

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
OBTINEREA ACIDIFIANTULUI NATURAL**

253.01 Tehnologia produselor alimentare de origine vegetală

Teză de doctor în științe inginerești

Conducător științific:

IORGA Eugen
dr., conf. cercetător

Comisia de îndrumare:

STURZA Rodica
dr. hab., prof. univ., m.c. AȘM
BAERLE Alexei
dr., conf. univ.
MACARI Artur
dr., conf. univ.

Autor:

CRUCIRESCU Diana

CHIȘINĂU, 2024

© Crucirescu Diana, 2024

CUPRINS

ADNOTARE	6
LISTA TABELELOR	9
LISTA FIGURILOR	11
LISTA ABREVIERILOR	13
INTRODUCERE	14
1 ACIDIFIANȚII UTILIZAȚI ÎN INDUSTRIA ALIMENTARĂ ȘI MODIFICĂRILE BIOCHIMICE ÎN MERE PE PARCURSUL DEZVOLTĂRII	21
1.1 Stadiul actual de cunoaștere privind surse de aciditate utilizate în industria alimentară	21
1.1.1 Acizii organici utilizați în industria alimentară	21
1.1.2 Surse de aciditate naturale aplicate în alimente la nivel experimental	22
1.2 Beneficiile consumului merelor asupra sănătății omului	24
1.3 Dinamica acumulării și transformării principalilor compuși biochimici în mere pe parcursul dezvoltării	26
1.3.1 Metabolismul principalelor glucide	27
1.3.2 Metabolismul acizilor organici	31
1.3.3 Metabolismul aminoacizilor	35
1.3.4 Compușii polifenolici din mere	36
1.3.5 Lipidele, mineralele, vitaminele	39
1.3.6 Activitatea antioxidantă	39
1.3.7 Polizaharidele din mere (pectina)	41
1.4 Sucul de mere	42
1.4.1 Tehnologia de producere a sucului de mere	42
1.4.2 Valoarea nutritivă, beneficiile și efectele secundare ale sucului de mere	45
1.5 Concluzii la capitolul 1	46
2 MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE	48
2.1 Materiale de cercetare	48
2.1.1 Materii prime	49
2.1.2 Materii secundare și auxiliare	53
2.1.3 Reactivii folosiți pentru experimente	54
2.1.4 Instalații și aparate utilizate în cercetare	55
2.2 Metode de analiză	55

2.2.1	Metodele utilizate la efectuarea experimentelor	55
2.2.2	Descrierea metodelor specifice utilizate în cercetare	58
2.3	Metode tehnologice de cercetare	61
2.3.1	Metoda de obținere a mostrelor experimentale de acidifianți din mere	61
2.3.2	Metodele de determinare ale randamentului sucului din merele imature	61
2.3.3	Metoda de calculare a raportului zahăr/aciditate în sucul din merele imature	62
2.3.4	Metoda de calculare a regimului optimizat de pasteurizare al acidifiantului din mere	62
2.4	Metoda de modelare matematică a influenței parametrilor din merele imature asupra randamentului de suc	64
2.5	Prelucrarea statistică a datelor experimentale	64
2.6	Concluzii la capitolul 2	65
3	CERCETAREA INFLUENȚEI PARAMETRILOR MERELOR IMATURE ASUPRA CALITĂȚII ACIDIFIANTULUI NATURAL	66
3.1	Caracteristicile fizico-chimice ale merelor pe parcursul creșterii și dezvoltării acestora	66
3.1.1	Dinamica schimbărilor masei și diametrului merelor	66
3.1.2	Evoluția indicatorilor fizico-chimici în merele studiate	68
3.1.3	Modificarea raportului zahăr/aciditate	70
3.2	Dependența valorii randamentului sucului de modul de tratare al merelor imature	71
3.3	Influența parametrilor merelor imature asupra randamentului de suc	73
3.4	Calculul regimului optimizat de pasteurizare al acidifiantului din mere	75
3.5	Concluzii la capitolul 3	79
4	ELABORAREA TEHNOLOGIEI DE FABRICARE A ACIDIFIANTULUI DIN MERE, IMPLEMENTAREA ACESTUIA ÎN OBȚINEREA FRUCTELOR ȘI LEGUMELOR CONSERVATE ȘI STUDIAREA CALITĂȚII PRODUSELOR ELABORATE	80
4.1	Tehnologia de producere a acidifiantului din mere	80
4.2	Evaluarea indicatorilor de calitate a acidifianților din merele studiate	83
4.2.1	Analiza indicatorilor fizico-chimici	83
4.2.1.1	Conținutul de acizi organici	84

4.2.1.2	Conținutul de glucide simple	86
4.2.1.3	Conținutul total de polifenoli	87
4.2.1.4	Activitatea antioxidantă	89
4.2.2	Evaluarea organoleptică a acidifiанților din mere	90
4.2.3	Indicatorii microbiologici în acidifiанții din mere	92
4.2.4	Termenul de păstrare al acidifiанților din mere	97
4.3	Utilizarea acidifiанtului din mere la conservarea fructelor și legumelor	97
4.3.1	Tehnologia de obținere a conservelor din legume cu aplicarea acidifiанtului din mere	99
4.3.1.1	Tomate marinate	99
4.3.1.2	Castraveți conservați	102
4.3.1.3	Tocană de legume tip „Zacusca”	105
4.3.1.4	Ardei iuți conservați	109
4.3.2	Tehnologia de obținere a conservelor din fructe cu aplicarea acidifiанtului din mere	111
4.3.2.1	Dulceață de vișine	111
4.3.2.2	Căpșune conservate	114
4.4	Studiu de fezabilitate al fabricării acidifiанtului din mere și a unor produse conservate cu aplicarea acestuia	117
4.5	Concluzii la capitolul 4	124
	CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI	126
	BIBLIOGRAFIE	129
	ANEXE	148
	Anexa 1 Compoziția merelor (<i>Malus domestica</i>), proaspete cu coajă	148
	Anexa 2 Schemele tehnologice de fabricare a conservelor de legume și fructe	149
	Anexa 3 Brevet de invenție nr. 1286, din 2018.03.27	153
	Brevet de invenție nr. 4757, din 2020.06.15	154
	DECLARAȚIA PRIVIND ASUMAREA RĂSPUNDERII	155
	Curriculum Vitae	156

ADNOTARE

Crucirescu Diana: "Valorificarea fructelor de mere imature pentru obținerea acidifiantului natural", teză de doctor în științe ingineresti, 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 symposions and conferences, patents (no. 1286, no. 4757).

LISTA TABELELOR

Tabelul 1.1.	Conținutul mediu de compuși polifenolici în pulpa și coaja de măr	38
Tabelul 1.2.	Date nutriționale ale sucului de mere	45
Tabelul 2.1.	Caracteristicile generale ale soiurilor de mere utilizate în studiu privind obținerea acidifiantului natural	49
Tabelul 2.2.	Compoziția chimică a merelor ajunse la stadiul de coacere de soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis, Rewena	50
Tabelul 2.3.	Caracteristicile principale ale fructelor și legumelor folosite în cercetare	53
Tabelul 2.4.	Caracteristica materiilor secundare și auxiliare utilizate în cercetare	54
Tabelul 2.5.	Reactivii utilizați pentru efectuarea experimentelor	54
Tabelul 2.6.	Metodele utilizate la efectuarea experimentelor	56
Tabelul 2.7.	Parametrii care influențează randamentul sucului din merele imature	64
Tabelul 3.1.	Evoluția indicatorilor fizico-chimici în fructele de patru soiuri de mere studiate pe parcursul dezvoltării	68
Tabelul 3.2.	Randamentul sucurilor din merele imature cu/fără tratare prealabilă	72
Tabelul 3.3.	Coeficienții de influență ai factorilor determinați în sistemul studiat	73
Tabelul 3.4.	Coeficienții de influență ai factorilor pentru ipoteza $\beta_0 X_0 = 0$	74
Tabelul 3.5.	Coeficienții de recalculare ai efectului real de pasteurizare al acidifiantului din mere la temperaturile stabilite	78
Tabelul 4.1.	Concentrația acizilor organici determinați în acidifianții din merele imature de soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena	84
Tabelul 4.2.	Concentrația glucidelor simple determinate în acidifianții din merele imature de soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena	87
Tabelul 4.3.	Indicii organoleptici ai mostrelor de acidifianți din mere imature de soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena	90
Tabelul 4.4.	Indicatorii microbiologici ai acidifianților din soiurile de mere Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena (determinați după 3 luni de la producere)	92
Tabelul 4.5.	Rezultatele determinărilor indicatorilor fizico-chimici ale acidifianților din mere, studiați la începutul și finele păstrării „cu rezervă”	93
Tabelul 4.6.	Rezultatele determinărilor indicatorilor microbiologici ale acidifianților din mere, studiați la începutul și finele păstrării „cu rezervă”	94
Tabelul 4.7.	Rețeta de fabricare a tomatelor marinate cu utilizarea acidifiantului din mere	99
Tabelul 4.8.	Indicatorii de calitate ai tomatelor marinate cu acidifiant din mere	100
Tabelul 4.9.	Indicii organoleptici ai tomatelor marinate cu acidifiant din mere	101
Tabelul 4.10.	Rețeta de fabricare a castraveților conservați cu acidifiant din mere	102
Tabelul 4.11.	Indicatorii de calitate ai castraveților conservați cu acidifiant din mere	103

Tabelul 4.12. Indicii organoleptici ai castraveților conservați cu acidifiant din mere	104
Tabelul 4.13. Rețeta de fabricare a tocanei de legume tip „Zacusca” cu utilizarea acidifiantului din mere	105
Tabelul 4.14. Indicatorii de calitate determinați în tocană de legume tip „Zacusca” cu utilizarea acidifiantului din mere	106
Tabelul 4.15. Indicii organoleptici determinați în tocană de legume tip „Zacusca” cu utilizarea acidifiantului din mere	107
Tabelul 4.16. Indicatorii de calitate ai ardeilor iuți conservați cu utilizarea acidifiantului din mere	109
Tabelul 4.17. Indicii organoleptici ai ardeilor iuți conservați cu acidifiant din mere	110
Tabelul 4.18. Rețeta de fabricare a dulceții de vișine cu acidifiant din mere	112
Tabelul 4.19. Indicatorii de calitate ai dulceții de vișine cu utilizarea acidifiantului din mere	112
Tabelul 4.20. Indicii organoleptici ai dulceții de vișine cu utilizarea acidifiantului din mere	113
Tabelul 4.21. Rețeta de fabricare a căpșunelor conservate cu utilizarea acidifiantului din mere	114
Tabelul 4.22. Indicatorii de calitate ai căpșunelor conservate cu utilizarea acidifiantului din mere	115
Tabelul 4.23. Indicii organoleptici ai căpșunelor conservate cu utilizarea acidifiantului din mere	115
Tabelul 4.24. Surse de aciditate pe piața Republicii Moldova	117
Tabelul 4.25. Cheltuielile de transportare ale merelor - materie primă	118
Tabelul 4.26. Utilajul tehnologic necesar fabricării acidifiantilor din mere	118
Tabelul 4.27. Costul estimativ pentru fabricarea acidifiantului din mere	119
Tabelul 4.28. Structura costurilor indirecte la fabricarea acidifiantilor din mere	120
Tabelul 4.29. Estimarea costurilor și prețurilor pentru acidifiantul din mere	120
Tabelul 4.30. Costul estimativ al resurselor materiale și energetice pentru fabricarea tomatelor marinate	121
Tabelul 4.31. Costul estimativ al resurselor materiale și energetice pentru fabricarea tomatelor marinate cu acidifiant din mere	121
Tabelul 4.32. Costul estimativ al resurselor materiale și energetice pentru fabricarea castraveților conservați	122
Tabelul 4.33. Costul estimativ al resurselor materiale și energetice pentru fabricarea castraveților conservați cu acidifiant din mere	122
Tabelul 4.34. Costul total indirect estimativ pentru producerea legumelor conservate	124
Tabelul 4.35. Costurile totale și prețurile estimative pentru producerea legumelor conservate conform rețetelor clasice și a celor cu utilizarea acidifiantului din mere	124
Tabelul A1.1. Compoziția merelor (<i>Malus domestica</i>), proaspete cu coajă	148

LISTA FIGURILOR

Fig. 1.1.	Structura zaharozei	27
Fig. 1.2.	Metabolismul zahărului în măr	28
Fig. 1.3.	Schema chimică a ciclului glicolizei (calea Embden-Meyerhof)	30
Fig. 1.4.	Structura acizilor malic și citric	31
Fig. 1.5.	Sinteza acidului malic din fosfoenolpiruvat	32
Fig. 1.6.	Schema chimică a ciclului Krebs - ciclul acidului tricarboxilic (citric)	33
Fig. 1.7.	Descrierea generală a căii de metabolizare a acizilor organici și a aminoacizilor în timpul dezvoltării mărului, care implică glicoliză și ciclul TCA	34
Fig. 1.8.	Structura de bază a flavonoidelor (schelet C6-C3-C6)	37
Fig. 1.9.	Structura polizaharidei de măr	41
Fig. 2.1.	Prezentarea de ansamblu a designului experimental privind valorificarea fructelor de mere imature pentru obținerea acidifiantului natural	48
Fig. 2.2.	Imaginile fructelor de mere coapte de soiurile Coredana (A), Golden Rezistent (B), Reglindis (C), Rewena (D)	50
Fig. 2.3.	Curba de etalonare pentru determinarea conținutului total de polifenoli, utilizând standardul acid galic	59
Fig. 2.4.	Curba de etalonare pentru determinarea activității antioxidante cu DPPH, utilizând standardul acid ascorbic	60
Fig. 2.5.	Schema experimentului de determinare a randamentului sucului obținut din masa mărunțită netratată / tratată a merelor imature	62
Fig. 3.1.	Dinamica schimbărilor masei și diametrului a merelor imature de soiurile Coredana (A), Golden Rezistent (B), Reglindis (C), Rewena (D) în timpul dezvoltării	67
Fig. 3.2.	Dinamica raportului SUH/TA pe parcursul dezvoltării fructelor de măr din soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena	71
Fig. 3.3.	Dependența dintre temperatura de pasteurizare a acidifiantului din mere și timpul letal al <i>Byssoschlamys nivea</i> , în coordonatele $\tau_{\text{letal}} - t$	77
Fig. 3.4.	Dependența dintre temperatura de pasteurizare a acidifiantului din mere și timpul letal al <i>Byssoschlamys nivea</i> , în coordonatele $\ln(\tau_{\text{letal}}) - t$	77
Fig. 4.1.	Schema fluxului tehnologic de obținere al acidifiantului din mere	82
Fig. 4.2.	Conținutul total de polifenoli în acidifianții din merele imature de soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena	88
Fig. 4.3.	Activitatea antioxidantă determinată în acidifianții din merele imature de soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena	89
Fig. 4.4.	Diagrama profilului senzorial a acidifianților din merele imature de soiurile Coredana, Golden Delicios, Reglindis, Rewena	91
Fig. 4.5.	Aspectul exterior al mostrelor de acidifianți din mere, ambalate în recipiente de sticlă, de soiurile Coredana (A), Golden Rezistent (B), Reglindis (C) și Rewena (D)	91

Fig. 4.6.	Aspectul exterior al mediilor nutritive inoculate cu acidifiantii din mere studiați la finele termenului de păstrare „cu rezervă”	95
Fig. 4.7.	Diagrama profilului senzorial a acidifiantilor din merele imature de soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena după 36 luni de păstrare	96
Fig. 4.8.	Diagrama evaluării senzoriale a fiecărui acidifiant în parte, conform notelor medii generale, din merele imature de soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena, la începutul păstrării și sfârșitul acesteia „cu rezervă”	97
Fig. 4.9.	Diagrama profilului senzorial a tomatelor marinate cu utilizarea acidifiantului din mere	101
Fig. 4.10.	Tomate marinate cu utilizarea acidifiantului din mere	102
Fig. 4.11.	Diagrama profilului senzorial a castraveților conservați cu utilizarea acidifiantului din mere	105
Fig. 4.12.	Castraveți conservați cu utilizarea acidifiantului din mere	105
Fig. 4.13.	Diagrama profilului senzorial a tocanii de legume tip „Zacusca” cu utilizarea acidifiantului din mere	108
Fig. 4.14.	Tocană de legume tip „Zacusca” cu utilizarea acidifiantului din mere	108
Fig. 4.15.	Diagrama profilului senzorial a ardeilor iuți conservați cu utilizarea acidifiantului din mere	110
Fig. 4.16.	Ardei iuți conservați cu utilizarea acidifiantului din mere	111
Fig. 4.17.	Diagrama profilului senzorial a dulceții de vișine cu utilizarea acidifiantului din mere	113
Fig. 4.18.	Dulceață de vișine cu utilizarea acidifiantului din mere	114
Fig. 4.19.	Diagrama profilului senzorial a căpșunelor conservate cu utilizarea acidifiantului din mere	116
Fig. 4.20.	Căpșune conservate cu utilizarea acidifiantului din mere	116
Fig. A2.1.	Schema tehnologică de obținere a tomatelor marinate și castraveților conservați cu utilizarea acidifiantului din mere	149
Fig. A2.2.	Schema tehnologică de obținere a tocanii din legume de tip „Zacusca” cu utilizarea acidifiantului din mere	150
Fig. A2.3.	Schema tehnologică de obținere a dulceții de vișine cu utilizarea acidifiantului din mere	151
Fig. A2.4.	Schema tehnologică de obținere a căpșunelor conservate cu utilizarea acidifiantului din mere	152
Fig. A3.1	Brevet de invenție nr. 1286, din 2018.03.27	153
Fig.A3.2	Brevet de invenție nr. 4757, din 2020.06.15	154

LISTA ABREVIERILOR

ADN	acidul dezoxiribonucleic
BNS	Biroul Național de Statistică din Republica Moldova
cMDH	malat dehidrogenază dependentă de NAD
CWINV	invertaza, enzima peretelui celular
DPPH	1,1-Difenil-2-picrilhidrazil
DTA	Direcția Tehnologii Alimentare din cadrul IȘPHTA
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FMS	Federația Mondială a Savaștilor
FK	enzima fructokinaza (fosforilarea fructozei)
F6P	fructozo-6-fosfat, fructoza fosforilată în poziția 6
GAE	echivalenți de acid galic
GES	gaze cu efect de seră
G6P	glucozo-6-fosfat, glucoza fosforilată în poziția 6
HK	enzima hexokinaza (fosforilarea glucozei)
HT	transportor de hexoză
IȘPHTA	Institutul Științifico-Practic de Horticultură și Tehnologii Alimentare
LVCPA	Laboratorul Verificarea Calității Produselor Alimentare, IȘPHTA
NAD	nicotinamid-dehidrogenază (enzimă)
NADP	nicotinamid-dinucleotidfosfat (enzimă)
NADP-ME	enzimele malice dependente de NADP
OAA	oxalacetat
ODD	obiective de dezvoltare durabilă
PA	proantocianidinele
PEP	fosfoenolpiruvatul
PEPc	fosfoenolpiruvat carboxilază
SDH	sorbitol-dehidrogenază
SE-CC	complexul format între elementul sită și celula însoțitoare
SOT	transportor de sorbitolul
SUSY	enzima zaharozosintază
SUT	transportor de zaharoză
TCA	ciclul acidului tricarboxilic sau ciclul Krebs
ZÎD	timpul (zile după fenofaza înflorirea deplină)

INTRODUCERE

„Omul este ceea ce mănâncă.”

Ludwig Feuerbach

Creșterea și dezvoltarea continuă a populației necondiționat acționează asupra producerii alimentelor și a industriei alimentare per general. Generarea deșeurilor și gestionarea eficientă a acestora constituie o problemă incontestabilă a lumii moderne. Adăugarea componentelor naturale cu proprietăți funcționale în noile formule alimentare conferă una dintre principalele provocări cu care este chemată să le facă față industria alimentară contemporană. Noile directive UE, în privința atingerii obiectivelor dezvoltării durabile, și transformarea globală către modele de economie circulară presează, de asemenea, sectorul agroindustrial să adopte abordări „de la leagăn la leagăn” pentru subprodusele și fluxurile lor de deșeuri (Alexandri et al., 2022).

Politicile abordate au cultivat și au crescut conștientizarea societății față de mediul înconjurător, totodată, creând o tendință pentru un stil de viață mai sănătos și mai durabil. Noua realitate și necesitățile consumatorilor au impus industria alimentară modernă să se conformeze și să dezvolte proiecte eficiente de gestionare a deșeurilor vegetale. Actualmente, mulți cercetători își focusează atenția către componentele de valoare din deșeurile de origine vegetală, ce pot fi recuperate, în special din fructe și legume, și incluși înapoi în lanțul de producere a unor alimente noi sănătoase, ecologice și durabile (Rifna et al., 2021; Carrillo et al., 2022; Chamorro et al., 2022).

Actualitatea și importanța temei abordate. Insuficiența surselor de aciditate naturale folosite în industria alimentară, în special la conservarea fructelor și legumelor, și interesul tot mai mare a consumatorilor pentru alimente cât mai sănătoase, impune oamenii de știință să găsească posibilitățile de substituie a acizilor organici sintetici din rețetele de producere. O modalitate sigură și avantajoasă ar fi valorificarea compușilor naturali din merele imature, obținute în urma răritului sau a căderilor fiziologice.

În țara noastră mărul este specia pomicolă predominantă, căruia îi revine 60 – 70 % din producția de fructe și un loc important în export, potrivit BNS. Pomii de măr produc în mod natural un exces de fructe care afectează negativ valoarea comercială a acestora, pot duce la ruperea ramurilor, epuizarea rezervelor copacului și scăderea recoltei în anul următor (Dennis, 2000). La faza timpurie de coacere, în zilele 40 - 45 de la fenofaza înflorirea deplină a pomilor, au loc căderile fiziologice a fructelor nedevelopate, iar în zilele 50 - 65 se efectuează răritul (Peșteanu et al., 2017). Răritul reprezintă o operațiune agricolă care permite reglarea încărcăturii de rod pe pom cu scopul echilibrării cantității de fructe rămase pe copac cu suprafața frunzelor care oferă energia pentru creștere și coacere. Totodată, această practică este necesară pentru a minimiza concurența de asimilări între fructe și pentru a produce o cultură de mărime și calitate comercializabile (Davis et

al., 2004; Assirelli et al., 2018). Astfel, în plantații se înlătură cca 25 - 30 % din roada preconizată, în special în anii cu umiditate insuficientă a solului (Yuan et al., 2007; Dou et al., 2015; Chen et al., 2015). De asemenea, căderile fiziologice mai pot apărea în timpul celor 2 săptămâni înainte de recoltare și se crede că acest fenomen este legat de scăderea luminii incidente și de temperaturile mai răcoroase la sfârșitul sezonului (Lakso et al., 1998).

