimentului de filtrare obținute în urma procesării merelor imature cu ulterioara extragere a substanțelor valoroase (ex.: polizaharide, substanțe pectice, compuși fenolici).
3. Abordarea circulară a procesului de obținere a acidifiantului din mere, care prevede „zero deșuri” (conceptul Economiei Circulare).
4. Aplicarea acidifiantilor de cupaj din mere și struguri, conform brevetului de invenție (Golubi et al., 2021), pentru fabricarea produselor alimentare în vederea lărgirii sortimentului de alimente sănătoase.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- ALBERTI, A., dos SANTOS, T.P.M., ZIELINSKI, A.A.F. et al. Impact on chemical profile in apple juice and cider made from unripe, ripe and senescent dessert varieties. In: *Food Sci Technol-LEB*, 65, 2016: pp. 436–443. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.045>.
- ANYASI, T. A., JIDEANI, A. I. O., EDOKPAYI, J. N. et al. Application of organic acids in food preservation. In book: *Organic acids: characteristics, properties and synthesis* (pp.45) Chapter: Chapter 1: Application of organic acids in food preservation Pub.: Nova Science Publishers, 2017.
- ASSIRELLI, A., GIOVANNINI, D., CACCHI, M. et al. Evaluation of a New Machine for Flower and Fruit Thinning in Stone Fruits. *Sustainability*, 10, 2018: pp. 4088-4100. DOI: [10.3390/su10114088](https://doi.org/10.3390/su10114088).
- BANDIC, L. M., ŽULJ, M. M., FRUK, G., et al. The profile of organic acids and polyphenols in apple wines fermented with different yeast strains. In: *Journal of Food Science and Technology*, 56(2), 2019: pp. 599–606. <https://doi.org/10.1007%2Fs13197-018-3514-2>.
- BANU, C. *Calitatea și analiza senzorială a produselor alimentare*. București: Ed. ASAB, 2007, 574 p. ISBN: 978-973-720-141-6.
- BART, J.J., THODEY, K., SCHAFFER, R.J. et al. Global gene expression analysis of apple fruit development from the floral bud to ripe fruit. *BMC Plant Biology*, 8(16), 2008: pp. 1-29. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2229-8-16>.
- BĂISAN, I. *Conservarea produselor agroalimentare* (curs pentru studenții anului II master, specializarea. Tehnici nepoluante în industria agroalimentară), 2018. https://mec.tuiasi.ro/ro/images/diverse/Conservarea_produselor_agroalimentare.pdf.
- BIZJAK, J., MIKULIC-PETKOVSEK, M., STAMPAR, F. et al. Changes in Primary Metabolites and Polyphenols in the Peel of "Braeburn" Apples (*Malus domestica* Borkh.) during Advanced Maturation. In: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(43), 2013: pp. 10283-10292. <https://doi.org/10.1021/jf403064p>.
- BURDON, J., LALLU, N., YEARSLEY, C. et al. Postharvest conditioning of Satsuma mandarins for reduction of acidity and skin puffiness. *Postharvest Biology and Technology*, 43, 2007: pp. 102–114. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.07.014>.
- CHEN, W.Q., GUO, Y.R., ZHANG, J., et al. Effect of different drying processes on the physicochemical and antioxidant properties of thinned unripe apple. *International Journal of Food Engineering*, 11, 2015: pp. 207–219. <https://doi.org/10.1515/ijfe-2014-0211>.
- CRUCIRESCU, D. Application of apple acidifier in vegetable stew of type „Zacusca” production In: *Journal of Engineering Science*, vol. XXX, nr. 3, 2023a: pp. 145 – 154 [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30\(3\).10](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30(3).10).
- CRUCIRESCU, D. Conținutul acizilor organici în merele imature. În: *Conferința Tehnico-Științifică a Studenților, Masteranzilor și Doctoranzilor*. vol. 1, Tehnica-UTM, Chișinău, pp. 462-465, 2022a. ISBN 978-9975-45-828-3.
- CRUCIRESCU, D. Fructele de mere în faza timpurie de coacere - materie primă pentru obținerea acidifiantului natural. În: *Conferința Tehnico-Științifică a Studenților, Masteranzilor și Doctoranzilor*. Tehnica-UTM, Chișinău, vol. 1, pp. 505-508, 2019. URI: <http://repository.utm.md/handle/5014/2885>.
- CRUCIRESCU, D. Implementation of apple acidifier in canned cucumbers production. In: *Scientific Study & Research - Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, vol. 24, nr. 1, 2023b: pp. 061-071. <https://pubs.ub.ro/?pg=revues&rev=csc6&num=202301&vol=1&aid=5533>.
- CRUCIRESCU, D. Indicii de calitate a conservelor de tomate marinate cu acidifiant din mere. În: *Conferința științifică internațională „Perspectivele și Problemele Integrării în Spațiul European al Cercetării și Educației”*, vol. IX, partea 1, pp. 335-340, Cahul: USC, 2022b. https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/166099.
- CRUCIRESCU, D. Physicochemical characteristics in unripe apples. In: *Journal of Engineering Science*, vol. XXVIII, nr. 4, 2021b: pp. 156 – 166. [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2021.28\(4\).16](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2021.28(4).16).
- DUPAS de MATOS, A. Sensory characterization of cucumbers pickled with verjuice as novel acidifying agent. *Food Chemistry*, v 286, 2019: pp. 78-86. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.216>.
- ETIENNE, A., GENARD, M., LOBIT, P. et al. What controls fleshy fruit acidity? A review of malate and citrate accumulation in fruit cells. *J. Exp. Bot.*, 64, 2013: pp. 1451–1469. <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/ert035>.