Volumele semnificative de mere imature rărite nu sunt valorificate în scop alimentar. Ca de regulă, acestea se lasă în livezi pe pământ drept deșeu, reprezentând surse de poluare a mediului ce nu pot fi neglijate (Crucirescu, 2020a; 2022d).

Conform studiului literaturii de specialitate, merele imature conțin cantități impunătoare de substanțe valoroase, cum ar fi acizi organici, glucide, substanțe fenolice, minerale, etc (Silva et al., 2018; 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 (Bizjac et al., 2013; Alberti et al., 2016; Bandic et al., 2019). Acidul malic este predominant și constituie până la 90 % din conținutul total de acizi din mere (Bandic et al., 2019; Jiaxiu et al., 2020).

Analiza surselor bibliografice și a documentației normative (OMAIA153/2010) denotă că rețetele de conservare (în special a fructelor și legumelor) conțin ca sursă de aciditate acid acetic (alimentar, sintetic alimentar, glacial), acid citric, lactic, fumaric sau oțet, obținut din acid acetic sintetic alimentar (esență). Acizii organici utilizați sunt de proveniență chimică, fapt ce nu este agreat de consumatorii care solicită produse ecologice și sănătoase, în special persoanele cu afecțiuni ale sănătății. Rapoartele recurente de intoxicație alimentară (datorită utilizării conservanților chimici), au condus la căutarea unor conservanți siguri și eficienți, în mare parte de origine vegetală (Anyasi et al., 2017). Actualmente se discută pe larg problemele referitoare la aditivii alimentari din punct de vedere al managementului chimic și al calității (Fiorino et al., 2019). Mulți producători din Uniunea Europeană, SUA, Federația Rusă, se orientează spre utilizarea acizilor organici de proveniență naturală (verjuice, fructe și suc concentrat din corcodușe, acidifiant din struguri), cu scopul fabricării unor produse sănătoase, ecologice și cu o valoare nutritivă înaltă (Trojan et al., 2002; Golubi, 2019; Nilgun et al., 2019).

Motivația alegerii subiectului. Alimentația sănătoasă devine tot mai populară și necesară la nivel mondial. Multe persoane nu pot consuma produsele alimentare preparate (produse de cofetărie, patiserie) sau conservate (produse de legume și fructe) conform rețetelor de producere clasice, din cauza aditivilor alimentari sintetici, în special persoanele cu probleme ale tractului gastrointestinal, provocând daune sănătății.

Actualmente crește necesitatea de a substitui aditivii alimentari sintetici cu compuși naturali, proveniți din surse naturale de origine vegetală, stabili și siguri pentru consumul uman.

Încercările experimentale la nivel de laborator demonstrează că valorificarea merelor imature dă posibilitatea obținerii unei surse de acizi organici naturali, având și alte substanțe nutritive valoroase, care a fost numit acidifiant din mere, cu ulterioara aplicare a acestuia în producerea alimentelor conservate din fructe și legume (Crucirescu, 2019; 2023a; 2023b).

Valorificarea merelor imature, de asemenea, încurajează promovarea tranziției către sisteme alimentare durabile, în principal dezvoltarea de produse cu impact zero asupra mediului și creșterea accesului la alimente nutritive, accesibile, sănătoase și durabile.

Ipoteza științifică, scopul și obiectivele cercetării tezei. Ținând cont de cele relatate, pentru contribuția în soluționarea problemelor actuale a fost formulată **ipoteza 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.

În baza celor expuse, au fost efectuate cercetări științifice în vederea acumulării cunoștințelor despre merele imature (proprietățile fizico-chimice și organoleptice, majorarea randamentului de extracție a sucului); obținerea mostrelor experimentale de acidifianți din mere cu studierea acestora și aplicarea lor la fabricarea produselor conservate din fructe și legume; determinarea indicatorilor de calitate ale tuturor alimentelor elaborate.

Lucrarea dată are drept **scop** 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 enzimatice, 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 calitativă și cantitativă a acizilor organici; electroforeza capilară (CE) la determinarea glucidelor; testul cu radicalul liber DPPH a fost aplicat pentru stabilirea activității antioxidante; metoda UV/Vis la calcularea conținutului 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 de analiză. Totodată, în studiul dat au fost folosite metode de prelucrare statistică a datelor experimentale 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 următoarele 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 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 acidifianților din mere;

- a fost argumentat teoretic și experimental posibilitatea și necesitatea substituirii acizilor acetic și citric, din rețetele tradiționale de conservare ale 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: Cercetările științifice, efectuate în cadrul tezei de doctorat, au fost finalizate cu următoarele constatări aplicative:

- 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 cca 0,9 - 3,1 %, în comparație cu produsele analoge fabricate conform rețetelor clasice.

Aprobarea rezultatelor științifice. 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», Kirov, 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.

Cele mai importante rezultate ale cercetărilor au fost publicate în revista națională de categoria B+ „Journal of Engineering Science”, UTM, Chișinău (2021; 2023) și revista internațională „Scientific Study & Research – Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry” cu articolul indexat și rezumat în Thompson Reuters – Web of Science Core Collection – ESCI, „Vasile Alecsandri” University of Bacău, România (2023).

De asemenea, rezultatele cercetărilor au fost prezentate și discutate în rapoartele proiectului internațional „Use of apple acidifier in preserving fruit and vegetables” (martie 2022 – februarie 2023) susținut de FMS „National Scholarship Programme of the World Federation of Scientists” cu sediul în Geneva, Elveția.

Munca depusă pe durata studiilor și cercetărilor a fost apreciată de către Guvernul Republicii Moldova prin aprobarea Bursei de Excelență a Guvernului pentru studenții-doctoranzi pentru anul 2021 – 2022.

Totodată, a fost inițiată procedura de elaborare a standardului moldovean (2022).

Publicații la tema tezei. Rezultatele cercetării și problemele abordate în teză au fost publicate în 16 lucrări științifice, inclusiv 3 articole științifice de monoautor cu recenzenti, 2 brevete de invenție, 9 articole în culegeri și 2 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.

Introducerea evidențiază actualitatea și importanța temei abordate, motivația alegerii subiectului de cercetare, scopul și obiectivele formulate ale cercetării, ipoteza de cercetare, sinteza metodologiei de cercetare, importanța teoretică și inovația științifică, valoarea aplicativă a rezultatelor obținute și sumarul capitolelor tezei.

Capitolul 1, **Acidifiianții utilizați în industria alimentară și modificările biochimice în mere pe parcursul dezvoltării**, include expunerea stadiului actual de cunoaștere privind acidifiianții utilizați din industria alimentară, inclusiv surse de aciditate naturale aplicate în produsele alimentare la nivel experimental; descrierea detaliată a metabolismului acizilor organici, glucidelor, aminoacizilor, a compușilor polifenolici, mineralelor și activității antioxidante în mere

pe parcursul creșterii și dezvoltării; valoarea nutritivă a sucului de mere, fiind cel mai apropiat produs analog, și beneficiile consumului de măr asupra sănătății omului.

Capitolul 2, **Materiale și metode de cercetare**, descrie materiile prime, secundare și auxiliare pentru cercetare; reactivi, aparate și instalații utilizate în studiu; metode de determinare a indicatorilor de calitate și metode originale aplicate atât asupra materiilor prime analizate, cât și a produselor elaborate (acidifianți și produse conservate fabricate cu utilizarea acestuia); metode tehnologice de cercetare; metode de prelucrarea statistică a rezultatelor experimentale și de modelare matematică.

Capitolul 3, **Cercetarea influenței parametrilor merelor imature asupra calității acidifiantului natural**, cuprinde evoluția indicatorilor de calitate în merele de soiurile stabilite pe parcursul dezvoltării (conținutul de substanțe uscate hidrosolubile, aciditatea titrabilă, glucidele, pH-ul, indicele zahăr/aciditate) și evaluarea organoleptică a acestora; randamentul sucului extras din merele imature cu sau fără tratare termică și/sau enzimatică înainte de presare a masei mărunțite; studierea influenței acidității titrabile, substanțelor uscate hidrosolubile, zahărului total și a pH-ului, dar și a tratării prealabile, asupra randamentului sucului din merele imature; calcularea și argumentarea experimentală a regimului optimizat de pasteurizare al acidifiantului din mere.

Capitolul 4, **Elaborarea tehnologiei de fabricare a acidifiantului din mere, implementarea acestuia în obținerea fructelor și legumelor conservate și studierea calității produselor elaborate**, stabilește aspectele tehnologice privind elaborarea fluxului de obținere al acidifiantului din mere și a produselor conservate de fructe și legume cu utilizarea acestuia (în condiții de laborator), determinarea conținutului de acizii malic, citric, succinic, acetic, lactic și tartric; cantităților de fructoză, glucoză și zaharoză; conținutului total de polifenoli și activitatea antioxidantă în acidifianții din mere; totodată, stabilirea indicatorilor de calitate și a termenului de păstrare ai acestora. Sunt elaborate tehnologii și produse alimentare cu aplicarea acidifiantului din mere (conserve de fructe și legume); argumentată calitatea și stabilitatea microbiologică ale acestor produse; efectuat studiul de fezabilitate al fabricării acidifiantului și a unor alimente elaborate.

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

1 ACIDIFIANTII UTILIZAȚI ÎN INDUSTRIA ALIMENTARĂ ȘI MODIFICĂRILE BIOCHIMICE ÎN MERE PE PARCURSUL DEZVOLTĂRII

„Un măr pe zi ține medicul la distanță”

Benjamin Franklin

1.1 Stadiul actual de cunoaștere privind surse de aciditate utilizate în industria alimentară

În industria alimentară în calitate de surse de aciditate se folosesc acidifianții, care reprezintă substanțe ce măresc aciditatea unui produs alimentar și/sau îi conferă un gust acru, conform Regulamentului sanitar privind aditivii alimentari (HG 229, 2013). Totodată, aceștea influențează asupra gustului, aromei (intensificând anumite nuanțe de gust sau mascând unele arome) și culorii unor produse alimentare, în special, preparate din carne (utilizându-se în amestecuri de sărare împreună cu clorură de sodiu, nitriți și nitrați) (Banu et al., 2007). De asemenea, acidifianții au un efect antioxidant, antimicrobial, conservant, cu impact funcțional asupra ameliorării compoziției și texturii produselor (Aljahani et al., 2020; Coban et al., 2020).

1.1.1 Acizii organici utilizați în industria alimentară

Acizi organici sunt utilizați pe scară largă în industria alimentară. Folosirea lor împreună cu îndulcitorii permite obținerea gustului dulce-acrișor la producerea marmeladelor, jeleurilor, bomboanelor cu consistență tare, înghețatelor, băuturilor răcoritoare, etc. Cei mai utilizați acizi organici în industria alimentară sunt acizii acetic, lactic, citric, malic și tartric.

Acidul acetic (E 260) – $C_2H_4O_2$, reprezintă un lichid incolor cu miros caracteristic înțepător, obținut prin oxidarea etanolului sau acetaldehidei (fermentarea acetică), dar poate fi obținut și prin sinteză. Oțetul alimentar conține 3 - 5 % de acid acetic, iar esența de oțet din comerț 70 - 80 %. Acesta posedă rolul de acidifiant și conservant, cu acțiune antimicrobiană prin scăderea valorii pH a mediului. Se folosește la producerea brânzeturilor, a conservelor din fructe și legume și a unor sortimente de pâine. Doza zilnică admisibilă pentru om este 15 mg/kgcorp (Oranescu et al., 2008).

Acidul lactic (E 270) – $C_3H_6O_3$, reprezintă un lichid vâcos, practic inodor, incolor sau cu o nuanță gălbuie. Se obține prin fermentația lactică a zaharurilor din cereale sau lactate sub acțiunea bacteriilor lactice. Se folosește la corectarea pH-ului acidității în vinuri și must, se include în preparate din fructe și legume (conserve), băuturi nealcoolice și bere, pâine, paste proaspete,

uleiuri și grăsimi, în cantități prevăzute de procesul tehnologic (q.s.), în nectare – 5 g/L. Are efect acidifiant și conservant (Indrid et al., 1988; Rice et al., 2006).

Acidul citric (E 330) – $C_6H_8O_7$, reprezintă cristale albe sau incolore, inodore cu gust puternic acid. Este unul dintre cei mai răspândiți acizi în natură, aflându-se în țesuturile și sucurile vegetale, în special în citrice, pomușoare și altele; și cel mai utilizat acidifiant din industria alimentară. Se obține din sucul de lămâie, care conține cca 5 - 7 % de acid citric sau prin fermentare citrică a glucozei sau a melasei cu bacterii sau mucegaiuri. Se folosește pentru îmbunătățirea gustului (la producerea brânzeturilor), corectarea acidității (băuturi răcoritoare, sucuri din fructe și legume, în vinificație, cofetărie și patiserie). De asemenea, are rolul de antioxidant la prepararea ciocolatei și la conservarea fructelor prin congelare. Datorită toxicității sale scăzute, acidul citric este foarte întrebător la nivel global de utilizare ca agent antimicrobian, conservant, regulator al pH-ului, etc (Mattey et al., 1999; Vargas et al., 2016).

Acidul malic (E 296) – $C_4H_6O_5$, reprezintă cristale incolore, inodore sau sub formă de pulbere cu gust plăcut. Se găsește din abundență în sucurile multor plante, dar în mod special în fructe de pădure și mere. Pentru scopuri industriale este obținut prin sinteză. Se utilizează ca acidifiant în sucuri de fructe în cantitate de 3 g/L; în conserve din legume și fructe și în alte produse alimentare – conform instrucțiunilor tehnologice. 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).

Acidul tartric (E 334) – $C_4H_6O_6$, reprezintă cristale incolore transparente sau ca o masă solidă cristalină, incoloră sau translucidă, sau ca o pulbere cristalină de culoare alba, inodoră, cu gust acru. Acesta poate fi găsit în diverse plante și fructe, în special struguri. În industria alimentară este utilizat în calitate de regulator al pH-ului, amplificator al gustului, antioxidant și conservant. Se utilizează ca acidifiant în sucurile de fructe, gemuri și jeleuri, panificație (fiind inclus în compoziția sărurilor de afânare). Poate fi adăugat în must pentru corectarea acidității totale în doze maxime de 1,5 g/L. De asemenea, el are un efect antimicrobial (Tamblyn et al., 1997; Koyuncu et al., 2013).

1.1.2 Surse de aciditate naturale aplicate în alimente la nivel experimental

Actualmente, datorită cererii consumatorilor, sunt preferate produsele naturale, ce țin cont de conservarea alimentelor și siguranța acestora. Analizând literatura de specialitate și documentația normativă în vigoare (Yastrebov, 1980; Banu et al., 2009; OMAIA 153/2010), cu regret, concluzionăm faptul că în industria alimentară nu sunt cunoscuți suficienți acidifianți naturali. Spre exemplu, la conservarea fructelor și legumelor se folosesc monoacizi sintetici, în

majoritatea cazurilor. Metodele industriale care au fost utilizate pentru o perioadă lungă de timp au avut un impact negativ asupra proprietăților organoleptice ale alimentelor și a sănătății umane.

Totuși, sunt cunoscute unele surse de aciditate naturale aplicate. La nivel experimental, în produsele alimentare au fost implementate astfel de acidifianți naturali ca verjuice, fructe și suc concentrat de corcodușe, acidifiant din struguri specie *Vitis labrusca* L. Descrierea acestora este prezentată în continuare.

Verjuice reprezintă sucul nefermentat din boabe de struguri imature (necoapte), obținuți în urma răritului la începutul pârului. Acest produs are o istorie lungă de utilizare, însă fabricarea lui nu are loc prin metode standardizate și nici nu are un standard recunoscut. Strugurii materie-primă recoltați pentru obținerea verjuicului trebuie să aibă valori ale acidității titrabile cuprinse între 20 - 25 g/L (exprimată în g/L H₂SO₄) și conținut de zaharuri 30 - 40 g/L (Ojeda et al., 2007). Produsul obținut posedă următorii indici: pH-ul variază între 2,6 și 2,9; substanțele solide hidrosolubile – între 3,8 și 9,9 (°Brix), iar aciditatea titrabilă – de la 17,4 la 40,5 (g/L) (Dupas de Matos et al., 2017). Sucul se caracterizează printr-o aromă unică, gust acru, aciditate ridicată și conținut scăzut de zahăr (Freixa et al., 2008; Hayoglu et al., 2009).

Verjuice este consumat în special în regiunile mediteraneene și în regiunile de sud-est ale Turciei, pentru ameliorarea aromei bucatelor tradiționale, dar și în calitate de ingredient pentru diverse băuturi și sosuri de muștar (Hayoglu et al., 2009). Sucul a fost recomandat ca băutură digestivă (Setorki et al., 2010) și este indicat în medicina tradițională iraniană, având unele efecte de scădere a conținutului lipidelor din organism (Zibae-Nezhad et al., 2012). Recent, acest produs a avut un interes sporit în țările occidentale și în prezent este redescoperit ca condiment aromatizant, în special, în Australia, Statele Unite și Canada. Totodată, poate fi folosit ca alternativă oțetului și sucului de lămâie în calitate de sursă de aciditate și aromatizare pentru mai multe bucate, salate și aperitive (Setorki et al., 2010). Evaluarea senzorială a salatelor și castraveților conservați cu adăugarea verjuice ca nou agent de acidifiere a prezentat rezultate pozitive și benefice (Dupas de Matos et al., 2017; Dupas de Matos, 2019).

Totuși, acest produs are și un dezavantaj – ca efect secundar, în gustul și aroma produsului finit persistă nuanța erbacee, iar la unele soiuri chiar și o nuanță de amărăciune.

Fructe și suc concentrat din corcodușe sunt utilizate pentru conservarea legumelor în calitate de substituent al acidului acetic. Fructele recoltate posedă un conținut de 10,8 - 17,9 % substanțe uscate hidrosolubile, formate din 5,5 - 9,6 % glucide, 1,8 - 3,1 % acizi organici, 0,9 % pectină, 0,2 % fibre alimentare, 0,5 % celuloză. Sucul concentrat din corcodușe posedă un conținut de 67,6 % substanțe uscate hidrosolubile ce includ: 47,5 % glucide, 6,2 % acizi organici, 6 mg-% vitamină C și 40 mg-% catehine (Trojan et al., 2002; Golubi et al., 2019).

Dezavantajul acestor produse reprezintă procesul anevoios și costisitor de recoltare a materiei prime, volumul modest în sezon de producere, consumul mare de energie a procedurii de obținere, indici organoleptici cu nuanță intensă de acid malic și varietate limitată de alimente unde pot fi aplicate ca sursă de aciditate.

Acidifiantul din struguri reprezintă suc nefermentat din boabe de struguri imature, aflate în faza timpurie de dezvoltare, în special, de specia *Vitis labrusca* L, obținuți în urma răritului. Acidifiantul este un produs natural care poate fi utilizat în calitate de sursă de aciditate pentru fabricarea diverselor alimente (ex.: sucuri, pireuri, băuturi, conserve, etc.), înlocuind acidifianții monocompnenți și cei de origine chimică. Perioada optimă de recoltare a strugurilor imature pentru obținerea acidifiantului constituie faza la care conținutul de substanțe uscate hidrosolubile atinge valorile 10,0 - 14,0 °Brix; iar aciditatea titrabilă, recalculată la acidul tartric, are valori cuprinse între 12,0 g/L și 25,0 g/L (Iorga et al., 2014). Parametrii fizico-chimici ai acidifiantului constituie în mediu următoarele valori: conținutul de acizi organici 14,8 - 16,0 g/L, conținutul total de glucide 11,0 - 12,55 g/100g suc; valorile pH de 2,8 - 3,2. Datorită valorilor scăzute ale pH-ului, a fost constatat că produsul elaborat poate fi tratat la un regim leger termic, ce constituie temperatura de 60 °C pe o durată de 20 min (Golubi, 2019; Golubi et al., 2019).

Acidifiantul din struguri a fost utilizat ca substituent al acizilor acetic și citric la conservarea unor fructe și legume la nivel experimental, cum ar fi dulceață de nuci verzi, compot din cireșe, piureu din piersici, tomate conservate și ardei dulci conservați. În urma evaluării organoleptice, comisia de degustare a apreciat pozitiv aceste produse (Golubi, 2019).

Răcirea, după tratarea termică a acidifiantului din struguri, provoacă sedimentarea sărurilor tartrice. Eliminarea acestora necesită un consum mare de energie și timp, dar și cheltuieli materiale impunătoare în procesul de producție, ceea ce reprezintă un dezavantaj semnificativ pentru obținerea produsului elaborat.

1.2 Beneficiile consumului merelor asupra sănătății omului

Oamenii de știință au un interes sporit față de mere din mai multe motive. Pe lângă faptul că sunt accesibile, ieftine, cu o diversificare bogată a soiurilor, acestea au o valoare nutritivă ridicată și conțin o mare varietate de componente bioactive. Merele sunt sărace în grăsimi și bogate în carbohidrați, fructoza fiind zahărul predominant. Ele sunt, de asemenea, o sursă bogată de vitamine (în principal C și E), minerale (potasiu și magneziu), triterpenoide, cum ar fi acidul ursolic, fibre (solubile și insolubile) și polifenoli (Koutsos et al., 2015; Cosme et al., 2020; Daccache et al., 2020; Geleta et al., 2023). Consumul regulat de mere, ca parte a unei diete

sănătoase, poate ajuta la prevenirea bolilor cronice și la menținerea sănătății (Boyer et al., 2004; Kumar et al., 2010; Chen et al., 2022; Zhao et al., 2022).