- FIORINO, M., BARONE, C., BARONE, M., et al. Chemical Additives for Foods. Impact of Food-Related Quality System Certifications on the Management of Working Flows. In book: *Quality Systems in the Food Industry*, 2019: pp.1-27. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22553-7_1.
- GELETA, B.T., LEE, J.-C., HEO, J.-Y. Antioxidant Activity and Mineral Content in Unripe Fruits of 10 Apple Cultivars Growing in the Northern Part of Korea. *Horticulturae*, 9(1), 2023: p. 114. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9010114>.
- GOLUBI, R. *Valorificarea strugurilor nematurate la obținerea compozițiilor nutritive. Teză de doctor în științe tehnice*, Chișinău, 2019. 143 p.
- LI, H., SUBBIAH, V., BARROW, C.J., et al. Phenolic profiling of five different Australian grown apples. *Appl. Sci.* 11, 2021: p. 2421. DOI: 10.3390/app11052421.
- MA, B., YUAN, Y., GAO, M. et al. Determination of Predominant Organic Acid Components in *Malus* Species: Correlation with Apple Domestication. *Metabolites.*, 8(4), 2018: p. 74. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.032>.
- MUREȘAN, A.E., MUREȘAN, V. *Acumularea, transformarea și caracterizarea unor compuși biochimici din fructele de măr*. Cluj-Napoca: Ed. MEGA, 2019, 98 p.
- MUREȘAN E. A., MUSTE S., VLAIC R. A. et al. The Dynamics of Starch and Total Sugars during Fruit Development for Jonathan, Starkrimson and Golden Delicious Apple. In.: *Bulletin UASVM Food Sci and Technology*, 72(1), 2015: pp. 120-126. <http://dx.doi.org/10.15835/buasvmcn-fst:11140>.
- PEREZ-LAMELA, C., FRANCO, I., FALQUE, E. Impact of High-Pressure Processing on Antioxidant Activity during Storage of Fruits and Fruit Products: A Review. *Molecules*, 26(17), 2021: pp. 5265. doi: [10.3390/molecules26175265](https://doi.org/10.3390/molecules26175265).
- PEȘTEANU, A., CALESTRU, O. Reglarea încărcăturii de rod la pomii de măr de soiul Golden Reinders prin diverse metode de rărire. *Știința agricolă*, 2, 2017: pp. 37-42. ISSN: 1857-0003.
- ROSHAN, S., WONG, W. K., NORAZIAH, M., et al. Chemical composition changes of two water apple *International Food Research Journal*, 19 (1), 2012: pp. 167-174. ID corpus: 73562227.
- SRIVASTAVA, S., TYAGI, S.K. Effect of Enzymatic Hydrolysis on the Juice Yield from Apple Fruit (*Malus Domestica*) Pulp. *International Journal of Biotechnology and Bioengineering Research*, V 4 (4), 2013, pp. 299-306. ISSN 2231-1238.
- THAKUR, A., SINGH, Z. Responses of ‘Spring Bright’ and ‘Summer Bright’ nectarines to deficit irrigation: fruit growth and concentration of sugars and organic acids. *Scientia Horticulturae*, 135, 2012: pp. 112–119. <http://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.12.013>.
- WOJDYLO, A., OSZMIANSKI, J. Antioxidant Activity Modulated by Polyphenol Contents in Apple and Leaves during Fruit Development and Ripening. *Antioxidants (Basel)*, 9(7), 2020: p. 567. DOI: [10.3390/antiox9070567](https://doi.org/10.3390/antiox9070567).
- WU, B.H., GENARD, M., LESCOURET, F., et al. Influence of assimilate and water supply on seasonal variation of acids in peach (cv Suncrest). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 2002: pp. 1829–1836. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1267>.
- XU, J., YAN, J., LI, W. et al. Integrative Analyses of Widely Targeted Metabolic Profiling and Transcriptome Data Reveals Molecular Insight into Metabolomic variations during apple (*Malus domestica*) fruit development and ripening. *Int. J. Mol. Sci.*, 21, 2020: p. 4797. <https://doi.org/10.3390/ijms21134797>.
- YANG, S., MENG, Z., LI, Y., et al. Evaluation of Physiological Characteristics, Soluble Sugars, Organic Acids and Volatile Compounds in ‘Orin’ Apples (*Malus domestica*) at Different Ripening Stages. *Molecules* 26, 2021: p. 807. <https://doi.org/10.3390/molecules26040807>.
- ZHANG, L., WANG, C., JIA, R. et al. Malate metabolism mediated by the cytoplasmic malate dehydrogenase gene *MdcyMDH* affects sucrose synthesis in apple fruit. *Horticulture Research*, v. 9, 2022: p.194. <https://doi.org/10.1093/hr/uhac194>.
- ZHENG, H.Z., KIM, Y.L., CHUNG, S.K. A profile of physicochemical and antioxidant changes during fruit growth for the utilisation of unripe apples. *Food Chem*, 131, 2012: pp. 106–10. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2011.08.038>
- ZHENG, H.Z., HWANG, I.W., CHUNG, S.K. Enhancing polyphenol extraction from unripe apples by carbohydrate-hydrolyzing enzymes. *J Zhejiang Univ Sci B.*, 10(12), 2009: pp. 912-9. DOI: 10.1631/jzus.B0920186.
- ZHENG, H.Z., HWANG, I.W., KIM, B.K., et al. Phenolics Enrichment Process from Unripe Apples. *J Korean Soc Appl Biol Chem*, 57(4), 2014: pp. 457–461. DOI: 10.1007/s13765-014-4013-4.

LISTA PUBLICAȚIILOR AUTORULUI LA TEMA TEZEI

1. Articole în reviste științifice

1.1 în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS:

- **CRUCIRESCU, D.** Implementation of apple acidifier in canned cucumbers production. *Scientific Study & Research - Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, vol. 24, nr. 1, 2023: pp. 061-071. CSCC6202301V01S01A0006 [0005533] <https://pubs.ub.ro/?pg=revues&rev=csc6&num=202301&vol=1&aid=5533> (WoS – ESCI)

1.2 în reviste din Registrul Național al revistelor de profil, (cu indicarea categoriei):

- **CRUCIRESCU, D.** Physicochemical characteristics in unripe apples. In: *Journal of Engineering Science*, vol. XXVIII, nr. 4, 2021: pp. 156 – 166. [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2021.28\(4\).16](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2021.28(4).16) (DOAJ – cat. B+)
- **CRUCIRESCU, D.** Application of apple acidifier in vegetable stew of type „Zacusca” production. In: *Journal of Engineering Science*, vol. 30, nr. 3, 2023: pp. 145 – 154 [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30\(3\).10](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30(3).10) (DOAJ – cat. B+)

3. Articole în culegeri științifice

3.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare):

- **КРУЧИРЕСКУ, Д.** Рациональное использование незрелых яблок в контексте устойчивого развития. В: *Материалах IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*, с. 149-152, г. Киров, 2022 г. ISBN 9785-982282576 URI: <http://repository.utm.md/handle/5014/25507>

3.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova):

- GOLUBI, R., IORGA, E., ARNAUT, S., **CRUCIRESCU, D.**, et al. Natural acidifier produced from apples in the early ripening phase. In: *MTFI-2018 International Conference*, TUM, pp. 156-158. Chisinau, 2018, ISBN 978-9975-87-428-1 URI: <http://repository.utm.md/handle/5014/5172>
- **CRUCIRESCU, D.** Fructele de mere în faza timpurie de coacere - materie primă pentru obținerea acidifiantului natural. În: *Conferința Tehnico-Științifică a Studenților, Masteranzilor și Doctoranzilor*. Tehnica-UTM, Chișinău, v. 1, pp. 505-508, 2019. URI: <http://repository.utm.md/handle/5014/2885>
- **CRUCIRESCU, D.** Utilizarea rațională a merelor imature. În: *Conferința Tehnico-Științifică a Studenților, Masteranzilor și Doctoranzilor*. v. 1, Tehnica-UTM, Chișinău, pp. 401-404, 2020. URI: <http://repository.utm.md/handle/5014/8563>
- **CRUCIRESCU, D.** The technological production scheme for tomatoes pickles with apples acidifier. In: *International Scientific Symposium „Agriculture and Food Industry – Achievements and Perspectives”*, State Agrarian University from Moldova, 19-20 november, Chisinau, 2021. pp. 201-203 URI: <http://repository.utm.md/handle/5014/25347>
- **CRUCIRESCU, D.**, VOITCO, E., RABOTNICOVA, L., et al. Organoleptic evaluation of tomatoes pickles with apples acidifier. In: *International Scientific Symposium „Agriculture and Food Industry – Achievements and Perspectives”*, State Agrarian University from Moldova, 19-20 november, Chisinau, 2021. pp. 204-207 URI: <http://repository.utm.md/handle/5014/25348>
- **CRUCIRESCU, D.** Conținutul acizilor organici în merele imature. În: *Conferința Tehnico-Științifică a Studenților, Masteranzilor și Doctoranzilor*. v. 1, Tehnica-UTM, Chișinău, pp. 462-465, 2022a. ISBN 978-9975-45-828-3 URI: <http://repository.utm.md/handle/5014/20754>
- **CRUCIRESCU, D.** Argumentarea necesității producerii acidifiantului din mere și obținerea acestuia. În: *Conferința Tehnico-Științifică a Studenților, Masteranzilor și*

Doctoranzilor. v. 1, Tehnica-UTM, Chișinău, pp. 413-416, 2021.
URI: <http://cris.utm.md/handle/5014/979>