Un aport ridicat de alimente derivate din plante, cum ar fi fructele, legumele și cerealele integrale, pot avea un efect de prevenire contra bolilor cardiovasculare (Woodside et al., 2013; Wang et al., 2014). Mecanismele nu sunt în întregime clare, dar polifenolii și fibrele vegetale sunt considerați principalii mediatori. Studiile epidemiologice susțin opinia că consumul frecvent de mere este asociat cu un risc redus de patologii cronice precum boli cardiovasculare, cancere specifice și diabet, în special diabet tip 2 (Song et al., 2005; Mink et al., 2007; Chun et al., 2008). Datele din studiile de intervenție asupra oamenilor și animalelor sugerează că aportul de mere poate afecta pozitiv metabolismul lipidelor (Barth et al., 2012; Chai et al., 2012; Ravn-Haren et al., 2013) managementul masei corporale (Oliveira et al., 2003), funcția vasculară (Bondonno et al., 2012; Gasper et al., 2014) și inflamația (Castagnini et al., 2009; Setorki et al., 2009; Sanchez et al., 2011; Femia et al., 2012). Merele sunt o sursă bogată de polifenoli și fibre. Principalele clase de polifenoli în ordine crescătoare sunt: dihidrochalconele, flavonolii, hidroxicinamații și flavanolii (catechina și proantocianidinele (PA)) (Vrhovsek et al., 2004). Polifenolii ușor absorbiți, cum ar fi monomerii flavanolici, pot fi responsabili pentru unele dintre efectele asupra sănătății. Cu toate acestea, moleculele de polifenoli mai mari, cum ar fi PA, o clasă majoră de polifenoli din mere, împreună cu pectina, principala fibră solubilă și alte componente ale peretelui celular, ajung în colon și suferă o bioconversie extinsă de către microbiota din colon producătoare de metaboliți care pot avea efecte locale intestinale în timpul digestiei și efecte sistemice după absorbție. Polifenolii și fibrele din mere pot, de asemenea, modifica benefic compoziția și activitatea microbiotei intestinale (Sembries et al., 2006; Licht et al., 2010; Shinohara et al., 2010). Microbiota intestinală poate servi ca o țintă potențială nouă pentru prevenirea bolilor cardiovasculare (Tang et al., 2014).

O dietă bogată în fructe și legume poate ajuta la protejarea împotriva cataractei, bolii Alzheimer și, chiar, a astmului (Woods et al., 2003; Willett, 2003). Studiile efectuate pe un grup de bărbați din mai multe țări au demonstrat un efect benefic al consumului de mere asupra funcției pulmonare și a bolii pulmonare obstructive cronice. De asemenea, au fost luați în considerare unii factori de confuzie precum fumatul, indicele de masă corporală, clasa socială și exercițiile fizice (Butland et al., 2000; Tabak et al., 2001).

Pe lângă bolile cronice, merele pot fi folosite pentru prevenirea și combaterea altor boli răspândite în lume. De exemplu, a fost descoperit că extractele din mere imature au inhibat efectiv activitățile enzimatice ale toxinei holerice (Saito et al., 2002), iar ursolatul de metil, obținut dintr-un extract brut derivat chimic de cojile de mere, au avut efecte antiinflamatoare în tratarea artritei

reumatoide (artrita experimentală) (Padua et al., 2014). Totodată, a fost constatat faptul că consumul de suc de mere este la fel de eficient în creșterea absorbției fierului în timpul mesei ca și sucul de portocale la copii, astfel sugerând că ar putea fi un instrument util în prevenirea deficienței de fier și a anemiei (Shah et al., 2003).

Activitatea antioxidantă puternică a merelor poate ajuta la prevenirea oxidării lipidelor și ADN-ului (Ortiz et al., 2004). Consumul de aceste fructe au scăzut semnificativ oxidarea lipidelor atât la oameni, cât și la șobolani și au scăzut colesterolul la om (Aprikian et al., 2001, Leontowicz et al., 2002). Prin tratarea celulelor canceroase cu extracte de mere imature rărite a fost demonstrat inhibarea proliferativă a celulelor *in vitro*, ceea ce poate contribui la asocierea consumului de mere cu scăderea riscului de cancer (Goodman et al., 2018; Singh et al., 2019). Toate aceste efecte pot fi atribuite atât substanțelor fenolice, cât și fibrelor alimentare găsite în mere.

Consumul regulat de mere, ca parte a unei diete sănătoase, poate ajuta la prevenirea bolilor cronice și la menținerea sănătății. Informațiile menționate susțin consumul regulat de mere ca instrument eficient în gestionarea diverselor maladii.

1.3 Dinamica acumulării și transformării principalilor compuși biochimici în mere pe parcursul dezvoltării

Potrivit datelor USAD National Nutrient Database for Standard Reference, merele mature sunt compuse în principal din aproximativ 85 % apă, 12 - 14 % carbohidrați, 0,30 - 1 % acid organic, 0,30 % proteine și mai puțin de 0,10 % lipide, minerale și vitamine (tab. A1.1). Variația compoziției biochimice depinde în special de soi și gradul de coacere, precum și de condițiile agronomice și climaterice. În plus, compoziția solului poate avea un impact mare asupra calității și compoziției fructelor.

Obținerea unei calități comerciale optime a mărului poate fi atinsă în cazul când fructele de pe pom au capacitatea de a crește în dimensiune, în special la faza timpurie de coacere, precum și de a acumula zaharuri, acizi organici și alți metaboliți importanți pentru consumatori. Mărul parcurge câteva etape de dezvoltare din punct de vedere fiziologic: diviziunea celulară, expansiunea celulară (care se suprapune parțial cu diviziunea celulară și continuu până la momentul recoltării), maturarea și maturitatea (coacerea) fructelor. Fazele acestea au o importanță majoră, reprezentând etape în care fructul suferă modificări structurale și biochimice, transformându-se dintr-un fruct necopt și nedevelopat într-unul nutritiv și de înaltă calitate (Janssen et al., 2008; Eccher et al., 2014; Farinati et al., 2017).

Fructele de mere imature (necoapte) conțin compuși bioactivi, cum ar fi polifenoli, acizi organici, monozaharide și amidon (Wei et al., 2021). Totodată, a fost raportat că acestea conțin o

cantitate mai mare de antioxidanți și substanțe fenolice, decât merele ajunse la stadiul de coacere (Zheng et al., 2014; Soare et al., 2017; Wojdylo et al., 2020).

1.3.1 Metabolismul principalelor glucide

Zaharurile solubile, inclusiv zaharoza, fructoza și glucoza (figura 1.1), sunt esențiale nu doar pentru creșterea și dezvoltarea fructelor, ci și pentru calitatea lor. Gustul și aroma fructelor sunt strâns legate de compoziția și concentrația zaharurilor, dar și de raportul acestora cu acizii organici (Yamaki, 1984; Colaric et al., 2005).

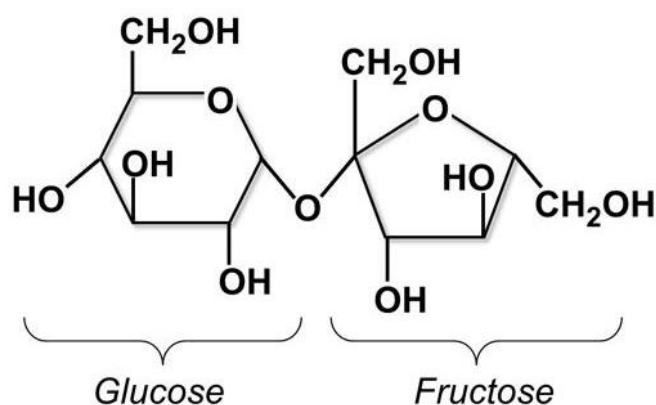


Fig. 1.1. Structura zaharozei: o diglucidă, formată dintr-un rest de α -D-glucopiranoză (Glucoză) și un rest de β -D-fructofuranoză (Fructoză), unite prin legătură 1-2 glicozidică (BioLibreTexts)

Compoziția și concentrația zaharurilor unui fruct matur sunt determinate de procesele metabolice și de transportul metaboliților în timpul dezvoltării acestuia. Deaceea cunoașterea și reglarea acestor procese sunt importante pentru îmbunătățirea calității fructelor și posibilitatea valorificării fructelor rărite sau căzute fiziologic.

Zaharurile sunt esențiale în faza timpurie de dezvoltare ale mărului, deoarece furnizează energia necesară fructelor pentru a suporta diviziunea celulară și expansiunea ulterioară a celulelor. Diviziunea celulară la mere durează o perioadă scurtă de timp și finalizează la 3 - 4 săptămâni după polenizare (Denne, 1980). Așadar atunci în mezofila frunzelor se formează carbohidrații sorbitol și zaharoza, care mai apoi sunt translocați în fructele imature, încă necoapte și nedevelopate.

Paralel cu procesul fotosintezei în frunze, la primele etape de dezvoltare are loc și fotosinteza în fructele tinere, care dispun de un sistem fotosintetic cu cloroplaste active. Deși conținutul de clorofilă scade treptat pe măsura dezvoltării mărului, acești pigmenți pot accepta energie luminoasă pentru acest proces. Există două surse majore potențiale de CO_2 disponibile

pentru procesul fotosintetic în fructe: CO_2 -atmosferic și CO_2 obținut din respirația mitocondrială, pe care fructele de măr îl pot acumula până la 8 %. Acest CO_2 este (re)fixat într-un malat- CO_2 navetă de către fosfoenolpiruvat-carboxilază (PEPc) (Blanke et al., 1989). Ecuația generală a fotosintezei poate fi scrisă în felul următor:



Fotoasimilații trec de la arborele-mamă la țesuturile fructifere prin apoplast (Zhang et al. 2004). Mișcarea ambelor tipuri de zahăr este simplă și pasivă, trecând calea simplasmică, și are loc printr-un complex (SE-CC) format între elementul sită și celulă însoțitoare (fig. 1.2) (Reidel et al., 2009; Li et al., 2018). Totuși, intrarea în parenchimul celular ale acestora are loc și pe calea apoplasmatică datorită transportorilor specifici sorbitolului (SOT) și zaharozei (SUT) localizați pe membrana plasmatică (Zhang et al., 2004; Fan et al., 2009).

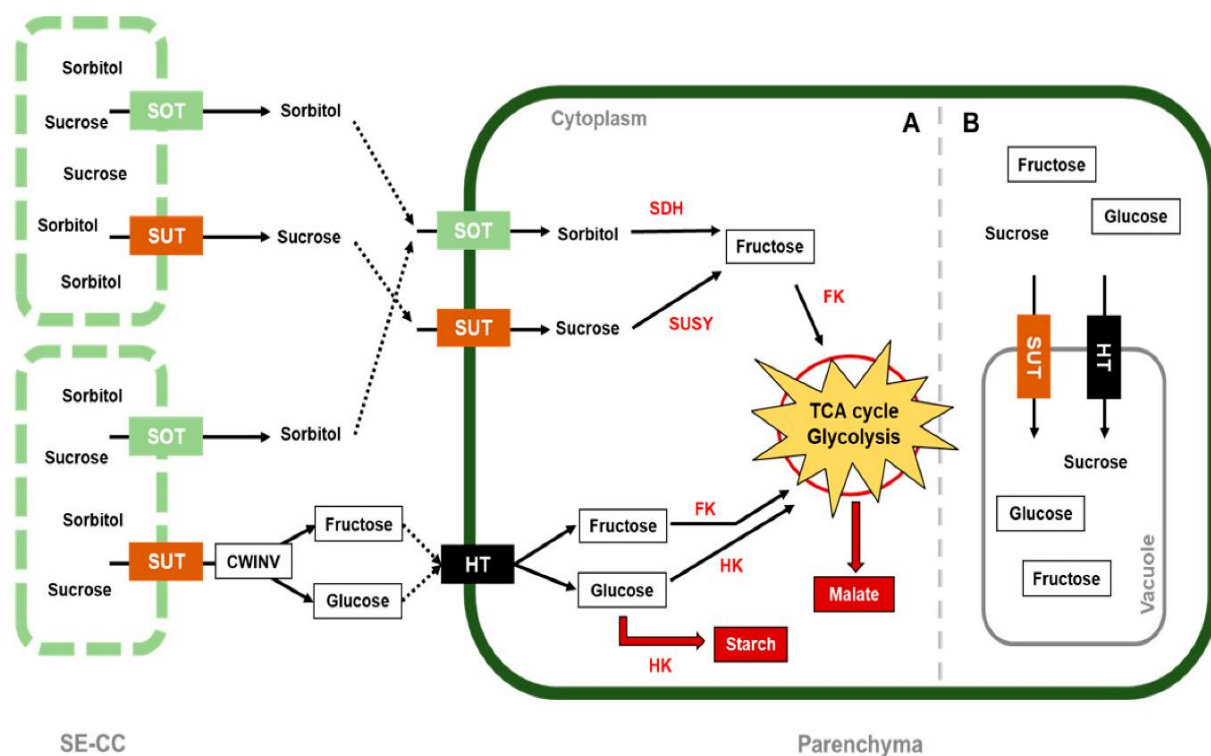


Fig. 1.2. Metabolismul zahărului în măr. SE-CC – complexul element sită-celulă însoțitoare; transportatorii de zahăr: SOT – transportor de sorbitol; SUT – transportor de zaharoză; HT – transportor de hexoză; enzimele: CWINV – invertaza peretelui celular; SDH – sorbitol-dehidrogenază; SUSY – zaharozo-sintază; FK – fructokinaza; HK – hexokinaza; divizarea celulei: A – metabolismul ridicat al zahărului în citoplasmă; B – metabolismul scăzut al zahărului în vacuolă (Tijero et al., 2021)

Cercetările efectuate asupra merelor imature și a altor fructe din familia *Rosaceae* au demonstrat că sorbitolul, carbohidratul majoritar transportat (Yamaki et al., 1992; Lee, 2015;

Vimolmangkang et al., 2016), este transformat în fructoză de către sorbitol-dehidrogenază (SDH). Aceasta satisface cerințele energetice pentru diviziunea celulară (Park et al., 2002).

Conversia zaharozei în fructoză și glucoză este reglată de enzima zaharoză-sintază (SUSY), localizată în citoplasmă, și invertaza peretelui celular (CWINV), situată în spațiul liber a peretelui celular. Apoi transportorii de hexoză (HT) transferă produsele conversiei în citosol (Zhang et al., 2004). Ca urmare, fructoza este fosforilată de fructokinază (FK), iar glucoza de hexokinază (HK). Produsele obținute în urma acestui proces sunt metabolizate rapid, deoarece fructozo-6-fosfat (F6P) intră în ciclul glicolizei, ce are loc în citoplasmă (fig. 1.3), și a ciclului acidului tricarboxilic (TCA sau ciclul Krebs), ce apare în mitocondrii (Ryan et al., 2020), pentru a produce energie; în timp ce glucozo-6-fosfat (G6P) este folosită ulterior la sinteza amidonului pentru depozitare (Li et al., 2012). Acumularea de G6P este scăzută în timpul dezvoltării mărului. A fost constatat că transportoarele transmembranare G6P localizate la membrana plastidei au o activitate ridicată la cca 40 - 45 zile de la fenofaza înflorirea deplină (ZÎD), astfel atragând G6P din citosol în plastide, unde are loc sinteza și acumularea amidonului (Brookfield et al., 1994; Li et al., 2016). De asemenea, gucidele nemetabolizate cum ar fi fructoza, glucoza și zaharoza, sunt transportate de către unii transportatori de tonoplaste în spațiul vacuolului, apoi în vacuolele celulare (Fan et al., 2009; Peng et al., 2020).

În același timp, citoplasma are două locații de metabolizare a zahărului (figura 1.2): în citosol (A), unde are loc metabolismul ridicat al zahărului, care produce energie; amidon, pentru depozitare; și malat, utilizat pentru (re)fixarea CO₂-mitocondrial prin intermediul navetei malat-CO₂, precum și pentru acumulare; și în vacuole (B), unde metabolismul zahărului este lent, care duce la acumularea în interiorul vacuolelor a zaharozei, fructozei și glucozei (Tijero et al., 2021).

Unul dintre principalele zaharuri puternic acumulate în vacuole este fructoza, datorită acțiunilor coordonate a trei factori pe parcursul dezvoltării și creșterii merelor: 1) un aport crescut de fructoză generat din conversia sorbitolului și a zaharozei de către enzimele SDH, SUSY și INV; 2) scăderea activității FK în timpul expansiunii celulare, ceea ce duce la metabolizarea unei cantități mai mici de fructoză, dar mai multă se acumulează; 3) reglarea transportatorilor de tonoplaste, care transportă activ fructoza din citoplasmă în vacuole (Park et al., 2002; Wei et al., 2014; Li et al., 2016).

Pe măsura creșterii merelor, în vacuole continuă să se acumuleze o cantitate mare de glucide, generând astfel o presiune osmotică care stimulează un aflux mare de apă. Această stocare a glucidelor este semnificativă pentru apariția presiunii turgentei, care este forța principală de reglarea creșterii active continuu a celulelor pe parcursul dezvoltării fructelor (Yamaki, 2010).

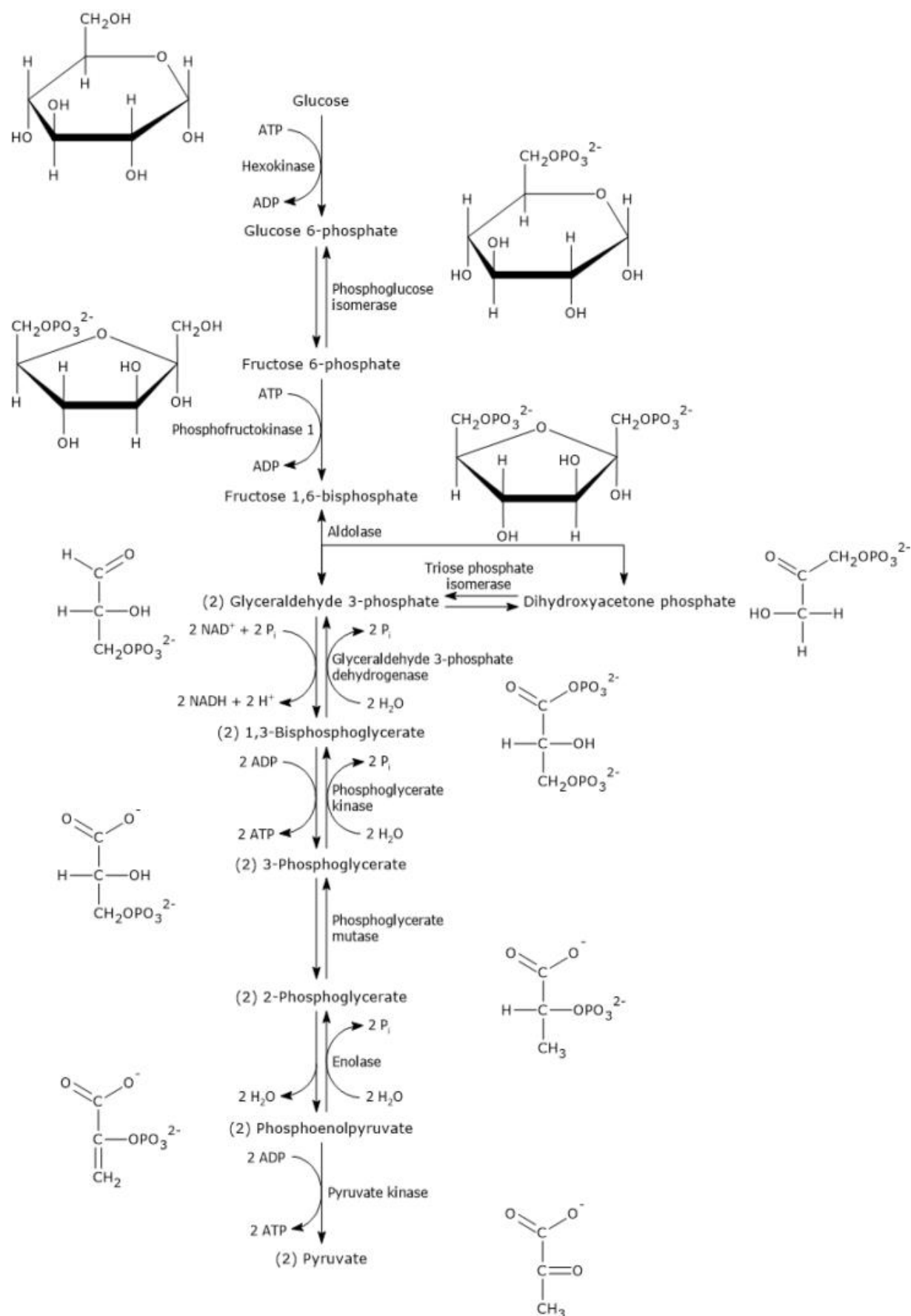


Fig. 1.3. Schema chimică a ciclului glicolizei (calea Embden-Meyerhof) (Ryan et al., 2020)

1.3.2 Metabolismul acizilor organici

Acizii organici sunt, de asemenea, acumulați în vacuolele celulelor de măr, jucând un rol important în aciditatea fructelor și calitatea organoleptică finală a acestora (Harker et al., 2002). Acidul organic predominant, cca 85 – 90 % (Ma et al., 2015) din totalul acizilor organici din mere, reprezintă acidul malic (forma L) cu formula moleculară $C_4H_6O_5$. Următorul acid după conținut, aflat în fructele de mere, în dependență de soiul și genotipul acestora, este acidul citric cu formula moleculară $C_6H_8O_7$. Structura ambilor acizi este prezentată în figura 1.4.

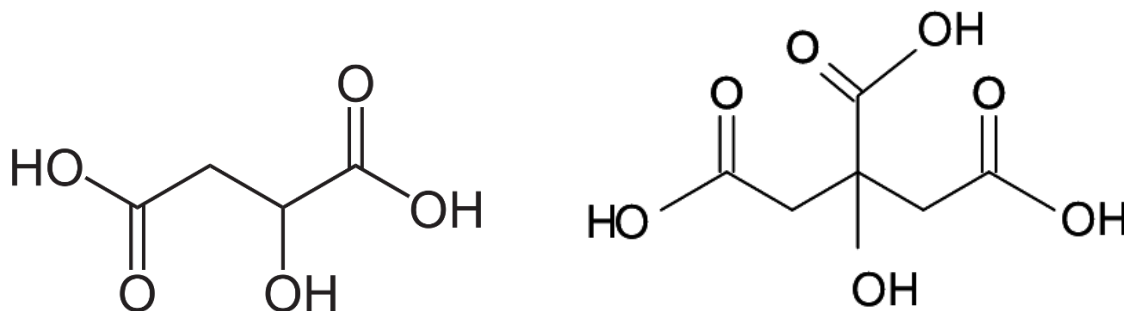


Fig. 1.4. Structura acizilor malic (stânga) și citric (dreapta) (după BioLibreTexts)

Ma și colaboratorii (2018) au studiat variația semnificativă a componentelor acidului organic detectate în fructele mature de 101 soiuri de mere. Concentrația totală de acid organic a prezentat variații semnificative, având de la 1,72 la 44,63 mg/g masă proaspătă (FW), cu o medie de 11,06 mg/g FW. În special, a existat o variație de aproape 26 de ori în concentrația totală de acid organic între accesiunile examinate. Acidul malic a fost detectat la toate speciile *Malus*, variind de la 1,72 la 29,27 mg/g FW, cu o medie de 8,90 mg/g FW. Cea mai mare parte a acidului malic din fructele de măr se află în vacuola celulelor parenchimului (Yamaki, 1984), iar concentrația acestuia arată un model de dezvoltare care atinge maximele de la 4 până la 6 săptămâni după înflorire, urmat de scăderea continuă până la recoltarea fructelor (Zhang et al., 2010). Acidul citric se găsește în cantități foarte mici, cu o concentrație de mii de ori mai mică decât cea a acidului malic. Acesta a fost detectat predominant la mai multe specii de mere sălbatice, cu conținut variind de la 0 la 24,24 mg/g FW (Ma et al., 2018).

Mărul mai conține încă cel puțin până la 12 acizi în cantități minore sau urme în interiorul vacuolei celulare (Yamaki, 1984; Li et al., 2020). În suc de mere pe lângă acidul malic sunt prezenți acizii citric, succinic, citramalic, shikimic, glicerici, glioxilici, izocitrici, glicolici, lactic și galacturonic. De asemenea, au fost găsiți trei cetoacizi diferiți: oxaloacetic, piruvic și ketoglutaric. Aciditatea merelor poate varia de la 0,1 g la 2,5 g de acid malic la 100 g de suc (Valois et al., 2006). Forma predominantă a acidului malic în fructe este malatul. Aciditatea fructelor de măr pare să fie determinată în primul rând de transportul intracelular de malat între citosol și vacuol

(Berüter, 2004; Sweetman et al., 2009; Etienne et al., 2013), în timp ce sinteza și degradarea malatului pot afecta nivelul de aciditate în fructe.

Există două căi de sinteză a acidului malic. În prima cale, fosfoenolpiruvatul (PEP), derivat din metabolismul zahărului în primele etape de dezvoltare a mărului, este transformat în oxalacetat (OAA) la citoplasmă de către fosfoenolpiruvat-carboxilaza (PEPc), o enzimă citosolică responsabilă de carboxilarea PEP. Apoi, OAA este redus la malat (o conversie reversibilă) de către malat dehidrogenaza citosolică dependentă de NAD (Sweetman et al., 2009; Yao et al., 2011; Etienne et al., 2013). Ecuația generală de sinteză a acidului malic din fosfoenolpiruvat este prezentată în figura 1.5.

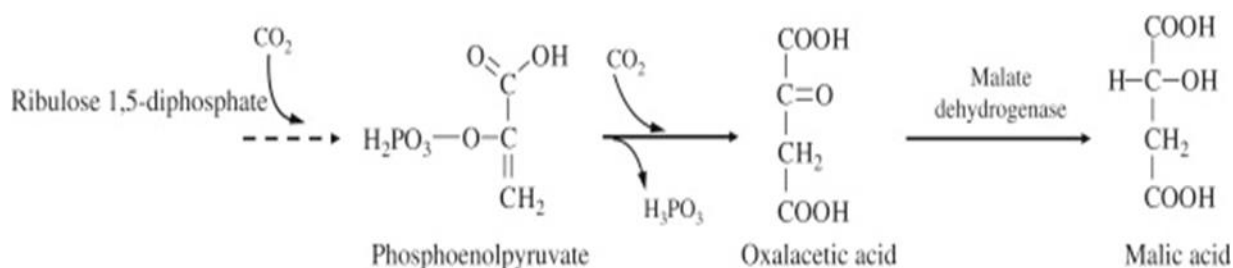


Fig. 1.5. Sinteza acidului malic din fosfoenolpiruvat (Li et al., 2016)

În urma studiului asupra merelor de soi „Greensleeves”, a fost sugerată ideea că conversia citosolică a acidului oxalacetic (OAA) în malat este calea cea mai probabilă pentru sinteza acestuia, deoarece PEPc este foarte exprimată în timpul dezvoltării (Li et al., 2016).

A doua cale de sinteză a acidului malic este transformarea acidului citric, care este sintetizat în rădăcini, și transportat în părțile superioare ale pomului (ex.: frunze și fructe). Producerea malatului din citrat are loc în mitocondrii în cadrul ciclului acidului tricarboxilic (TCA), unde CO₂ se fixează din respirația mitocondrială (fig 1.6) (Etienne et al., 2013).

Pe parcursul dezvoltării fructului, în timp ce acesta continuă să metabolizeze zaharurile, nivelul de malat crește și, datorită transportorilor de malat localizați la tonoplast, se acumulează în vacuolă. Cele mai ridicate niveluri de malat au fost observate la 60 de zile după înflorirea deplină la genotipurile de mere cu aciditate scăzută și aciditate ridicată dintr-o populație încrucișată de soiuri de mere „Toko” și „Fuji” (Yao et al., 2009; 2011). Totodată, acumularea de malat în citoplasmă crește concentrațiile de zaharoză, demonstrând astfel că metabolismul acidului organic afectează conținutul de zahăr din fructele de măr (Zhang et al., 2022).

În același timp, de metabolismul glucidelor și acizilor organici pe parcursul dezvoltării fructelor de mere este strâns legat metabolismul aminoacizilor. Prezentarea grafică generală a acestora este arătată în figura 1.7.

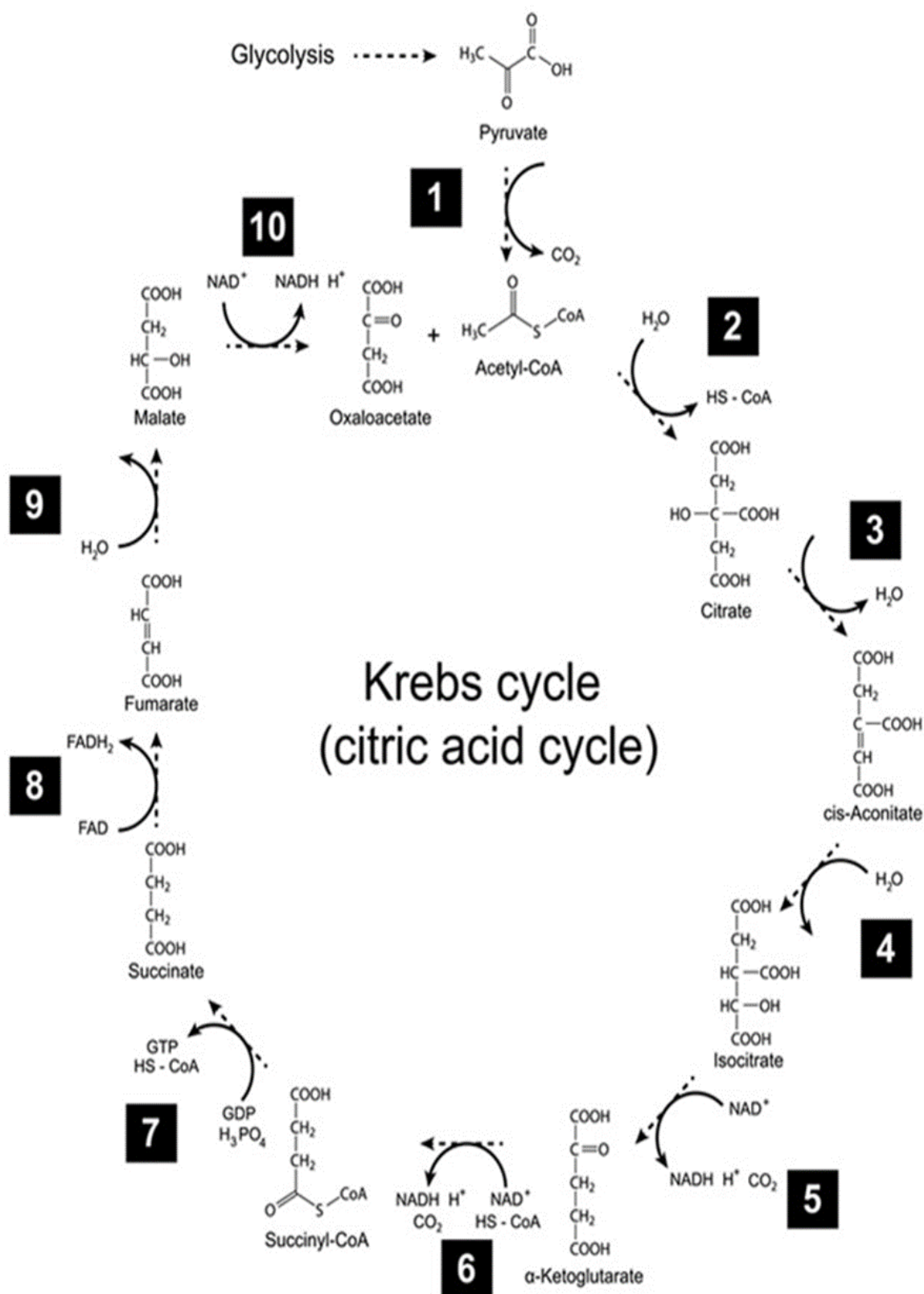


Fig. 1.6. Schema chimică a ciclului Krebs - ciclul acidului tricarboxilic (citric) (Ryan et al., 2020)

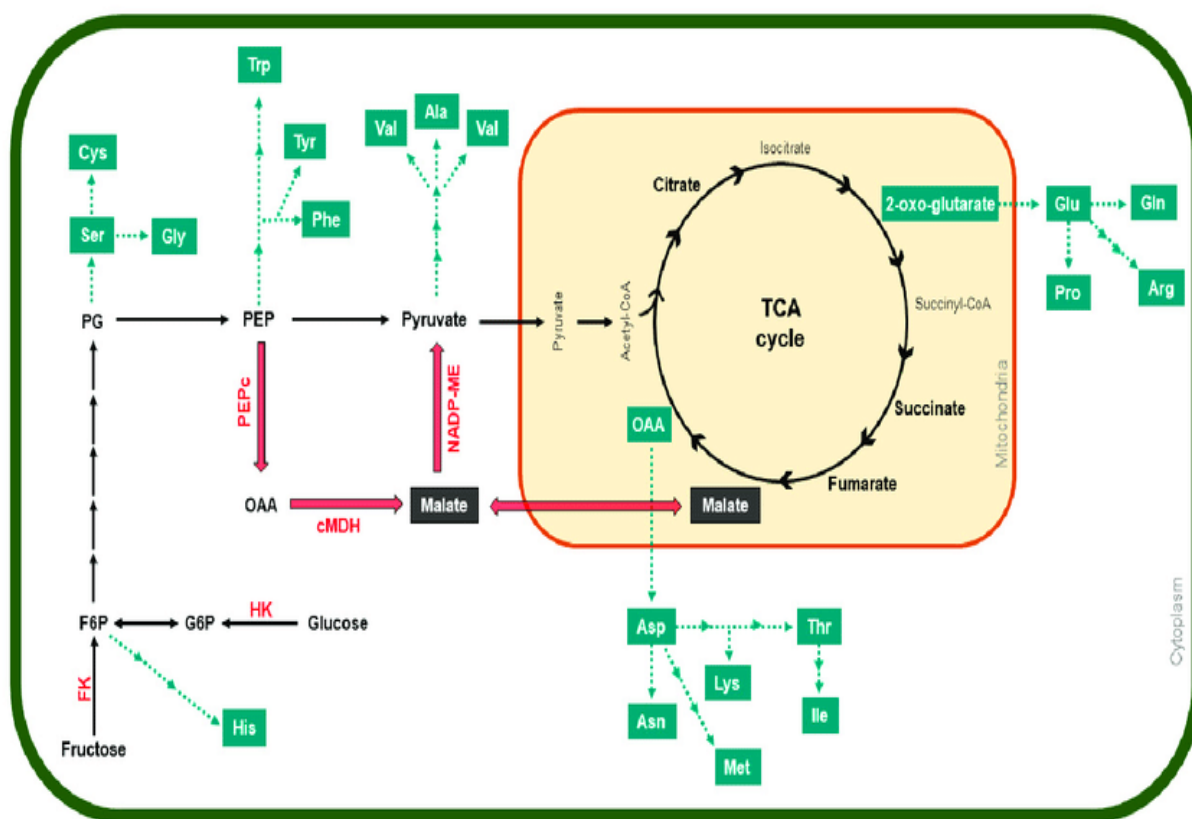


Fig. 1.7. Descrierea generală a căii de metabolizare a acizilor organici și a aminoacizilor în timpul dezvoltării mărului, care implică glicoliză și ciclul TCA. PEPc – fosfoenolpiruvat carboxilază; cMDH – malat dehidrogenază dependentă de NAD; NADP-ME – enzime malice dependente de NADP; FK – fructokinaza; HK – hexokinaza; G6P – glucozo-6-fosfat; F6P – glucozo-6-fosfat. Săgețile roșii indică calea așteptată de formare, acumulare și degradare a malatului în mere. Casetele și săgețile verzi marchează diversele căi de biosinteză ale diferiților aminoacizi (Etienne et al., 2013; Tijero et al., 2021)

Cercetările efectuate de către Zhang (2010) și Xu (2020) cu colaboatorii săi au demonstrat faptul că în merele imature concentrațiile de malat și alți acizi organici din ciclul TCA, cum ar fi acizii succinic, fumaric și citric (fig. 1.6, 1.7) sunt semnificative față de cele coapte. În timp ce începe expansiunea celulară, nivelurile concentrațiilor acizilor scad pe parcursul dezvoltării mărului. În schimb, acizii tartric și ascorbic se acumulează într-un stadiu avansat de maturitate (Xu et al., 2020). A fost raportat că acidul ascorbic este sintetizat din calea galactozei, iar în studiul asupra merelor de soi „Gala” a fost demonstrat că concentrația acestuia în coaja este mai mare decât în miez (Li et al., 2009).

Acidul ascorbic este un antioxidant binecunoscut și cofactor pentru mai multe enzime. O concentrație mai mare a acestui acid organic poate avea un rol antioxidant în ultimele etape de dezvoltare a mărului, ca răspuns la producția crescută de forme reactive de oxigen datorită luminii

puternice și a temperaturilor ridicate. Astfel, crește probabilitatea apariției unor defecte a cojii, numite arsuri solare (Chen et al., 2008; Morales-Quintana et al., 2020).

Până la sfârșitul dezvoltării mărului, are loc scăderea conținutului de malat și transformarea acestuia, ceea ce duce la o acumulare de zaharuri solubile, concentrația cărora crește și datorită hidrolizării amidonului acumulat, care furnizează fructoză, glucoză și zaharoză (Doerflinger et al., 2015; Mussachi et al., 2018).

1.3.3 Metabolismul aminoacizilor

Acumularea aminoacizilor în mere pe parcursul dezvoltării acestora la fel se include în metabolismul primar. Aminoacizii reprezintă partea componentă a multor proteine-cheie asociate cu dezvoltarea fructelor.

Biosinteza aminoacizilor este legată atât de metabolismul carbohidraților, cât și de cel al acizilor organici. În figura 1.7 sunt prezentate diverse căi de biosinteză ale diferiților aminoacizi. Astfel, din calea shikimatului se obțin aminoacizi aromatici precum fenilalanina, triptofanul (esențiali) și tirozina (neesențial), în care fosfoenolpiruvatul (PEP) din glicoliză este substratul principal, în timp ce fructozo-6-fosfat (F6P) este precursorul inițial al histidinei, format în urma unei serii de reacții pornind de la fosforibozilpirofosfat (Stepansky et al., 2006; Maeda et al., 2012). Mai mult, piruvatul este substratul pentru aminoacizii cu catenă ramificată (valină și leucină), precum și pentru biosinteza alaninei. În același timp, glicina, cisteina și serina se formează din 3-fosfoglicerat, la fel din procesul de glicoliză (Forde et al., 2007).

Din intermediarii ciclului acidului tricarboxilic (TCA), implicați în sinteza aminoacizilor (fig. 1.5), principalul este oxalacetatul (OAA), care este precursorul acidului aspartic și al tuturor aminoacizilor derivați ai acestuia (lizina, treonina, metionina, izoleucina și asparagina), iar 2-oxo-glutaratul este precursorul acidului glutamic, baza pentru sinteza glutaminei, argininei și prolinei (Forde et al., 2007; Pratelli et, 2014).

Li și colaboratorii (2016), în urma unor cercetări complexe, au găsit peste 80 de proteine legate de biosinteza aminoacizilor derivate din glicoliză și din ciclul TCA, în special dehidrogenaze, sintaze și kinaze specifice fiecărui aminoacid. În fazele timpurii de dezvoltare a merelor unui aminoacid, cum ar fi tirozina, metionina, fenilalanina și arginina, prezintă o acumulare mai mare după 84 zile de la fenofaza înflorirea deplină, când are loc extinderea celulelor fructului. După atingerea maximului, nivelurile acestora scad pe parcursul coacerii fructelor. Pe de altă parte, astfel de aminoacizi ca asparagina, treonina, cisteina, glutamina, lizina, acidul aspartic, histidina și acidul glutamic prezintă o tendință de acumulare crescândă pe parcursul

dezvoltării mărului, atingând apogeul într-un stadiu avansat de coacere (Zhang et al., 2010; Neda et al., 2012; Xu et al., 2020).

1.3.4 Compușii polifenolici din mere

Compușii fenolici sunt metaboliți secundari ai plantelor. Aceștea joacă un rol important în caracteristicile senzoriale, nutriționale și antioxidante ale fructului. Conform structurii, polifenolii sunt alcătuiți din unul sau mai multe inele aromatice cu structuri diferite care permit clasificarea lor în categorii: după numărul și secvența inelelor aromatice; după numărul și poziția grupărilor hidroxil; prezența substituenților nefenolici, cum ar fi grupări alchil, zaharuri și acizi organici.

În general, există cinci grupe majore de compuși polifenolici întâlnite în diferite soiuri de mere. Acestea sunt acizii hidroxicinamici, în principal acidul clorogenic, și flavonoidele, care includ următoarele grupări: flavan-3-oli ca derivați ai (+)-catechinei sau (-)-epicatechinei ca monomeri; dimeri, oligomeri sau polimeri ai procianidinelor și dihidrochalconelor, legați în principal cu glucoză și xiloglucoză (glicozide de floretină); flavonoli, în principal ca derivați ai quercetinei și keampferolului asociați cu galactoză, glucoză, ramnoză, arabinoză sau xiloză; antociani, în principal cianidină. (Guyot et al., 2002, 2003; Shoji et al., 2003; Vidal et al., 2003; Łata et al., 2009).

Esterii acizilor hidroxicinamici reprezintă una dintre principalele clase de acizi fenolici în diferite soiuri de mere (Tsao et al., 2003). Acidul clorogenic, un ester al acidului cafeic și chinic, este prezent în concentrații relativ mari atât în coaja, cât și în miezul majorității soiurilor de măr. Oxidarea acestui acid duce, în principal, la brunificarea sucului de mere (Richard-Forget et al., 1994). De asemenea, în mere au fost găsite concentrații mici de acid p-cumaroilchinic, care face parte din grupa acizilor hidroxicinamici (Tsao et al., 2003; Kschonsek et al., 2018).

Flavonoidele sunt foarte răspândite în diferite țesuturi de fructe și legume, cum ar fi frunze, semințe, coaja și flori (Heim et al., 2002). Scheletul acestora constă din difenilpropan (cu scheletul C6-C3-C6) (fig. 1.8) cu puntea de trei atomi de carbon între grupările fenil conectate cu oxigen (Spanos et al., 1992; Singla et al., 2019). Există treisprezece subgrupe de flavonoide în funcție de diferențele dintre numărul de grupări hidroxil substituite, gradul de nesaturare și gradul de oxidare al punții cu trei atomi de carbon (Spanos et al., 1992; Bravo et al., 1998).

Complexitatea chimică și variațiile profilului fenolic al mărului sunt cauzate de perioada de coacere, sezonul de creștere, locația geografică și, cel mai important, variația genetică (Awad et al., 2000; Tsao et al., 2003). Se cunosc mai puține date despre variația concentrațiilor de polifenoli în timpul creșterii mărului. Mosel și Herrmann (1974) au găsit cantități mari de acizi hidroxicinamici și catechine în fructele imature, necoapte, și o scădere a concentrațiilor acestora

în timpul creșterii și dezvoltării. Renard și colaboratorii (2007) au descris modificările concentrațiilor de flavonoide în măr (flavan-3-oli, dihidrochalcone și flavonoli) în două soiuri de masă și două soiuri de cidru, colectate în timpul creșterii și maturării fructelor.