- **CRUCIRESCU, D.** Indicii de calitate a conservelor de tomate marinate cu acidifiant din mere. In: *Conferința științifică internațională „Perspectivele și Problemele Integrării în Spațiul European al Cercetării și Educației”*, v IX, partea 1, pp. 335-340, Cahul: USC, 2022b. https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/166099
4. **Teze în culegeri științifice**
1. **în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare):**
 - **CRUCIRESCU, D.** Unripe apples – source of natural organic acids. In: *Papers of the international symposium EURO-ALIMENT. Food connects people and shares science in a resilient world.* p. 86, Galati, 2021, p. 10
URI: <http://repository.utm.md/handle/5014/20142>
 2. **în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova):**
 - **CRUCIRESCU, D.** The acidifier from unripe apples - source of natural acidity. In: *Ecological and environmental chemistry – 2022*, ed. 7, v. 1, USM, pp. 171-173, Chișinău, 2022. ISBN 978-9975-159-06-7
URI: <http://repository.utm.md/handle/5014/19864>

Alte lucrări științifice

Brevete de invenții și alte obiecte de proprietate intelectuală:

- GOLUBI, R., IORGA, E., BUCARCIUC, V., ARNĂUT, S., **CRUCIRESCU, D.** Procedeu de obținere al acidifiantului din mere. Brevet de invenție de scurtă durată MD 1286 Z; 2019.01.31, 2019.
<http://www.db.agepi.md/inventions/Details.aspx?id=s%202018%200026>
- GOLUBI, R., IORGA, E., **CRUCIRESCU, D.** et al., Procedeu de obținere al acidifiantului de cupaj din struguri și mere. Brevet de invenție de scurtă durată MD 4757 Z; 2021.06.30, 2021.
<http://www.db.agepi.md/Inventions/details/a%202020%200058>

Alte lucrări specifice (materiale la saloanele de invenții și participări):

- GOLUBI R., IORGA E., BUCARCIUC V., ARNAUT S., **CRUCIRESCU D.** Procedeu de obținere a acidifiantului din mere. *Salonul Inovării și Cercetării UGAL INVENT-2019*, Galați, România, 16-18 octombrie 2019, p.53.
URI: <http://repository.utm.md/handle/5014/25522>
- GOLUBI R., IORGA E., BUCARCIUC V., ARNAUT S., **CRUCIRESCU D.** Procedeu de obținere a acidifiantului din mere. *Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT-2019*, Secțiunea D, Chișinău, 20-23 noiembrie 2019, pp. 151-152.
URI: <http://repository.utm.md/handle/5014/25524>
- GOLUBI R., IORGA E., BUCARCIUC V., ARNĂUT S., **CRUCIRESCU D.** Procedeu de obținere a acidifiantului din mere. *European Exhibition of creativity and Innovation EuroInvent-2018*, Iași, România, 17-19 mai 2018.
URI: <http://repository.utm.md/handle/5014/25523>
- GOLUBI R., IORGA E., BUCARCIUC V., ARNĂUT S., **CRUCIRESCU D.** Procedeu de obținere a acidifiantului din mere. *The XXII-th International Exhibition of Research, Innovation and Tehnological Transfer “INVENTICA 2018”* Iași, România, 27-29 iunie 2018, p. 306. URI: <http://repository.utm.md/handle/5014/25365>

ADNOTARE

Crucirescu Diana: „Valorificarea fructelor de mere imature pentru obținerea acidifiantului natural”, teză de doctor în științe inginerești, Chișinău, 2024.

Structura tezei: teza de doctor constă din introducere, 4 capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografia cu 318 titluri, 3 anexe, textul de bază conține 115 pagini, inclusiv 50 tabele, 44 figuri. Rezultatele obținute sunt publicate în 16 lucrări științifice.

Cuvintele-cheie: mere imature, acizi organici, glucide, substanțe fenolice, acidifianții din mere, conserve de fructe și legume cu aplicarea acidifiantului din mere.