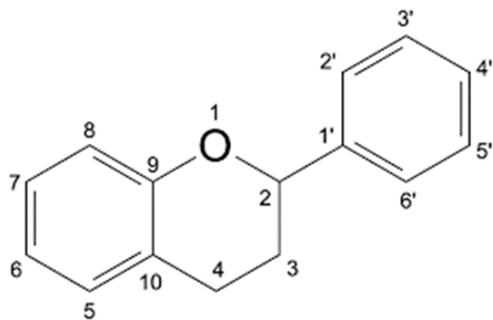


Fig. 1.8. Structura de bază a flavonoidelor (schelet C6-C3-C6) (Singla et al., 2019)

A fost constatat faptul că acumularea de polifenoli în pulpa mărului a avut loc, de asemenea, la faza timpurie de coacere a fructului și că evoluția concentrațiilor în timpul creșterii și maturării fructelor a fost datorată în principal diluției depozitului acumulat inițial (Renard et al., 2007). În același timp, Xu și colaboratorii (2020) au demonstrat că nivelurile de acumulare de metaboliți secundari abundenți, în special flavonoide, au scăzut rapid de la stadiul incipient al fructelor (27 zile de la înflorirea deplină) până la etapa următoare. Scăderea rapidă a acestor conținuturi de metaboliți secundari se datorează probabil diviziunii și expansiunii celulelor fructifere, iar sinteza și/sau acumularea acestor metaboliți prezintă o rată mai lentă în raport cu creșterea fructelor. Concentrațiile de procianidină B1, procianidină B2, catechină și epicatechină au fost neschimbate sau ușor crescute în stadiul incipient de dezvoltare și apoi au scăzut exponențial până la maturarea fructelor (Zhang et al., 2010; Xu et al., 2020). Catechina și epicatechina, precum și alți derivați de catechine, au prezentat corelații semnificative cu flavonoidele abundente, sugerând o legătură strânsă între derivații de catechine și alte flavonoide (Xie et al., 2003; Pang et al., 2013; Xu et al., 2020). Mai mult, epicatechina și epigallocatechina sunt convertite în galat de epicatechină și galat de epigallocatechină prin flavan-3-ol-galatsintază (FGS) (Ashihara et al., 2010). Creșterea fructelor în dimensiune cu expansiunea celulară ar putea oferi un efect de diluție asupra conținutului de flavonoide, faptul care a dus la scăderea rapidă a acumulării acestora.

Cercetările efectuate din ultima perioadă au demonstrat că merele imature (recoltate în zilele 50, 60 și 80 după înflorirea deplină) constituie o sursă valoroasă de polifenoli și sunt o materie primă foarte bună pentru producția de polifenoli nutraceutici cu potențial antioxidant ridicat (Duda-Chodak et al., 2011; Wojdyło et al., 2020; Preti et al., 2021).

O analiză amplă a compușilor polifenolici în pulpa și coaja din mere de soiuri vechi și noi a fost efectuată de către Kschonsek și colaboratorii (2018) în studiul său, prezentând conținutul mediu ale acestora (tabelul 1.1).

Tabelul 1.1. Conținutul mediu de compuși polifenolici în pulpa și coaja de măr*

Compușii polifenolici	Pulpa de măr	Coaja de măr
Procianidină B1	1,0 ± 0,1	1,9 ± 1,6
(+) - catechină	1,1 ± 0,9	5,1 ± 3,0
Procianidină B2	1,6 ± 0,3	7,1 ± 1,5
Procianidin C1	n/d	6,7 ± 1,2
(-) - epicatechina	1,0 ± 0,7	8,8 ± 4,9
Procianidin A2	2,5 ± 1,2	7,8 ± 2,9
Flavanoli totali	6,4 ± 2,5	36,1 ± 8,8
Acid galic	1,6 ± 0,2	-
Acidul protocatecuic	0,1 ± 0,0	1,3 ± 0,6
Acid clorogenic	2,1 ± 0,8	5,6 ± 0,7
Acid cafeic	0,8 ± 0,5	0,8 ± 0,5
Acid p-cumaric	0,5 ± 0,1	1,8 ± 0,4
Acid ferulic	0,1 ± 0,1	0,9 ± 0,4
Acizi fenolici totali	5,2 ± 1,3	14,3 ± 2,1
Phloridzin	1,1 ± 0,7	4,8 ± 3,5
Hiperozidă	n/d	84,2 ± 57,1
Izoquercitrină	n/d	16,6 ± 8,6
Rutin	n/d	5,4 ± 3,3
Reynoutrin	n/d	17,0 ± 7,6
Avicularină	n/d	21,4 ± 8,4
Quercitrin	n/d	25,4 ± 13,1
Quercetină	n/d	13,4 ± 5,2
Flavonoli totali	n/d	183,5 ± 99,6
Polifenoli totali	12,6 ± 4,4	239,4 ± 118,6
TPC	179,5 ± 52,3	914,7 ± 331,3

Notă: * conform Kschonsek et al. (2018); compuși individuali și concentrațiile totale sunt exprimate în mg/100g material liofilizat, TPC – conținutul total de polifenoli, exprimat în mg GAE/100g material liofilizat, n/d – nedetectat, GAE – echivalenți de acid galic

Prin urmare, astfel de deșeuri agroalimentare ca tescovină de mere, fructele imature și alte organe vegetale servesc ca materie primă pentru obținerea preparatelor fenolice purificate. Compușii polifenolici din aceste plante pot fi utilizate ca ingrediente alimentare funcționale și ca antioxidanți naturali pentru a înlocui unii echivalenți sintetici care în prezent sunt mai puțin acceptați de consumatori și industria alimentară, având o respingere tot mai mare (Wojdyło et al., 2020; Geleta et al., 2023).

Totodată, studiile din ultimii ani sunt axate pe proprietățile funcționale ale merelor imature obținute în urma răritului și efectul antimicrobial a polifenolilor acestora (Chen et al., 2015; Yuan et al., 2016; Chen et al., 2017). Unii cercetători au descoperit că polifenolii merelor necoapte au activitate antibacteriană semnificativă împotriva *Stafilococului* și a *Bacillus anthracis* (Zhang et al., 2017). Alții, au raportat că filmele de pectină încorporate cu polifenolii acestor mere ar putea în mod eficient inhiba creșterea *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* și *Listeria monocytogenes*

(Nisar et al., 2019). De asemenea, rezultatele obținute în studiul recent asupra bacteriilor legate de halitoză, inclusiv *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedius* și *Fusobacterium nucleatum*, au arătat în mod clar că extractul fenolic din merele imature de soi „Fuji” are un efect inhibitor (Liu et al., 2022; Shen et al., 2022).

1.3.5 Lipidele, mineralele și vitaminele

Fructele de mere ca de regulă au un conținut scăzut de lipide, variind de la 0,1 % la 0,5 % din masa produsului proaspăt. Niveluri ridicate de lipide au fost detectate în semințele fructelor. Frația lipidică din fructe este compusă din triacilgliceroli, glicolipide și fosfolipide, carotenoide, triterpenoide și ceară (tab. A1.1) (Belitz et al., 2009).

Mineralele, numite și nutrienți anorganici, se găsesc în toate fructele. Cel mai important cation și anion sunt potasiul și, respectiv, fosforul. Alte elemente precum sodiul, calciul și fierul sunt, de asemenea, prezente în concentrații mai mici (tab. A1.1) (Daccache et al., 2020). Un studiu efectuat asupra a zece soiuri de mere imature din nordul Coreei a demonstrat că conținutul de minerale (fosfor, potasiu, calciu și magneziu) a avut în mediu 3430,5 mg/100 g. Potasiul a fost cel mai răspândit element dintre macronutrienții studiați. Concentrațiile de potasiu și fosfor au fost în mediu 2012,8 mg/100 g și 556,3 mg/100 g, respectiv. Variațiile cantităților de minerale a depins în special de variațiile genetice și, într-o măsură mai mică, de locație și condițiile climaterice (Geleta et al., 2023).

În mere au fost depistate un șir de vitamine (tab. A1.1). Conținutul cel mai mare o are vitamina C, cunoscută și sub numele de acid L-ascorbic. Cantitatea acesteia variază de la 3 la 35 mg/100g din partea comestibilă a mărului. Vitamina C este biosintetizată în plante din hexose, precum glucoza, și are o activitate antioxidantă ridicată. Cantitatea acestei vitamine în merele necoapte depinde de soi (Geleta et al., 2023). Vitaminele grupei B, vitamina D și tocoferolii se găsesc sub forme de urme. (Belitz et al., 2009; Daccache et al., 2020).

1.3.6 Activitatea antioxidantă

Un antioxidant este orice compus prezent în concentrații mici comparativ cu substratul oxidabil care poate inhiba sau încetini semnificativ oxidarea substratului respectiv, deci, antioxidantul protejează de reacțiile oxidative dăunătoare (Mason et al., 2016).

Printr-o varietate de compuși cu efect antioxidant, merele au fost asociate cu prevenirea unor boli, cum ar fi degenerative și cardiovasculare, care sunt considerate a fi cauzate de stresul oxidativ, în special de radicalii liberi și speciile reactive de oxigen (ROS) (Hyson, 2011; Shahidi et al., 2011). Compuși chimici din mere care au activitate antioxidantă reprezintă în majoritate

polifenolii și vitamina C. Unele studii au sugerat că există o corelație pozitivă între activitățile antioxidante și conținutul de polifenoli (Zheng et al., 2012; Zheng et al., 2014). Polifenolii reprezintă cea mai mare parte a antioxidanților din mere și sunt capabili să atenueze indirect producția de ROS fie prin îmbunătățirea activității enzimelor antioxidante, fie prin inhibarea enzimelor care induc proefecte oxidante (Ballard et al., 2018). Numărul mare de legături duble conjugate și grupări hidroxil este responsabilă pentru activitatea lor antioxidantă (AA) (Lee et al., 2003; Tsao et al., 2005). Diverse rapoarte indică faptul că profilul polifenolic și conținutul, precum și capacitatea antioxidantă (AC) la mere sunt afectate de diferite variabile, cum ar fi soiul, zonele de țesut, timpul de recoltare, locația geografică și condițiile de depozitare (Guyot et al., 1998; Van der Sluis et al., 2001; Tsao et al., 2003). În studiul său, Gelete și colaboratorii (2023) au evaluat fructele necoapte din zece soiuri de mere imature rărite pentru activitatea lor antioxidantă și conținutul de minerale. Cercetările au demonstrat că caracteristicile merelor necoapte trebuie luate în considerare, având în vedere potențialele beneficii pentru sănătate și alte utilizări (Geleta et al., 2023). Antioxidanții (de ex.: compuși fenolici) au și alte efecte biologice, cum ar fi activitățile antimicrobiene, antiinflamatoare, anticanceroase, cardioprotectoare și hepatoprotectoare, și altele (Cosme et al., 2020).

Lee și colaboratorii (2003) au raportat, că polifenolii dietetici au activități antioxidante mult mai puternice decât vitamina C. Această afirmație este confirmată și de investigațiile efectuate de către Kschonsek și colaboratorii (2018). În studiul său asupra unor mere de soiuri noi și vechi a fost determinată activitatea antioxidantă a totalului de compuși polifenolici (flavanoli, acizi fenolici, dihydrocalcone, flavonoli) și vitaminei C. Rezultatele au fost similare și au confirmat faptul că polifenolii analizați au activități antioxidante mult mai puternice decât vitamina C. De asemenea, a fost constatat că doar 26,1 % (între 15,4 % și 37,4 %) din activitatea antioxidantă al cojii de măr și 15,9 % (între 9,3 % și 25,3 %) al pulpei de măr s-au datorat compușilor analizați. Studii similare au fost efectuate și de alți cercetători (Wolfe et al., 2003; Tsao et al., 2005; Kschonsek et al., 2018).

Într-un alt studiu activitatea antioxidantă totală a merelor cu coajă a fost de aproximativ 83 μmol echivalenți de vitamina C, ceea ce înseamnă că activitatea antioxidantă a 100 g de mere (aproximativ o porție de măr) este echivalentă cu aproximativ 1500 mg de vitamina C. Cu toate acestea, cantitatea de vitamina C la 100 g de mere este de numai aproximativ 5,7 mg (Eberhardt et al., 2000). Vitamina C este un antioxidant puternic, dar cercetările arată că aproape toată AA din mere provine dintr-o varietate de alți compuși. Vitamina C din mere a contribuit cu mai puțin de 0,4 % din activitatea antioxidantă totală (Boyer et al., 2004).

1.3.7 Polizaharidele din mere (pectina)

Merele conțin un număr mare de polizaharide, inclusiv pectina. Componentele principale ale acestora sunt acidul glucuronic, lactoza și arabinoza. Structura sa de bază este acidul poligalacturonic (fig. 1.9) (Lutz et al., 2009; Tian et al., 2018). Molecula conține lanțuri laterale polizaharide neutre, în principal L-arabinoză, D-galactoză și L-ramnoză (Anwar et al., 2008).

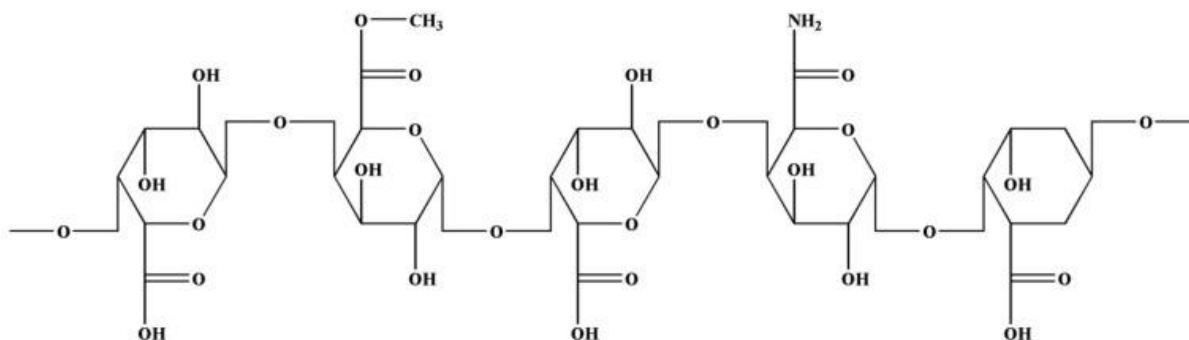


Fig. 1.9. Structura polizaharidei de măr (Lutz et al., 2009; Tian et al., 2018)

Pectina din mere este un compus polimeric natural cu o bună stabilitate de gelifiere și emulsionare, de asemenea, are anumite activități biologice și a fost utilizată pe scară largă în medicină. Aceasta face parte din fibrele alimentare a mărului, care sunt împărțite în solubile și insolubile. Studiile arată că proporția de fibre alimentare conținute în diferite tipuri de mere este în medie de cca 1,79 % (2,21 g/100g produs), dintre care cele solubile reprezintă cca 0,40 % (1,54 g/100g produs), iar cele insolubile cca 1,39 % (0,67 g/100g produs) (tab. A1.1). Conținutul de fibre alimentare din coaja de măr este de la 2 până la 3 ori mai mare decât cel al pulpei (Li et al., 2002; Rumpel et al., 2006). Fiind fibră alimentară solubilă, pectina de măr este un nutrient esențial în viața de zi cu zi a oamenilor și are adesea efect benefic asupra digestiei (Koutsos et al., 2015). Aceasta este stabilă în tractul gastrointestinal și ar putea ajunge până la intestinul gros, unde este degradată de enzime pectinolitice distincte produse de diferite microbiote intestinale (Gullon et al., 2013; Tian et al., 2016).

În merele imature, aflate în faza timpurie de dezvoltare, substanțele pectice sunt prezentate prin protopectine, care sunt insolubile. Sinteza acestora are loc din glucoză până la metilarea acidului poligalacturonic și se acumulează în peretele celular, formând material constructor împreună cu celuloza și hemiceluloză (Fischer et al., 1994). Odată cu expansiunea și divizarea celulară, care coincid cu zilele 25 - 45 după înflorirea deplină, prin acțiunea enzimelor din grupa protopectinazelor și a temperaturii aerului, protopectinele se transformă în pectine solubile. Cantitatea de protopectină scade, iar cea a pectinei crește. Aceste modificări influențează asupra fermității fructelor (Fischer et al., 1994; Lutz et al., 2003).

Studiile asupra pectinei din măr au demonstrat efectele benefice asupra organismului uman (Chen et al., 2022). Principalele beneficii ale acesteia sunt descrise în continuare:

- ✓ are un efect inhibitor semnificativ asupra celulei canceroase hepatice umane Hep G2, celulei cancerului de sân uman MCF-7 și celulei canceroase de colon umane CaCo-2 (Li et al., 2010);
- ✓ efecte semnificative în promovarea metabolismului grăsimilor (reduce colesterolul mediu din sânge, trigliceridele și lipoproteinele cu densitate mare) (Janet et al., 1997);
- ✓ adăugarea pectinei din mere la dieta zilnică poate exclude în mod semnificativ substanțele radioactive din corpul uman (Nesterenko et al., 2004);
- ✓ poate inhiba absorbția grăsimilor (Kumar et al., 2010) și, fermentând (90 %), poate produce acid gras cu lanț scurt, inclusiv acid acetic, acid propionic și acid butiric, care participă la reglarea greutății corporale (Covasa et al., 2016; Zhao et al., 2022). Astfel, pectina din mere poate fi folosită ca aliment sănătos pentru pierderea în greutate și are o bună perspectivă de aplicare;
- ✓ poate îmbunătăți absorbția intestinală a quercetinei, care are efecte antitumorale, antibacteriene, antiinflamatoare, antivirale și hemostatice, la animale (Tomohiko et al., 2009).

1.4 Sucul de mere

Actualmente merele se prelucrează la fabricile de conserve. Din acestea se produc suc de mere, suc concentrat și nectare cupajate. Sucul de mere, obținut prin stoarcere directă, este fabricat conform Reglementării Tehnice „Sucuri și anumite produse similare destinate consumului uman” (HG nr. 1111 din 06.12.2010) și, preponderent, conform Instrucțiunii tehnologice elaborate de Asociația Unională științifică și de producere a industriei de conserve, cu unele îmbunătățiri după caz în dependență de dotarea cu utilaj tehnologic modern. Producerea sucului concentrat de mere se efectuează conform Instrucțiunii tehnologice elaborate de Institutul de Tehnologii Alimentare (ITA).

1.4.1 Tehnologia de producere a sucului de mere

Procesul de obținere a sucului de mere include operațiile după cum urmează:

Recepționarea. Pentru prelucrare se acceptă merele proaspete cu un conținut de substanțe uscate hidrosolubile minim 10 °Brix (după refractometru) și aciditatea titrabilă minim 0,8 g/L, exprimată în acid malic. Fructele se transportează direct la procesare sau se plasează în depozite bine aerisite pentru 6 - 8 ore sau în camere frigorifice la temperatura de 0,5 °C pentru până la 3 zile.

Sortarea se efectuează manual fiind eliminate defectele neconforme, cum ar fi fructele deteriorate, imature sau supramaturate, și corpuri străine. Merele imature dau un randament mic la presare și un suc greu de limpezit, iar cele supramaturate sunt afânate, greu de presat și dau sucuri

tulburi, care necesită o prelucrare suplimentară. Instalațiile actuale de sortare reprezintă o bandă constituită din role de oțel inoxidabil ce se rotesc în jurul axului, permițând expunerea întregii suprafețe a fructului și o bună sortare.

Spălarea fructelor se execută în mașini cu bandă și ventilator, într-un singur strat, presiunea jetului de apă fiind de 2 bar, temperatura de 18 - 22 °C, iar consumul de 1 L/kg materie primă. Procedura dată are ca scop eliminarea impurităților existente și reducerea rezidului de pesticide și microflora epifită. O spălare calitativă are o eficacitate echivalentă cu tratarea termică la 100 °C, timp de 2 - 3 minute (Vieru et al., 1981).

Zdrobirea sau mărunțirea, cu obținerea masei mărunțite, se efectuează pentru mărirea randamentului de extragere a sucului din fructe. Această operațiune are loc sub acțiunea forțelor mecanice sau hidraulice până se obține o masă mărunțită, evitând ținerea în contact prelungit al fructelor zdrobite cu aerul.

Presarea are loc nemijlocit după mărunțire în prese, în general cu melc sau hidraulice, la o presiune de 25 - 30 bar suprafață de presare. Pentru obținerea unui randament mai bun, se practică decompimarea tescovinei scurse, atunci când se ajunge la presiunea maximă, și iarăși presarea. La finele presării tescovina trebuie să fie cât mai uscată posibil. Randamentul în suc din merele coapte constituie în mediu 7,5 L din 10 kg fructe (Banu et al., 2002).

Limpezirea După presare sucurile sunt tulburi, iar limpezirea se realizează prin tratarea enzimatică a acestora. Operațiunea dată se bazează pe hidroliza substanțelor pectice, faptul care reduce vâscozitatea și ușurează filtrarea sucurilor. Totodată, particulele solide se separară de partea lichidă. Tratamentul enzimatic constă în adăugarea preparatelor enzimatice pentru 2 ore la 50 °C, activitatea optimă a cărora se manifestă în limitele de temperatură 45 - 50 °C, de aceea temperatura nu trebuie depășită (Bates et al., 2001). De asemenea, pentru o limpezire mai bună a sucului, uneori se mai adaugă 5 - 8 g/hL gelatină alimentară care provoacă floclarea particulelor aflate în suspensie sub influența taninului conținut în suc.

Filtrarea este operațiunea de separare a sistemelor eterogene lichid-solid în fazele componente cu ajutorul unui strat filtrant cu structură poroasă, prin care poate trece numai faza lichidă. Filtrarea este influențată de o serie de factori ca: natura, forma și dimensiunile particulelor, concentrația, cantitatea suspensiei și temperatura. Creșterea temperaturii influențează favorabil filtrarea. Ca de regulă, procesul este efectuat la temperaturi de 35 - 40 °C la filtre-prese cu presiuni de la 29 kPa până la 147 kPa, dotate cu carton de filtrare sau la filtre cu tambur dotate cu strat de Kieselgur (diatomită) (Ortega-Rivas et al., 2011).

Pasteurizarea este procesul principal care garantează siguranța, calitatea și durata de valabilitate a sucului. Aceasta reprezintă tratamentul termic care are ca scop lipsirea sucurilor

închise în recipiente de microorganisme în stare vitală (Kahraman et al., 2021), cu alte cuvinte, este sterilizare la o temperatură mai mică de 100 °C. Operațiunea dată se poate face prin încălzirea directă cu abur saturat, cu apă caldă sau cu aer cald în convenție forțată. Metodele modern de pasteurizare includ tratamente la presiune înaltă, cu câmp electric pulsant, dioxid de carbon de înaltă presiune, sonicare, ultraviolete și tratamente cu ozon (Aghajanzadeh et al., 2021). Acestea prevăd o durată mai mică de tratare, însă sunt foarte costisitoare. Metoda clasică reprezintă pasteurizarea termică care prevede turnarea lichidului fierbinte în recipient de conservare (60 - 90 °C), menținerea în autoclave sau în instalații de pasteurizare-răcire cu funcționare în flux continuu la temperatura de 85 - 90 °C timp de până la 30 minute cu răcire ulterioară (Golubi, 2018).

Dozarea și ambalarea. Dozarea sucului se efectuează la aparate de dozare cu volum constant. Ambalarea are loc prin ermetizarea lichidului fierbinte la temperatura de 65 ± 5 °C în recipiente de sticlă cu capacitatea 3 L sau în Tetra Pack (de 1 L sau 2 L) la temperatura de 98 ± 2 °C. Recipientele din sticlă se spală, apoi se verifică vizual, după care se etichetează și se ambalează în cutii de carton sau lăzi de lemn. Ambalarea asigură nepătrunderea aerului și a organismelor care pot afecta calitatea sucului, fermentându-se sau oțetindu-se.

Păstrarea. Recipientele cu suc pasteurizat se depozitează în spații răcoroase, aerisite, ferite de lumină, îngheț sau căldură. Se evită manipularea sau schimbarea lor dintr-un loc în altul. Păstrarea în depozit poate fi 12 luni la temperatura 18 – 22 °C și umiditatea relativă a aerului maxim 75 %.

Conservarea prin ambalare aseptică reprezintă încă o metodă de conservare a sucului de mere tot mai des utilizată, fiindcă se poate aplica atât produsului ce se ambalează în recipient individual, cât și celui aflat în tancuri de mare tonaj. Aceasta metodă este realizată în instalații aseptice și prevede următoarele operațiuni: sterilizarea produsului la temperaturi înalte, timp scurt; sterilizarea recipientelor și a capacelor; dozarea produsului sterilizat în recipiente sterile în condiții aseptice. Sucul după filtrare este pompat în schimbător de căldură cu plăci recuperativ, care constă din 3 secții: 1) de încălzire, 2) de menținere la temperaturi ridicate pentru perioadă de timp prevăzut de regimul de sterilizare/pasteurizare, 3) de răcire până la temperatura mediului înconjurător.

Regimul de pasteurizare pentru suc de mere se efectuează conform formulei 1.1:

$$\frac{40 \text{ s} - 20 \text{ s} - 30 \text{ s}}{20^{\circ}\text{C} - 92^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}} \quad (1.1)$$

unde: 40 – timpul de ridicare a temperaturii (secția 1), s;

20 – timpul de menținere la temperatura de pasteurizare de 92 °C (secția 2), s;

30 – timpul de răcire până la 25 °C (secția 3), s.

1.4.2 Valoarea nutritivă, beneficiile și efectele secundare ale sucului de mere

Sucul de mere este popular în întreaga lume datorită profilului nutrițional bogat. Această băutură are numeroase beneficii și este considerată una dintre băuturile sănătoase din fructe. Acest suc conține mulți compuși vegetali folosiți pentru a trata diverse afecțiuni.

O porție de suc de mere oferă organismului o cantitate semnificativă de vitamine, minerale și antioxidanți; o cantitate foarte scăzută de grăsimi saturate și sodiu; zero colesterol. Potrivit Departamentului pentru Agricultură al Statelor Unite (FoodData), o cană de suc de mere, echivalentă cu 248 g, conține o serie de nutrienți esențiali (tab. 1.2).

Tabelul 1.2. Date nutriționale ale sucului de mere*

Denumirea nutrienților Conținutul 1 cană (248g)	Unitatea de măsură	Valoarea
Apă	g	219
Carbohidrați	g	28
Fibre alimentare	g	0,50
Proteine	g	0,24
Grăsimi totale	g	0,30
Zaharoză	g	3,12
Colesterol	g	0
Vitamina C	mg	2,23
Na	mg	9,92
K	mg	101
Energie	kcal	114

Notă: * conform FoodData

Consumul sucului de mere poate fi o modalitate potrivită de a beneficia de efectele pozitive ale componentelor bioactive prezente în mere asupra sănătății (Vallée Marcotte et al., 2022). În pofida faptului că toate mecanismele de acțiune, prin care sucul de mere își exercită activitățile biologice de prevenirea dezvoltării bolilor cronice, nu au fost înțelese în totalitate, studiile generale sugerează că consumul acestuia are efecte pozitive asupra markerilor legați de boli cardiovasculare (Soriano-Maldonado et al., 2014), cancer (Veeriah et al., 2008), boli neurodegenerative (Remington et al., 2010), diabet (Ravn-Haren et al., 2013), și altele (Hyson et al., 2000; Shah et al., 2003; Gilbert et al., 2016, 2018). Efectele benefice ale sucului de mere sunt mai evidente la suc nelimepzit, decât la cel limepzit. În concluzie, sucul de mere poate constitui o variantă accesibilă și ușoară de a mări consumul de fructe și de a îmbunătăți calitatea generală a alimentației atunci când este consumat cu moderație (Vallée Marcotte et al., 2022).

Sucul de mere obținut prin stoarcere directă are o valoare nutritivă practic identică cu cea a unui măr proaspăt. Sucurile disponibile în comerț au valoarea nutritivă redusă datorită modului de preparare. Acestea conțin suc de mere concentrat, apă, acid ascorbic (vitamina C), citrat de calciu (mai puțin de 0,5 %), fosfat de potasiu și zahăr adăugat. Astfel, consumul sucului de mere obținut acasă reprezintă cel mai bun mod de a profita la maxim de beneficiile nutritive ale

acestui. Totuși, sucul de mere are și câteva efecte secundare, care nu trebuie neglijate. Consumul în exces cauzează unele probleme gastrointestinale, cum ar fi diareea și flatulența. Un studiu realizat de către Kneepkens și colaboratorii (1989) a constatat că sorbitolul și fructoza din sucul de mere nu sunt complet absorbite la majoritatea oamenilor, provocând diaree cronică. De asemenea, poate duce la formarea de gaze și balonare, datorită conținutului ridicat de zahăr. Deaceia, nu se recomandă consumul pe stomacul gol.

Un studiu realizat de Universitatea de Stat din Pennsylvania a constatat că consumul fructelor de mere induce sațietatea mai bine decât sucul de acestea (Flood-Obbagy et al., 2009). Sucul poate fi consumat mai repede, determinând un aport mare de calorii într-un interval scurt de timp. Sucurile de fructe comerciale conțin zaharuri în exces, iar băuturile care conțin zahăr duce la creșterea în greutate a copiilor sub 12 ani (Frantsve-Hawley et al., 2017), poate provoca eroziunea dentară (Liska et al., 2019) și deteriorarea smalțului dentar (Shroff et al., 2018), sau poate duce la o creștere a nivelului de glucoză din sânge datorită conținutului mic de fibre alimentare, în comparație cu merele proaspete (Lilly et al., 2019).

Prezența oxalaților în sucul de mere poate duce la apariția pietrelor la rinichi. Un studiu realizat de Universitatea din statul Alabama din Birmingham a constatat că aportul în exces de oxalați dietetici poate duce direct la formarea de pietre la rinichi (Mitchell et al., 2019).

Doza ideală de suc de mere pentru persoane aflate între vârsta de la 7 ani până la maturitate ar putea fi de maximum 240 mL/zi și de 120-140 mL/zi pentru copii între 1 - 7 ani (Auerbach et al., 2018).

1.5 Concluzii la capitolul 1

Acidifianții reprezintă substanțe, care se folosesc în industria alimentară în calitate de surse de aciditate, mărin aciditatea unui produs alimentar și/sau îi conferă un gust acru. Însă, majoritatea acestor aditivi folosiți, în special la conservarea fructelor și legumelor, sunt de proveniență chimică sintetică.

Actualmente, consumatorii au o cerere sporită față de produse naturale, ecologice și sănătoase, iar conceptul de dezvoltare durabilă și sustenabilă impune reciclarea și prelucrarea deșeurilor. Astfel, utilizarea merelor imature, obținute în urma căderilor fiziologice sau a răritului, reprezintă o oportunitate de a fabrica o sursă de aciditate naturală de mare interes pentru industria alimentară. Totodată, transformarea unui deșeu într-un produs de valoare duce la utilizarea eficientă a materiei prime vegetale prin creșterea durabilității.

Sursele naturale de aciditate conțin cantități semnificative de acizi organici, glucide, compuși fenolici, etc. Datorită creșterii cerințelor consumatorilor față de produsele alimentare,

producătorii și cercetătorii efectuează încercări de substituire a acizilor sintetici cu aceste surse. În plus, acizii organici pot avea un rol tehnologic dublu: efect antioxidant și conservant, cu acțiune antimicrobială, având și rol funcțional asupra organismului uman.

Sucul de mere are o valoare nutritivă semnificativă cu efectele pozitive ale componentelor bioactive asupra sănătății omului. Prin urmare, sucul obținut din merele, aflate la faza timpurie de coacere, la fel, poate conține substanțe nutritive valoroase, și, respectiv, implementarea acestuia în produsele alimentare le va mari valoarea nutritivă. Deaceea, o caracterizare deplină a compoziției sucului din merele imature poate oferi informație amplă privind aplicarea acestuia în industria alimentară.

Substituirea acizilor sintetici cu surse naturale de aciditate reprezintă o problemă de cercetare actuală. Această operațiune poate fi efectuată prin elaborarea unor procedee în care se vor lua în calcul substanțele nutritive prezente în sursă, matricea sau produsul alimentar unde va avea loc substituția, de procesele tehnologice ulterioare, etc.

2 MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE

2.1 Materiale de cercetare

Investigațiile privind valorificarea merelor imature, dar și cercetările asupra acidifiantului din mere și a produselor elaborate cu aplicarea acestuia, au fost efectuate în laboratorul Verificarea Calității Produselor Alimentare din cadrul Direcției Tehnologii Alimentare al Institutului Științifico-Practic de Horticultură și Tehnologii Alimentare (IȘPHTA) în cooperare cu Laboratorul Central de testare a băuturilor alcoolice/nealcoolice și a produselor conservate (LCTBANPC).

Toate rezultatele obținute la studierea merelor imature și acidifiantilor din mere reprezintă media a trei ani de recoltare a fructelor și de producere a acidifiantului natural. Iar rezultatele obținute în urma analizelor în produsele elaborate, din fructe și legume conservate cu utilizarea acidifiantului din mere, reprezintă media a trei încercări paralele a aceleiași mostre.

O prezentare de ansamblu a designului experimental privind valorificarea fructelor de mere imature pentru obținerea acidifiantului natural este reprezentată în figura 2.1.

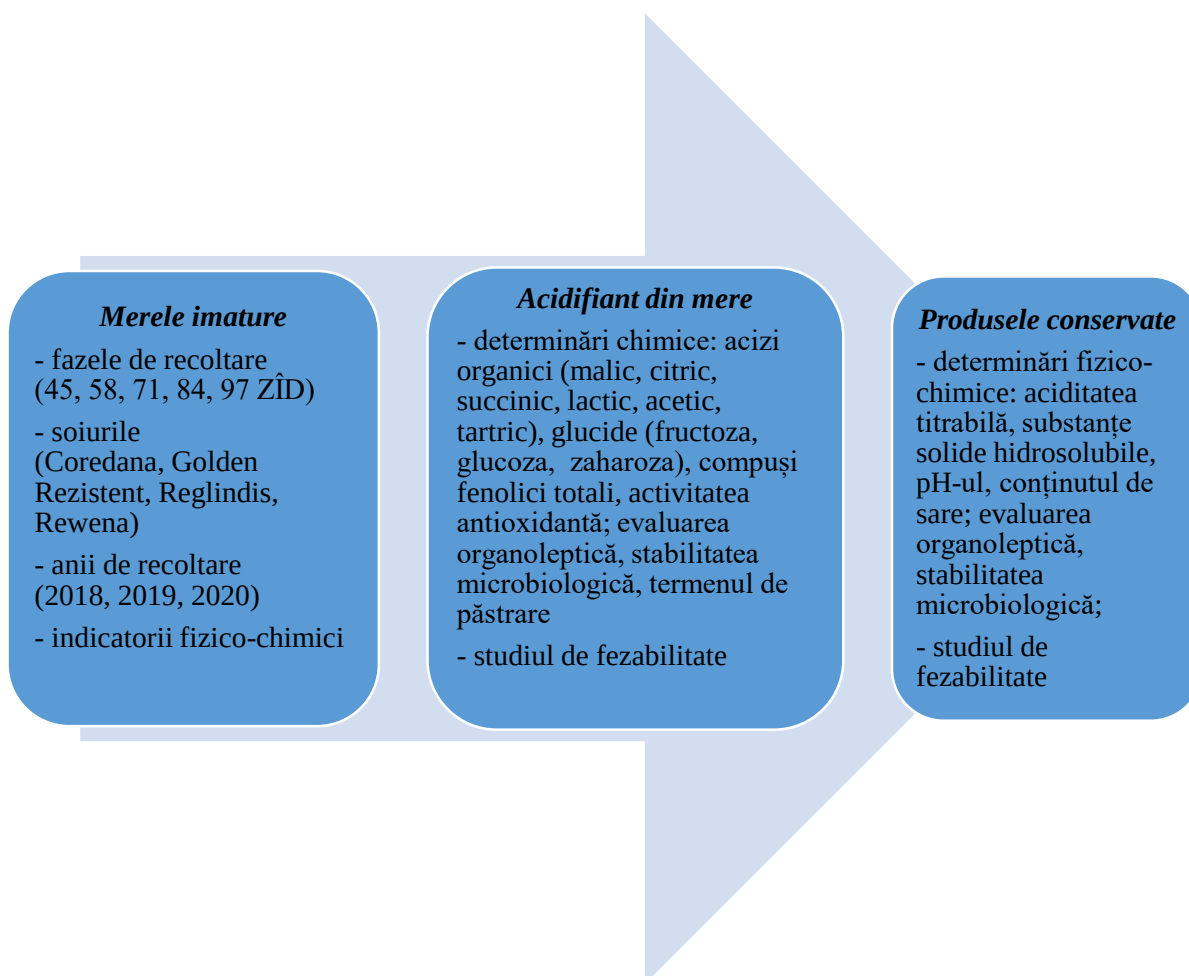


Fig. 2.1. Prezentarea de ansamblu a designului experimental privind valorificarea fructelor de mere imature pentru obținerea acidifiantului natural

2.1.1 Materii prime

În calitate de materii prime pentru obținerea mostrelor experimentale de acidifiant din mere au fost selectate mere imature de 4 soiuri de perspectivă: Coredana, Golden Rezistent, Rewena și Reglindis. Pomii acestor soiuri de măr rodesc abundent, au rezistență înaltă la iernare, mijlocie la secetă și arșiță. Totodată, pomii au tendința de supraîncărcare, deci, prin urmare, necesită rărire (Babuc et al., 2013). Date privind caracteristicile generale acestor soiuri sunt totalizate în tabelul 2.1, compoziția chimică a fructelor ajunse la stadiul de coacere – în tabelul 2.1, iar imaginile merelor coapte sunt prezentate în figura 2.2.

Tabelul 2.1. Caracteristicile generale ale soiurilor de mere utilizate în studiu privind obținerea acidifiantului natural

Caracteristicile de soi	Soiurile de mere studiate			
	COREDANA	GOLDEN REZISTENT	REGLINDIS	REWENA
Obținerea	Republica Moldova	SUA	Germania	Germania
POMUL				
Vigoarea de creștere	mică până la mijlocie	medie	mijlocie spre slabă	mijlocie
Forma coroanei	sferică aplatizată	piramidală, deasă	globuloasă	globuloasă
Fructificarea	pe piteni, nuiele și pe ramuri anuale	pe țepușe, nuiele, burse și vetre de rod	pe mlădițe și nuiele	pe mlădițe și nuiele
Epoca de înflorire	mijlocie	mijlocie	mijlocie	mijlocie
Rezistență la boli	genetică la rapăn și mijlocie la făinare	medie la rapăn și făinare	genetică la rapăn și înaltă la făinare	stabilă la rapăn și înaltă la făinare
FRUCTUL				
Mărimea	mare	mijlocie spre mare	mijlocie spre mare	mijlocie
Masa, g	170-250	150-160	170-200	160-230
Forma	sferică, uneori aplatizată	conico-oblongă spre conico-trunchiată	globuloasă sau conico-globuloasă	globuloasă sau conico-globuloasă
Culoarea	roșie, cu striuri	galbenă	roșie dungată (75 %)	galbenă cu roșeață (70-90 %)
Pulpa	de culoare albă-crem, fină, succulentă, crocantă, cu gust dulce-acidulat			
Perioada de recoltare	sfârșitul lunii august sau la începutul lunii septembrie	decada a treia a lunii septembrie – începutul lunii octombrie	decada a doua a lunii septembrie	decada a treia a lunii septembrie – începutul lunii octombrie
Productivitatea, t/ha	28-35	30-40	30-35	30-35
Termenul de păstrare după recoltare, zile	120-130	180-210	90-115	90-115

Notă: conform Babuc et al., 2013; Bucarciuc, 2015

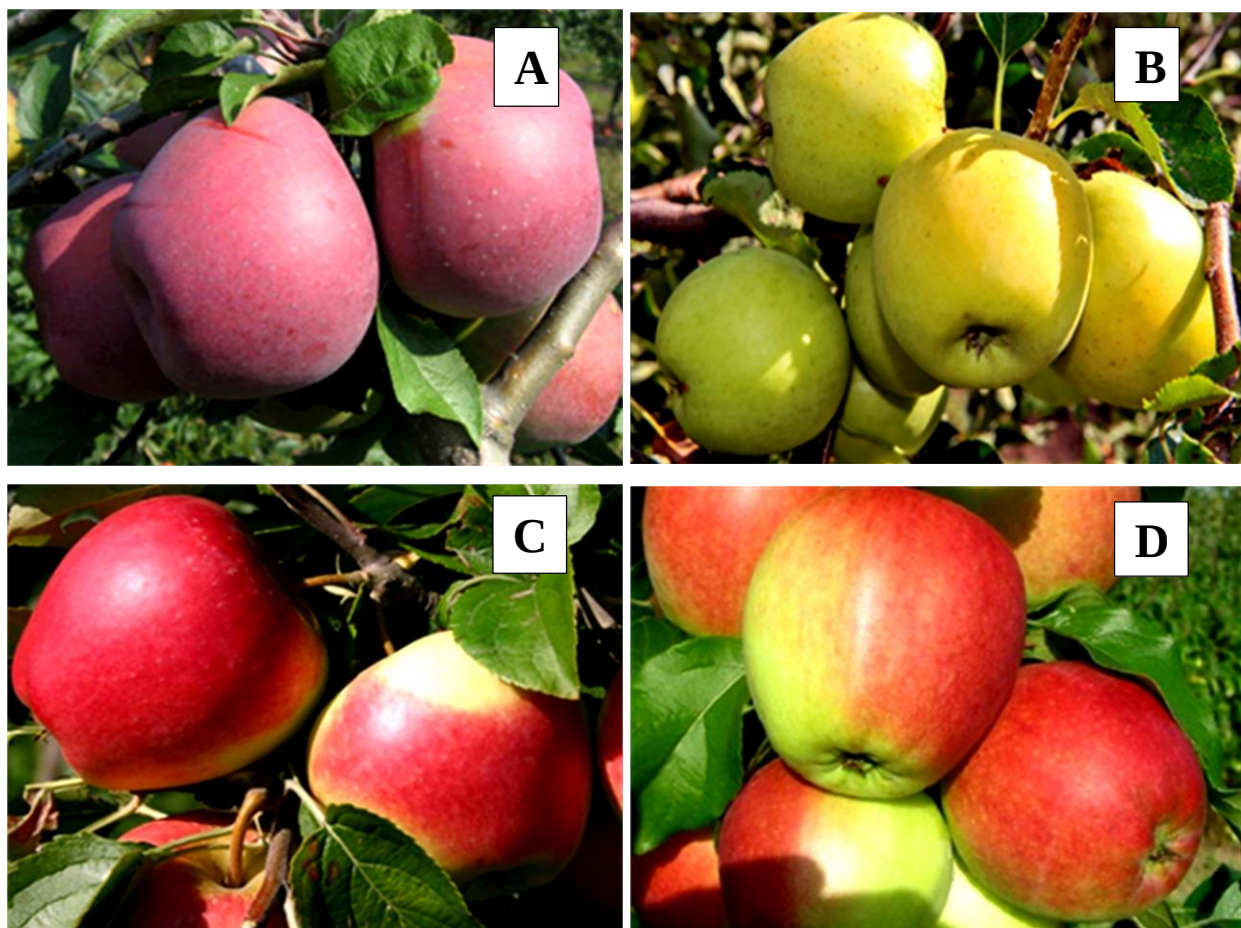


Fig. 2.2. Imaginile fructelor de mere coapte de soiurile Coredana (A), Golden Rezistent (B), Reglindis (C), Rewena (D) (Babuc et al., 2013; Bucarciuc, 2015)

Soiurile de mere identificate pentru studiere sunt prevăzute pentru producerea ecologică. Pomii soiurilor date nu sunt pretențioși față de sol și rezistente la boli, ceea ce nu necesită aplicarea pesticidelor sau se permite aplicarea dozelor minime. Acestea au tipul III de fructificare și sunt omologate și autorizate pentru toate zonele pomicole ale țării.

Tabelul 2.2. Compoziția chimică a merelor ajunse la stadiul de coacere de soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis, Rewena *

Nr. d/o	Soiurile de mere	Substanțe uscate hidrosolubile, %	Zahărul total, %	Acizii organici, %	Vitamina C, mg%
1	Coredana	14,8±0,1	9,4±0,5	0,96±0,02	7,20±0,05
2	Golden Rezistent	15,8±0,7	13,5±0,3	0,91±0,08	12,50±0,03
3	Reglindis	16,2±0,9	14,2±0,5	0,87±0,04	10,56±0,01
4	Rewena	15,2±0,3	12,8±0,2	0,95±0,02	7,22±0,07

Notă: * datele tabelului reprezintă rezultatele cercetărilor, obținute de către colaboratorii Direcției Horticultură din cadrul Institutului ISPHTA, pentru recolta anului 2019

Merele imature au fost recoltate pe parcursul dezvoltării în zilele 45, 58, 71, 84 și 97 de la fenofaza înflorirea deplină (lunile iunie – iulie) ale anilor 2018, 2019 și 2020 de pe loturile

experimentale ale Institutului Științifico-Practic de Horticultură și Tehnologii Alimentare (IȘPHTA), orașul Codru, Chișinău, Republica Moldova.