Scopul lucrării: valorificarea merelor imature pentru obținerea unei surse de aciditate naturală (acidifiant din mere) și utilizarea acesteia în industria alimentară, în special la conservarea fructelor și legumelor, substituind acizii din rețetele clasice de producere.

Obiectivele cercetării: identificarea soiurilor de mere pentru studiere, stabilirea perioadei optime de recoltare și determinarea indicatorilor fizico-chimici în aceștea; studierea și aplicarea diferitor metode de extragere a sucului din merele imature; obținerea mostrelor experimentale de acidifianți cu evaluarea calității și a termenului de păstrare; aplicarea acidifianților la conservarea fructelor și legumelor; efectuarea studiului de fezabilitate al fabricării produselor elaborate.

Noutatea și originalitatea științifică: pentru prima dată în Republica Moldova au fost stabiliți parametrii merelor imature pentru obținerea acidifianților naturali; au fost încercate metode de majorare a randamentului sucului; aplicat un regim lejer de pasteurizare în obținerea acidifiantului; a fost argumentat științific și demonstrat experimental posibilitatea substituirii acizilor, din rețetele clasice de conservare a fructelor și legumelor, cu acidifiantul din mere.

Problema științifică soluționată: valorificarea fructelor de mere imature cu stabilirea celor mai importante proprietăți fizico-chimice; identificarea condițiilor optime și eficiente de procesare tehnologică și de utilizare a acestora; obținerea unei surse de aciditate naturală cu ulterioara aplicare în producerea alimentelor sănătoase; creșterea durabilității prin utilizarea eficientă a deșeurilor agricole vegetale, utilizându-le în calitate de materie primă.

Semnificația teoretică: definitivarea metodelor de studiere a calității acidifianților din mere; obținerea rezultatelor științifice care denotă posibilitatea utilizării acestora în industria alimentară ca sursă de aciditate naturală; aplicarea metodelor de majorare a randamentului sucului din merele imature și a unui regim mai lejer de pasteurizare în procesul de obținere a acidifiantului.

Valoarea aplicativă: este elaborat fluxul tehnologic de prelucrare a merelor imature pentru obținerea acidifiantului natural și utilizarea acestuia la conservarea fructelor și legumelor.

Implementarea rezultatelor științifice: articole în reviste științifice, culegeri de lucrări ale simpozioanelor și conferințelor internaționale și naționale, brevete de invenții (nr. 1286, nr. 4757).

АННОТАЦИЯ

Кручиреску Диана: «Использование незрелых яблок для получения натурального подкислителя», диссертация на соискание уч. степени док. тех. наук, Кишинёв, 2024.

Структура диссертации: состоит из введения, 4 глав, выводов и рекомендаций, списка цитируемой литературы из 318 ссылок, 3 приложений. Работа изложена на 115 страницах, 44 рисунков и 50 таблицы. Результаты опубликованы в 16 научных работах.

Ключевые слова: незрелые яблоки, органические кислоты, сахара, фенольные вещества, яблочные подкислители, консервы фруктовые и овощные.

Цель работы: исследование незрелых яблок для получения натурального источника кислотности (яблочный подкислитель) и его использование в пищевой промышленности, в частности при консервировании фруктов и овощей, заменяя кислоты в рецептурах.

Задачи исследований: выявление сортов яблок для изучения с установлением оптимальных сроков уборки и определением в них физико-химических показателей; применение различных способов извлечения сока из незрелых яблок; получение опытных образцов подкислителей, с оценкой качества и срока годности, и их применение для консервирования фруктов и овощей; проведение технико-экономического обоснования производства разработанной продукции.

Научная новизна и оригинальность: впервые в Республике Молдова установлены оптимальные параметры незрелых яблок для получения натуральных подкислителей; был увеличен выход сока из незрелых яблок за счет применения ферментов; была научно обоснована и экспериментально продемонстрирована возможность замены кислот в рецептурах, при консервировании фруктов и овощей, яблочным подкислителем.