Pentru producerea conservelor, cu utilizarea acidifiantului din mere, în calitate de materii prime au fost folosite fructe și legume descrise în continuare. Toate materiile prime menționate mai jos au fost procurate de la producătorii locali în stadiul de coacere tehnică și au corespuns „Cerințelor de calitate și comercializare pentru fructe și legume proaspete” aprobate prin Hotărârea Guvernului Republicii Moldova nr. 929 din 31-12-2009 (HG nr. 929, 2009).

Roșia (*Solanum lycopersicum* L.) (mai are denumirea de tomată) în prezent, este o plantă de cultură importantă cultivată în întreaga lume, iar producția și consumul acesteia continuă să crească. Această legumă populară este cunoscută ca o sursă majoră de nutrienți importanți, inclusiv licopen (5,33 % mg per 100g), β -caroten (0,40 % mg per 100g), vitamina C și flavonoide, precum și derivați ai acidului hidroxicinamic, substanțele fenolice totale fiind 45,26 mg per 100g. Conținutul de apă în roșie constituie 93,48 %. De la descoperirea faptului că licopenul are proprietăți antioxidante și anticancerigene, interesul pentru roșii a crescut rapid (Villanueva, 2018; Farooq et al., 2020).



Imagine: onlyfoods.net



Imagine: onlyfoods.net

Castravetele (*Cucumis sativus* L.) este o specie cu o gamă largă de aplicații medicinale și biologice datorită conținutului variat și bogat de nutrienți. Componenta principală a legumei este apa (95 %), iar carbohidrații (2,2 %), lipidele (0,1 %) și proteinele (0,6 %) se află în cantități mici. Totodată, se conțin minerale (calciu, fier, magneziu, fosfor, potasiu, zinc) și metaboliți secundari cum ar fi alcaloizi, taninuri, flavonoide, saponine și compuși fenolici. Toți acești fitoconstituenți pot fi responsabili pentru aplicarea terapeutică asociată. Deci, specia dată de castraveți posedă aplicații mai largi pentru prevenirea anumitor afecțiuni (Kersten et al., 2021; Khan et al., 2022).



Imagine: onlyfoods.net

Pătlăgea vânătă (*Solanum melongena* L.) devine din ce în ce mai bine cunoscută datorită compoziției sale de carbohidrați, proteine, vitamine și câțiva alți compuși bioactivi, cum ar fi acizii fenolici (conținutul de acid clorogenic constituie până la 90 % din totalul acizilor fenolici găsiți în pulpa de vinete) și fibre solubile. De asemenea, vinetele conțin urme de minerale precum cuprul, zincul și fierul. Totodată, unii compuși antinutriționali (cum ar fi saponinele și glicol-alcaloizii steroidieni) conferă un gust amar și au efecte toxice asupra sănătății umane. În mediu, componența

legumei constă din 93,24 % apă, 1,08 % substanțe azotate, 3,94 % substanțe neazotate, 1,15 % celuloză, 0,9 % lipide, 0,50 % cenuși. Datorită compoziției sale biochimice și activității antioxidante vinetele pot fi utilizate în prevenirea și tratamentul unor boli (Kowalski et al., 2003; Sharma et al., 2021).



Imagine: onlyfoods.net

Ardeiul gras roșu (*Capsicum annuum* L., grupul *Grossum Bell*) (din specia dată face parte și gogoșarul) este o legumă mare și cărnosă, pătrangulară, de mărime și greutate variabile (de până la 500 g). Ardeii au un nivel ridicat de apă (92,2 %) și carbohidrați (6,03 %) cu un conținut scăzut de proteine (0,99 %) și grăsimi (0,30 %); au, de asemenea, un conținut adecvat de fibre alimentare (2,1 %) pentru a fi considerate un aliment bogat în fibre; totodată, sunt bogate în compuși fenolici (de la 5,59 la 52,65 mg echivalent acid galic per gram) și flavonoide (de la 2,1 la 41,0 mg echivalent de quercetină per gram). În plus, ardeiul gras conține câteva componente importante din punct de vedere nutrițional, cum ar fi vitaminele (B, A, D, C, E și K) și mineralele (potasiu, sodiu, magneziu, calciu și fosfor). Consumul a 100 g de ardei gras proaspăt asigură aportul zilnic recomandat de acid ascorbic total (Zhuang et al., 2012; Anaya-Esparza et al., 2021).



Imagine: onlyfoods.net

Ardeiul iute (*Capsicum annuum* L., tip *chilli Serrano*) își datorează gustul său arzător substanței capsaicina (1027,25 mg/kg substanță uscată), un alcaloid cu numeroase efecte benefice asupra organismului. Totodată, aceștea conțin alți metaboliți importanți, inclusiv apă (88,4 %), carbohidrați, proteine (0,93 %), uleiuri eterice (1,12 %), grăsimi (19,06 %), carotenoizi (138,60 μg/g), substanțe fenolice totale (2294,29 μg echivalent acid galic per gram), fibre alimentare (2,2 %). De asemenea, ardeii iuți sunt o sursă importantă de vitamine, minerale și compuși antioxidanți (Orellana-Escobedo et al., 2012; Zhuang et al., 2012).



Imagine: onlyfoods.net

Vișinele (*Prunus cerasus* L.) de soi Crisana se caracterizează atât printr-un conținut mai ridicat de glucide și un gust mai dulce față de vișinele clasice, cât și prin culoarea roșie-închisă a fructelor. Vișinele conțin următoarele componente nutriționale: apă (84,91 %), carbohidrați, acizi organici (acidul malic constituie 98 % din totalul de acizi organici), vitamine (C, K, E, A), minerale (calciu, magneziu, fosfor în total 44,0 mg per 100g partea comestibilă), proteine (1,0 %), fibre alimentare (2,1 %) și lipide (1,0 %). Acestea au o activitate antioxidantă ridicată, datorită

conținutului semnificativ de substanțe fenolice totale (370,18 mg echivalent acid galic per 100g) (Filimon et al., 2011; Serradilla et al. 2017).

Căpșunele (*Fragaria* × *ananassa*) sunt fructe importante în alimentația omului datorită



Imagine: onlyfoods.net

conținutului ridicat de nutrienți esențiali și fitochimice benefice, cu o activitate biologică relevantă. Acestea constau în special din apă (90,95 %) și zaharuri (7,68 %), având astfel un efect diuretic și de detoxifiere. De asemenea, fructele au cantitate scăzută de lipide (0,30 %) și proteine (0,67 %), dar ridicată de fibre alimentare (2,0 %), minerale (în special potasiu – 153 mg per 100g) și vitamine (A, grupa B, K, C). Căpșunele au o cantitate semnificativă de substanțe fenolice totale (2250 mg echivalent acid galic per 100g) dintre care 44 % sunt antocianele, ceea ce explică o bună capacitate antioxidantă (Gunduz, 2015; Dumitrescu et al., 2019).

Caracteristicile principale ale fructelor și legumelor, utilizate în calitate de materii prime pentru conservare cu aplicarea acidifiantului din mere, au fost indicate în tabelul 2.3.

Tabelul 2.3. Caracteristicile principale ale fructelor și legumelor folosite în cercetare

Nr. d/o	Materiale	SU, %	AT*, %	pH	Vit C, mg%	Referințe
1	Tomate, soi „Galilea”	4,27	0,41	4,37	14,16	Villanueva, 2018; Farooq et al., 2020
2	Castraveți, soi „Cornișon”	3,93	0,1	6,00	5,50	Kersten et al., 2021; Khan et al., 2022
3	Pătlăgea vânată	7,96	0,19	6,50	2,20	Kowalski et al., 2003; Sharma et al., 2021
4	Ardei gogoșari roșii	9,16	0,12	5,20	28,60	Zhuang et al., 2012; Anaya-Esparza et al., 2021
5	Ardei iuți verzi, soi „Serrano”	12,09	0,24	5,90	25,20	Orellana-Escobedo et al., 2012; Zhuang et al., 2012
6	Vișine, soi „Crisana”	14,7	1,28	3,20	11,70	Filimon et al., 2011; Serradilla et al. 2017
7	Căpșune, soi „Gorella”	9,70	0,8**	3,20	25,12	Gunduz, 2015; Dumitrescu et al., 2019

Notă: SU – substanțe uscate; AT – aciditatea titrabilă; Vit C – conținutul de vitamina C; *- aciditatea titrabilă, recalcularea la acidul malic; **- aciditatea titrabilă, recalcularea la acidul citric.

2.1.2 Materii secundare și auxiliare

La obținerea acidifiantului din mere și a produselor elaborate cu aplicarea acestuia au fost utilizate următoarele componente secundare și auxiliare: condimente, sare, zahăr, apă, acizi organici (acetic, citric), preparate enzimactice, borcane și capace Twist-off. Toate materialele secundare și auxiliare au corespuns cerințelor documentațiilor normative în vigoare prezentate în tabelul 2.4.

Tabelul 2.4. Caracteristica materiilor secundare și auxiliare utilizate în cercetare

Nr. d/o	Materii secundare și auxiliare	Documentația normativă / producătorul
1	Pectinex [®] Ultra AFP, preparat pectolitic	Novozymes (Danemarca)
2	Amylase [®] AG 300 L, preparat amilolitic	Novozymes (Danemarca)
3	Erbigel, preparat limpezire	ERBSLÖH (Germany)
4	Klar-Sol Super, preparat limpezire	ERBSLÖH (Germany)
5	Verdeață (pătrungel, mărar, țelină)	HG nr. 1078 (2008), GOST 16732-71
6	Piper negru boabe	GOST 29050
7	Ceapă proaspătă	HG nr. 929 (2009), GOST 1723
8	Usturoi proaspăt	HG nr. 929 (2009), GOST 7977
9	Zahăr tos	HG nr. 774 (2007), GOST 21-94
10	Sare de uz alimentar	HG nr. 596 (2011), GOST 13830-91
11	Apă potabilă	GOST 2874-82
12	Acid acetic	HG nr.1403(2008), GOST 56968-2016
13	Acid citric	HG nr. 229 (2013), GOST 908-79E
14	Borcan de sticlă (0,58 L; 0,38 L)	GOST 5717-91
15	Capace Twist-off	GOST 25749-83

Notă: Toate materialele secundare și auxiliare au corespuns cerințelor documentațiilor normative în vigoare.

2.1.3 Reactivii folosiți pentru experimente

Studiul experimental efectuat în lucrarea dată a prevăzut următorii reactivii prezentați în tabelul 2.5.

Tabelul 2.5. Reactivii utilizați pentru efectuarea experimentelor

Reactivul	Producătorul	Țara de origine
DPPH (1,1-Difenil-2- picrilhidrazil-hidrat) (C ₁₈ H ₁₂ N ₅ O ₆)	Sigma-Aldrich	Germania
Reactivul Folin-Ciocalteu (H ₃ PW ₁₂ O ₄₀ + H ₃ PMo ₁₂ O ₄₀)	Chem-Lab	Belgia
Acid malic (C ₄ H ₆ O ₅)	Sigma-Aldrich	Germania
Acid citric (C ₆ H ₈ O ₇)	Sigma-Aldrich	Germania
Acid galic (C ₇ H ₆ O ₅)	Sigma-Aldrich	Germania
Acid lactic (C ₃ H ₆ O ₃)	Sigma-Aldrich	Germania
Acid tartric (C ₄ H ₆ O ₆)	Sigma-Aldrich	Germania
Acid acetic (C ₂ H ₄ O ₂)	Sigma-Aldrich	Germania
Acid ascorbic (C ₆ H ₈ O ₆)	Sigma-Aldrich	Germania
Fructoza (C ₆ H ₁₂ O ₆)	Sigma-Aldrich	Germania
Glucosa (C ₆ H ₁₂ O ₆)	Sigma-Aldrich	Germania
Zaharoza (C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁)	Sigma-Aldrich	Germania
Etanol (CH ₃ OH)	Ecochimie SRL	R. Moldova
Fenolftaleina (C ₂₀ H ₁₄ O ₄)	Ecochimie SRL	R. Moldova
Cromat de potasiu (K ₂ CrO ₄)	Ecochimie SRL	R. Moldova
Azotat de argint (AgNO ₃)	Ecochimie SRL	R. Moldova
Hidroxid de sodiu (NaOH)	Ecochimie SRL	R. Moldova
Acetonitril (CH ₃ CN)	Sigma-Aldrich	Germania
Feling 1 (CuSO ₄ ·5H ₂ O)	Biochem	Franța
Feling 2 (KNaC ₄ H ₄ O ₆ ·4H ₂ O)	Biochem	Franța
Alaun de fier amoniacal (Fe(NH ₄) (SO ₄) ₂ ·12H ₂ O)	Ecochimie SRL	R. Moldova
Permanganat de potasiu (KMnO ₄)	Ecochimie SRL	R. Moldova
Carbonat de sodiu (Na ₂ CO ₃)	Ecochimie SRL	R. Moldova
Dihidrofosfat de caliu (KH ₂ PO ₄)	Ecochimie SRL	R. Moldova

Notă: Reactivii chimici utilizați în cercetare au corespuns gradului de puritate analitică.

2.1.4 Instalații și aparate utilizate în cercetare

Diametrul probelor de mere imature a fost măsurat cu ajutorul șublerului. Masa acestora a fost determinată cu ajutorul unei balanțe electronice WTC C1 / LW (Radwag, Poland). Conținutul de umiditate a fost determinat prin uscare în etuva de laborator KVUG.

Obținerea sucurilor din merele imature a fost efectuată la extractorul cu melc (Hotpoint, Ariston, Indesit Company), apoi centrifugat la EBA 20 HETTICH (Zentrifugen, Germany). Conținutul de substanțe solide hidrosolubile a fost determinat cu ajutorul refractometrului electronic ATAGO PAL-3 (Japonia), iar aciditatea ionică la pH-metru HANNA 211 (Germany).

Acizii organici în mostrele experimentale de acidifianți din mere au fost determinați calitativ și cantitativ la instalația Agilent Chem Station 7100 (Agilent Technologies, SUA) prin cromatografia lichidă de înaltă performanță (HPLC), iar glucidele prin sistemul electroforezei capilare Kapeli 105M (Lumex, Rusia). Determinarea substanțelor polifenolice totale și activitatea antioxidantă au fost efectuate la spectrofotometru UV-VIS SPEKOL 1500 (Analytic Jena, Germania) asistat de programul WinAspect instalat în calculator. Determinările criteriilor microbiologice au fost posibile datorită aparatelor și instalațiilor prevăzute pentru testări microbiologice.

2.2 Metode de analiză

Materia primă (merele imature) și mostrele experimentale de produse elaborate (acidifianți din mere, conserve de fructe și legume) au fost caracterizate prin aplicarea diverselor metode fizico-chimice, biochimice, microbiologice și organoleptice cu scopul testării calității și inofensivității acestora. Totodată, au fost descrise metodele specifice utilizate în cercetările efectuate, cum ar fi: determinările activității antioxidante prin reacția cu radicalul DPPH; conținutului total de polifenoli prin metoda Folin-Ciocalteu; conținutului acizilor organici prin metoda HPLC; conținutului de glucide prin metoda electroforezei capilare (CE). De asemenea, sunt descrise metodele tehnologice utilizate în cercetare (obținerea mostrelor experimentale de acidifianți din mere; obținerea produselor din fructe și legume conservate cu aplicarea acidifiantului elaborat; determinarea randamentului sucurilor extrase din merele imature; calcularea indicelui zahăr/aciditate în materia primă; calcularea regimului optimizat de pasteurizare a acidifiantului din mere.

2.2.1 Metodele utilizate la efectuarea experimentelor

Metodele de determinare ale indicatorilor de calitate în materia primă și în mostrele de produse elaborate se prezintă în tabelul 2.6.

Tabelul 2.6. Metodele utilizate la efectuarea experimentelor

Nr. d/o	Denumirea metodei	Principiul metodei	Formula de calcul	Sursa
1	2	3	4	5
Metode pentru determinarea indicatorilor fizico-chimici				
1	Determinarea umidității prin uscare	Principiul metodei se bazează pe uscarea în etuvă la temperatura de 103 ± 2 °C timp de 3 ore. Uscarea se repetă până la atingerea masei constante.	$X = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \cdot 100, \quad [\%]$ unde: m_1 – masa fiolei, g; m_2 – masa fiolei cu probă înainte de uscare, g; m_3 – masa fiolei cu probă după uscare, g.	AOAC Official Method 16-5, 1999
2	Determinarea acidității titrabile (metoda titrimetrică)	Metoda se bazează pe titrarea unui extract apos cu o soluție de hidroxid de sodiu (NaOH) 0,1 mol/L în prezența indicatorului fenolftaleina.	$X = \frac{V \cdot c \cdot M}{m} \cdot \frac{V_o}{V_1} \cdot 0,1, \quad [\%]$ unde: V – volumul sol. NaOH (0,1 mol/L) folosit la titrare, mL; V_o – volumul total al soluției, obținută din cantitatea probei, mL; c – concentrația molară a sol. NaOH, mol/L; m – masa probei, g; M – masa molară a acidului malic; 67,0 g/mol.	ISO 750: 1998
3	Determinarea concentrației de sare (metoda Mohr)	Extractul apos se titrează cu azotat de argint (AgNO_3) 0,1 mol/L în prezența cromatului de potasiu ca indicator. În procesul titrării au loc următoarele reacții: $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} = \text{NaNO}_3 + \text{AgCl}$ $2\text{AgNO}_3 + \text{K}_2\text{CrO}_4 = 2\text{KNO}_3 + \text{Ag}_2\text{CrO}_4$	$X = \frac{V \cdot M \cdot c}{m} \cdot \frac{V_1}{V_2} \cdot 0,1, \quad [\%]$ unde: V – volumul sol. NaOH (0,1 mol/L) folosit la titrare, mL; V_o – volumul total al soluției, obținută din cantitatea probei, mL; c – concentrația molară a sol. AgNO_3, mol/L; m – masa probei, g; M – masa molară a clorurii de sodiu; 58,45 g/mol.	AOAC Official Method VII, 1990
4	Determinarea acidității ionice (pH)	Metoda se bazează pe măsurarea diferenței de potențial dintre un electrod de referință și unul de măsură, introduși în proba analizată. Diferența de potențial este o funcție determinată de pH-ul soluției cercetate.	Rezultatul final este considerată media aritmetică a trei determinări, exprimat cu două zecimale.	ISO 1842: 1991

Continuare tabelul 2.6.

1	2	3	4	5
5	Determinarea conținutului de zahăr total (metoda Bertrand)	Metoda se bazează pe capacitatea grupărilor carbonil din zahăr de a reduce oxidul de cupru (II) până la oxid de cupru (I) într-un mediu alcalin. Când este dizolvat cu alaun de fier amoniacal, oxidul de cupru (I) rezultat, oxidându-se până la oxid de cupru (II), reduce fierul (III) în fier (II), a cărui cantitate se determină prin titrare cu o soluție de permanganat de potasiu.	$X = \frac{G \cdot V \cdot V1 \cdot 100}{g \cdot 50 \cdot V2 \cdot 1000} , \quad [\%]$ unde: <i>G</i> – cantitatea de zahăr, conform tabelii de convertire a cuprului în zahăr, mg; <i>V</i> – volumul balonașului cotelat în care este introdusă proba, mL; <i>V1</i> – volumul balonașului cotelat în care a fost efectuată inversia, mL; <i>g</i> – proba din produsul studiat, g; 50 – cantitatea de soluție luată pentru inversare, mL; <i>V2</i> – cantitatea de soluție luată pentru determinarea zahărului, mL.	Chidan et al., 2011
6	Determinarea acizilor organici (HPLC)	Principiul metodei constă în separarea acizilor organici pe faza staționară formată din siliciu grefat cu octil, detectarea are loc prin spectrofotometrie de absorbție în UV. Determinarea acizilor are loc cu referire la un standard extern analizat în condiții similare.	Concentrațiile acizilor organici și a glucidelor, conform tehnicilor respective, se efectuează cu ajutorul următoarelor formule: $Ce = \frac{e}{RFi}$ $RFi = \frac{i}{Ci}$ unde: <i>i</i> – suprafața picului substanței prezente în soluția standard; <i>e</i> – suprafața picului substanței prezente în eșantion; Rezultatele obținute sunt exprimate în g/L.	OIV, 2007 OIV-MA-AS313-04
7	Determinarea glucidelor prin electroforeza capilară (CE)	Metoda se bazează pe separarea componentelor unui amestec complex într-un capilar de cuarț sub acțiunea câmpului electric aplicat (până la 30 kV). Detectarea indirectă se efectuează la 230 nm.		Komarova et al, 2008 M 04-92-2020
8	Determinarea substanțelor polifenolice totale (metoda spectrofotometrică)	Reactivul Folin-Ciocalteu oxidează grupările hidroxil ale compușilor polifenolici, formând un amestec de oxizi tungsten (W_8O_{23}) și oxizi de molibden (Mo_8O_{23}) de culoarea albastră. Această colorație are o absorbție maximă la 750 nm și este proporțională cu cantitatea totală de compuși polifenolici prezenți în proba analizată.	$C = \frac{C1 \cdot V}{m} , \quad [mg/g]$ unde: <i>C</i> – conținutul total de fenolici, mg/g GAE (echivalent acid galic); <i>C1</i> – concentrația de acid galic stabilită din curba de calibrare, mg/mL; <i>V</i> – volumul extractului, mL; <i>m</i> – masa probei, g.	Singleton et al., 1999

Continuare tabelul 2.6.