Решенная научная проблема: использование незрелых яблок с установлением важнейших физико-химических свойств; выявлением оптимальных и эффективных условий технологической обработки и их применения; повышение устойчивости за счет эффективного использования растительных отходов, используя их в качестве сырья.

Теоретическая значимость: совершенствование методов исследования качества яблочных подкислителей; получение научных результатов, демонстрирующих возможность их использования в пищевой промышленности; внедрение пастеризации с пониженным термическим эффектом в процесс получения подкислителя.

Практическая значимость: разработана технолог. схема переработки незрелых яблок с целью получения натурального подкислителя и использования его в продуктах.

Внедрение научных результатов: статьи в научных журналах, сборники докладов международных и национальных симпозиумов и конференций, патенты (№ 1286, № 4757).

ANNOTATION

Crucirescu Diana: „Use of unripe apples to obtain the natural acidifier”, PhD thesis in engineering sciences, Chisinau, 2024.

Thesis structure: thesis consists of an introduction, 4 chapters, general conclusions and recommendations, bibliography from 318 titles, 3 annexes. The basic text includes 115 pages, 44 figures and 50 tables. The obtained results are published in 16 scientific works.

Key words: unripe apples, organic acids, carbohydrates, phenolic substances, apple acidifiers, canned fruits and vegetables with apple acidifier.

The purpose of the work: use of unripe apples to obtain a source of natural acidity (apple acidifier) and use of the in the food industry, especially in the preservation of fruits and vegetables, substituting the acids in classic preservation recipes.

Research objectives: the identification of apple varieties for study; the establishment of the optimal harvesting period, the determination of the physico-chemical indicators in them; study and application of different methods of extracting juice from unripe apples; obtaining experimental samples of acidifiers with evaluation of quality and shelf life; its application to the preservation of fruits and vegetables; the feasibility study of the manufacture of the developed products.

Scientific novelty and originality: for the first time in the Republic of Moldova, the optimal parameters of unripe apples for obtaining natural acidifiers were established; the yield of juice from unripe apples was increased by applying enzymes; the possibility of substituting acetic and citric acids from canned fruit and vegetable recipes with apple acidifier has been scientifically argued and experimentally demonstrated.

The scientific problem solved: valorisation of the fruits of unripe apples with the establishment of the most important physicochemical properties and the identification of the optimal and efficient conditions of technological processing and their use; obtaining a source of natural acidity with subsequent application in the production of healthy foods; increasing sustainability through the efficient use of vegetable agricultural waste, using it as a raw material.

Theoretical significance: defining the methods for studying the quality of apple acidifiers; obtaining scientific results demonstrating the possibility of their use in the food industry (especially in the preservation of fruit and vegetables) as a source of natural acidity; implementation a light pasteurization regime in the process of obtaining of the acidifier.

Applicative value: the technological flow for processing unripe apples has been developed to obtain the natural acidifier and its use in the food industry.

Implementation of scientific results: articles in scientific journals, collections of papers of international and national symposiums and conferences, patents (no. 1286, no. 4757).

CRUCIRESCU DIANA

**VALORIFICAREA FRUCTELOR DE MERE IMATURE PENTRU
OBTINEREA ACIDIFIANTULUI NATURAL**

253.01 TEHNOLOGIA PRODUSELOR ALIMENTARE DE ORIGINE VEGETALĂ

Rezumatul tezei de doctor în științe inginerești

Aprobat spre tipar: data

Formatul hârtiei 60x84 1/16

Hârtie ofset. Tipar ofset.

Tiraj ___ ex.

Coli de tipar.: ___

Comanda nr. ___

UTM, MD 2004, mun. Chișinău, bd. Ștefan cel Mare și Sfânt, nr. 168.

Editura „TEHNICAUTM”, MD 2045,

mun. Chișinău, str. Studenților 9/9