1	2	3	4	5
9	Determinarea activității antioxidante (testul cu radicalul liber DPPH)	Soluțiile de radical DPPH au o culoare violet-intens, care absorb la 515-520 nm, și scad la reacția cu compușii antioxidanți (care conțin grupări CH, NH, OH și SH în moleculă), obținând forma redusă de DPPH• (DPPH hidrazina) ce posedă o culoare galben pal.	Determinarea concentrației inițiale de DPPH este realizată cu ajutorul curbei de calibrare	Wojdyło et al., 2020
Metoda pentru determinarea analizelor organoleptice				
10	Evaluarea senzorială	Evaluarea fiecărei caracteristici senzoriale (aspectul exterior, culoarea, consistența, gustul și mirosul) a fost efectuată în baza scării de punctaj (0...5 puncte). Obținerea punctajului mediu a grupului de degustatori	$P = P_m \cdot f_p$ unde: P_m – punctajul mediu (media aritmetică) a rezultatelor; f_p – factorul de pondere (care este ponderea unei caracteristici asupra calității totale senzoriale a produsului).	ISO 6658: 2017; Banu et al., 2009
Metoda pentru determinarea indicatorilor microbiologici				
11	Determinarea de microorganisme mezofile aerobe și facultativ anaerobe, drojdiilor și mucegaiurilor (metoda diluțiilor)	Numărul de drojdii și/sau mucegaiuri, de asemenea, și microorganismele sunt determinate indirect în mostră după termostatarea la temperatura de 25 °C timp de 72 ore.	$\frac{UFC}{mL} = \frac{\Sigma C}{(n1+0,1n2) \cdot d}$ unde: ΣC – suma coloniilor numărate în toate cutiile reținute; $n1$ – numărul de cutii reținute dintr-o diluție; $n2$ – numărul de cutii reținute din diluția succesivă; d – factorul de diluție.	SM SR EN ISO 4833-1:2014; SM SR ISO 21527-2:2014

2.2.2 Descrierea metodelor specifice utilizate în cercetare

- Determinarea conținutului acizilor organici prin metoda HPLC**

Determinarea acizilor organici a fost efectuată prin metoda HPLC la cromatograful Agilent 7100 (Agilent Technologies, SUA). Separarea a fost realizată utilizând o coloană C₁₈ (250×4,6 mm), cu un diametru al dimensiunii particulelor de 5 μm și o coloană de protecție (Agilent Technologies, SUA). Toate separările au fost menținute la 25 °C. Lungimea de undă de detectare a fost de 210 nm. Faza mobilă a fost compusă din soluția tampon KH₂PO₄ ajustat la pH=2.8, cu un debit de 0.7 mL/min. Volumul de injecție al fiecărei probe a fost de 10 μL.

- **Determinarea conținutului de glucide prin metoda electroforezei capilare (CE)**

Determinarea glucidelor a fost efectuată prin metoda electroforezei capilare (CE) la instalația Капель 105M (Lumex, Rusia). Condițiile de separare: electrolitul de fond pe bază de acid dipicolinic cu adaos de bromură de tetradeciltrimetilamoniu (TTAB); capilarul $L_{\text{efect}}/L_{\text{total}} = 65/75$ cm, ID = 50 μm ; tensiunea - 25 kV; lungimea de undă de detectare 230 nm. Toate separările au fost menținute la 20 °C. Datele au fost prelucrate cu ajutorul programei Elforun.

Toate vârfurile probelor HPLC și CE au fost atribuite prin compararea timpurilor de retenție cu cei obținuți din standarde.

- **Determinarea conținutului total de polifenoli prin metoda Folin-Ciocalteu**

Determinarea a fost efectuată în următoarea consecutivitate: într-un balon cotat de 100 mL se introduce succesiv 1 mL probă analizată (diluată prealabil 1:5), 50 mL de apă distilată și 5 mL de reactiv Folin-Ciocalteu. Conținutul balonului a fost agitat intens, iar după 1-2 min au fost adăugați 20 mL de soluție de carbonat de sodiu (20 %). Volumul balonului a fost completat până la cotă cu apă distilată, agitat din nou și lăsat la loc întunecat la temperatura camerei timp de 30 min pentru stabilizarea reacției. Absorbanța corespunzătoare polifenolilor totali a fost determinată la 750 nm în cuva de 1 cm față de un martor preparat cu apă distilată în locul probei analizate (Singleton et al., 1999). Rezultatele determinărilor au fost exprimate ca echivalenți de acid galic mg/100 mL produs. Calculele au fost efectuate, utilizând curba de calibrare cu acid galic în calitate de standard ($0,1-0,50$ mg/100mL; $R^2 = 0,9767$; $y = 0,0227 + 0,7463x$).

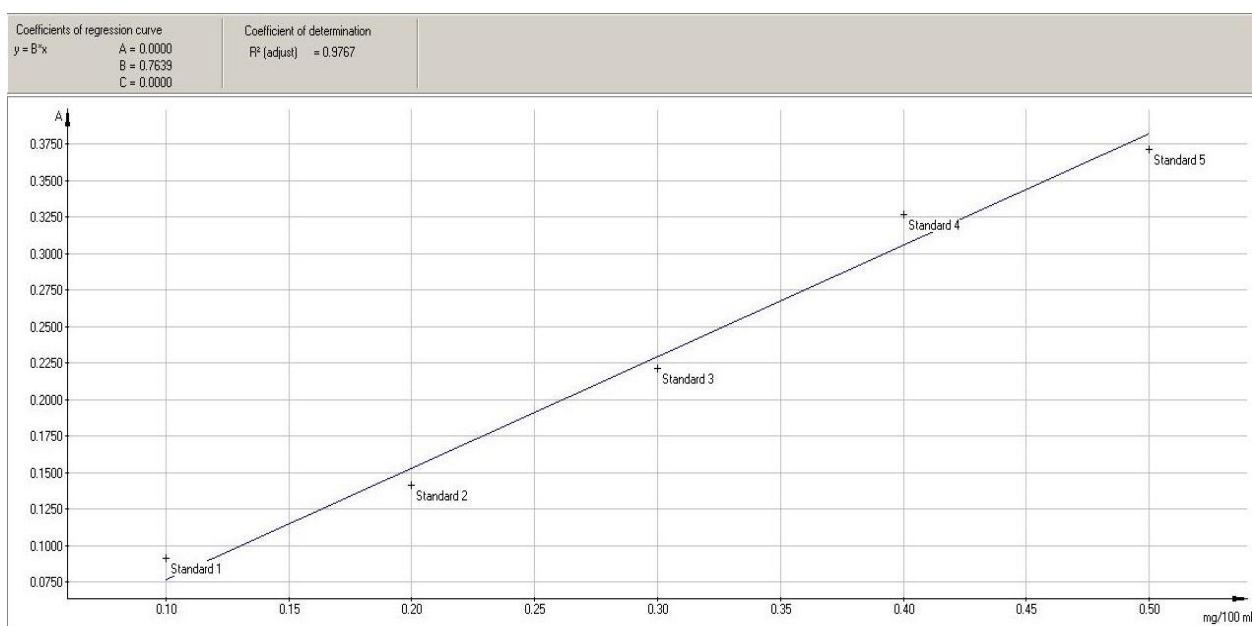


Fig. 2.3. Curba de etalonare pentru determinarea conținutului total de polifenoli, utilizând standardul acid galic

- **Determinarea activității antioxidante prin reacția cu radicalul DPPH**

Testul de captare a radicalului 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH•) este utilizat pe scară largă pentru a evalua potențialele de captare a radicalilor liberi ale diferiților compuși. Metoda aceasta nu necesită pregătiri prealabile pentru stabilizarea radicalului, ceea ce reprezintă un avantaj important (Alam et al., 2013).

Soluția de DPPH a fost pregătită prin dizolvarea a 0,020 g de DPPH în 10 mL etanol (96 %) într-un recipient acoperit cu folia de staniol, apoi încă 1 mL de soluția obținută se mai dizolvă în 10 mL etanol (96 %). Soluția finală de DPPH se păstrează în frigider la temperatura de 4 ± 2 °C. Pentru efectuarea determinărilor, au fost prelevate într-o cuvă, la fel acoperită cu folia de staniol pentru excluderea contactului cu lumina, 0,1 mL de probă analizată și 3,9 mL de soluție de DPPH. După o agitare intensă, fiola a fost lăsată pentru reacție la temperatura camerei în întuneric timp de 30 minute. Exact la expirarea timpului, a fost măsurată absorbanta spectrofotometric la lungimea de undă 517 nm. În calitate de referință a fost utilizat etanolul (96 %) (Wojdyło et al., 2020). Rezultatele se referă de obicei la un antioxidant standard sau la concentrația de antioxidant care asigură o inhibare de 50 % a radicalului DPPH (marcat ca IC₅₀). În categoria IC₅₀ se include acidul ascorbic, acidul galic și altele (Pérez-Lamela et al., 2021).

Activitatea antioxidantă a fost exprimată în μg echivalent acid ascorbic (AA) per mL, cu ajutorul curbei de etalonare cu acidul ascorbic (10-45 μg AA/mL; $R^2=0,9994$; $y=0,4663+0,0032x$).

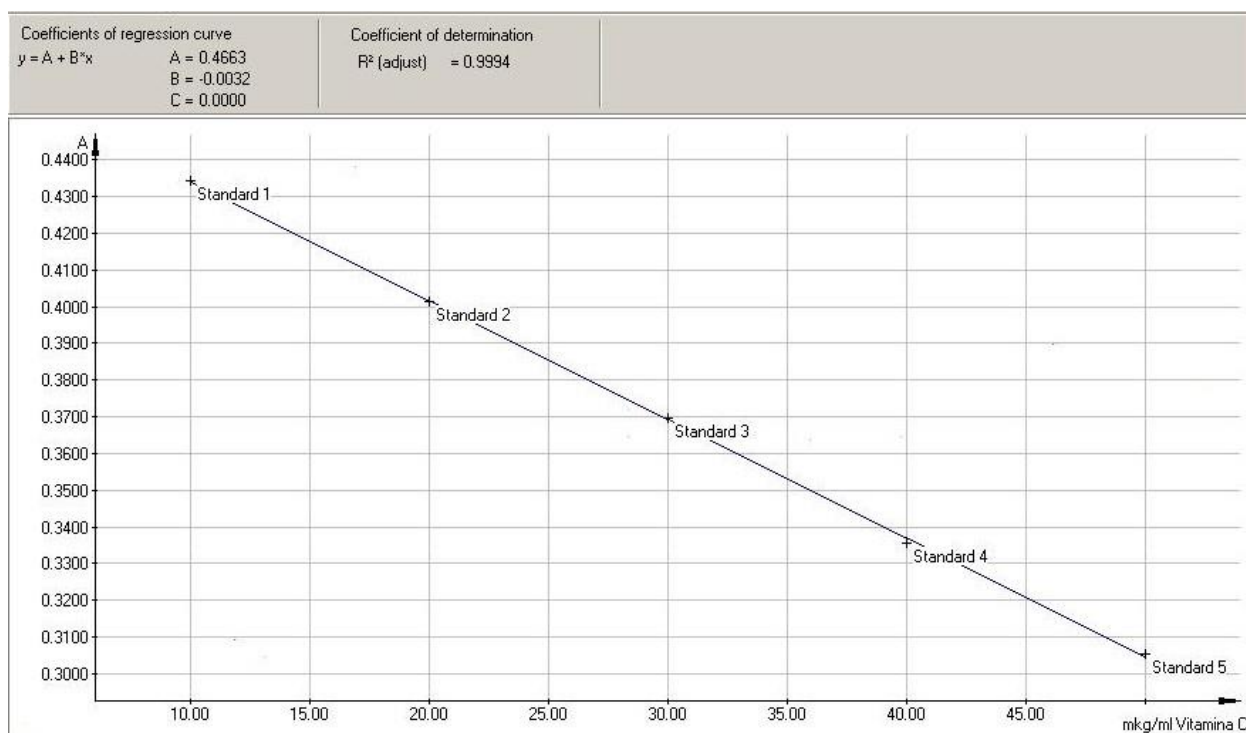


Fig. 2.4. Curba de etalonare pentru determinarea activității antioxidante cu DPPH, utilizând standardul acid ascorbic

2.3 Metode tehnologice de cercetare

2.3.1 Metoda de obținere a mostrelor experimentale de acidifianți din mere

Merele imature de soiurile selectate, în zilele 45, 58, 71, 84 și 97 după fenofaza înflorirea deplină au fost colectate câte 10 kg de fiecare soi. În condițiile de laborator, din aceste fructe au fost extrase sucurile, conform operațiunilor după cum urmează:

- recepționare materie primă;
- sortare-inspectare a fructelor;
- spălare cu apă potabilă sub presiune;
- tăiere-mărunțire a merelor imature;
- tratarea enzimatică a masei mărunțite obținute cu cantități de 0,3 mL/kg preparat pectolitic Pectinex® Ultra AFP și 0,1 mL/kg preparat amilolitic Amylase® AG 300 L, la temperatura de 50 °C timp de 30 min;
- presarea la presa cu melc a masei mărunțite tratate;
- filtrarea grosieră a extractului de la presă;
- limpezire cu preparate Erbigel 5 mL/L și Klar-Sol Super 10 mL/L timp de 30 min;
- filtrarea sucului limpezit;
- tratarea termică la temperatura de 60 °C timp de 20 min;
- ambalare în recipiente de sticlă (borcane) cu volum de 0,42 L și 0,58 L și ermetizare cu capace Twist off.

Sucurile obținute, fiind acide, în continuare vor fi numiți „acidifianți din mere”.

2.3.2 Metodele de determinare ale randamentului sucului din merele imature

În condiții de laborator, a fost determinat randamentul sucului din merele imature după presare conform următoarelor metode:

- a) direct după tăierea-mărunțirea fructelor;
- b) după tratarea termică a masei mărunțite;
- c) după tratarea enzimatică a masei mărunțite cu preparate pectolitice și amilolitice, care prevede și tratamentul termic.

Schema experimentului este prezentată în figura 2.5. Astfel, au fost prelevate câte trei părți egale din fiecare masă mărunțită, obținută din soiurile de mere studiate. Prima parte (I) a fost trecută direct la presă. Partea a doua (II) a fost tratată termic la 50 °C timp de 30 min, apoi presată. Cea de-a treia parte (III) a fost tratată cu preparat pectolitic Pectinex® Ultra AFP (0,3 mL/kg) și preparat amilolitic Amylase® AG 300 L (0,1 mL/kg). Totodată, masa mărunțită tratată enzimatic, a fost incubată la 50 °C timp de 30 min.

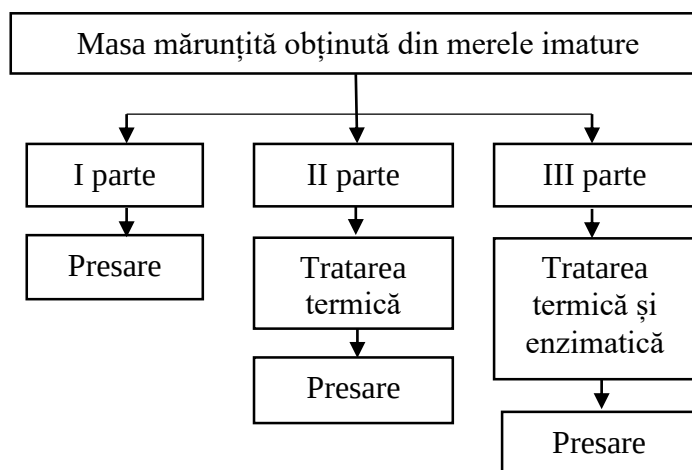


Fig. 2.5. Schema experimentului de determinare a randamentului sucului obținut din masa mărunțită netratată / tratată a merelor imature

Randamentul sucului obținut din merele imature în urma presării a fost calculat, utilizând următoarea formulă (Wilczynski et al. 2019) (2.1):

$$\eta(\%) = \frac{M_{\text{extract}}}{M_{\text{total}}} \cdot 100, \quad (2.1)$$

unde: η – randamentul sucului din fructele de mere imature, %;

M_{extract} – masa sucului obținut, kg;

M_{total} – masa fructelor de mere incluse la presare, kg.

2.3.3 Metoda de calculare a raportului zahăr/aciditate în suc din merele imature

Indicatorul zahăr/aciditate a fost calculat ca raportul SUH/AT cu ajutorul următoarei formule (Jan et al., 2012) (2.2):

$$SUH/AT = \frac{\text{Substanțe uscate hidrosolubile}}{\text{Aciditatea titrabilă}}, \quad (2.2)$$

unde: SUH – substanțele uscate hidrosolubile a sucului din merele imature, %;

AT – aciditatea titrabilă a sucului din merele imature, %.

2.3.4 Metoda de calculare a regimului optimizat de pasteurizare al acidifiantului din mere

Mostrele de acidifiant din mere (soi Reglindis, ziua de recoltare 71 după fenofaza înflorirea deplină) cu conținutul substanțelor uscate hidrosolubile 9,0 °Brix, aciditatea titrabilă 2,40 % și pH 3,09 au fost sterilizate la temperatura de 100 ± 2 °C timp de 15 min. Apoi, în fiecare recipient a fost inclus testul cu mușcăiul *Byssochlamys nivea* cu concentrația celulelor de 10^2 cel. per g

produs și s-a omogenizat prin agitare. Tuburile cu acidifiant inoculat cu test de *Byssochlamys nivea* au fost plasate într-o baie de apă și supuse pasteurizării la următoarele valori ale temperaturii: 60, 65, 70, 75 și 80 (°C). Cercetările au fost efectuate similar celor prezentate de către Golubi (2019). După însămânțarea acidifiantului inoculat cu mucegaiul respectiv pe mediile nutritive (3 % agar), au fost stabilite valorile timpului letal a microorganismului. Dependența dintre timpul letal a mucegaiului *Byssochlamys nivea* și valorile temperaturii de pasteurizare acidifiantului a fost prezentat grafic în coordonatele $\tau_{\text{letal}} - t$ și $\ln(\tau_{\text{letal}}) - t$ (fig. 3.3, 3.4).

Calculul efectului letal real a regimurilor de pasteurizare pentru conservele cu aciditate activă ridicată ($\text{pH} < 4,2$), numit și efectul-A, are loc în baza ecuațiilor (2.3, 2.4) (Flaumenbaum et al., 1986; Tatarov, 2006) cu mici schimbări, înlocuind logaritmul zecimal cu cel natural, similar calculelor efectuate de Golubi (2019) în lucrarea sa:

$$A_{Sr} = \Delta\tau (K_{A1} + K_{A2} + K_{A3} + \dots + K_{An}), \quad (2.3)$$

$$A_{Sr} = U \frac{1}{e^{\frac{(80-t)}{Z}}} = U \cdot K_A, \quad (2.4)$$

unde: A_{Sr} – efectul letal real (valoarea de pasteurizare reală), min;

U – timpul letal al procesului real de pasteurizare, min;

K_A – coeficientul de recalculare a efectului real de pasteurizare la diferite temperaturi;

80 – temperatura etalon, °C;

t – temperatura reală de pasteurizare, °C;

Z – variația temperaturii necesare pentru a reduce timpul letal de 2,71 ori, °C. Aceasta se află prin relația (2.5):

$$Z = \frac{1}{k}, \quad (2.5)$$

k – coeficientul determinat din ecuația liniară $\ln(\tau_{\text{letal}}) = -kt + \text{const.}$

La fel se calculează efectul letal teoretic (2.6):

$$A_{St} = U_t \cdot K_A, \quad (2.6)$$

unde: A_{St} – efectul letal teoretic (valoarea de pasteurizare teoretică), min;

U_t – timpul letal teoretic, min;

Valorile A_{St} și A_{Sr} a procesului real se compară. Regimul de pasteurizare se aprobă pentru utilizare în cazul în care se realizează relația (2.7):

$$A_{Sr} \geq A_{St}, \quad (2.7)$$

2.4 Metoda de modelare matematică a influenței parametrilor din merele imature asupra randamentului de suc

Modelarea matematică a operației reprezintă descrierea matematică a scopului de cercetare.

Variabilele de intrare reprezintă parametrii cu valorile cunoscute, **variabilele de ieșire** sunt parametrii obținuți în urma prelucrării datelor, iar **relațiile funcționale** exprimă legăturile dintre relațiile variabilelor de intrare și ieșire, care pot fi ecuații sau inecuații (algebrice, diferențiale, integrale) (Oprea et al., 2011).

Evaluarea de regresie reprezintă ecuația de regresie, unde modificarea caracteristicilor efective, cum ar fi randamentul sucului este influențată de unii factori (aciditatea titrabilă, substanțele uscate hidrosolubile, zahărul total, pH-ul). Astfel este găsit modelul de regresie, ce exprimă rezultatele obținute ale experimentelor maximal corect.

Modelarea matematică privind influența parametrilor cunoscuți asupra valorii randamentului sucului, a fost efectuată conform metodei pătratelor minime. Toți parametrii implicați în studiu au fost codificați și incluși în tabelul 2.7.

Tabelul 2.7. Parametrii care influențează randamentul sucului din merele imature

Denumirea parametrului	Codificarea	Factorul
Aciditatea titrabilă	AT	X_1
Substanțele uscate hidrosolubile	SUH	X_2
Zahărul total	Zt	X_3
pH-ul	pH	X_4
Fără tratare prealabilă	FTP	-
Tratarea termică	TT	-
Tratare enzimatică + tratare termică	TETT	-

Ecuațiile de regresie, ce caracterizează influența factorilor determinați din merele imature asupra randamentului sucului obținut au fost calculate conform ecuației (2.8), care corespunde funcției $\eta = f(X_1, X_2, X_3, X_4)$:

$$\eta = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \dots + \beta_n X_n, \quad (2.8)$$

unde: η – randamentul sucului din merele imature, %;

β – coeficienții de influență a factorilor;

X – valorile factorilor din sistemul studiat;

1-4 – numărul factorilor.

2.5 Prelucrarea statistică a datelor experimentale

Precizia a fost evaluată folosind metode experimentale ale statisticii matematice. Analiza variației rezultatelor (mediile aritmetice, devierile standard, minimele, maximele, coeficientul de corelare, coeficienții de variație) a fost efectuată prin aplicarea programului Microsoft Office

Excel. Toate analizele au fost efectuate în trei replicări paralele. Testul Student a fost utilizat în calitate de test de semnificație. Au fost permise doar variațiile a căror probabilitatea de eroare maximă era mai mică de 5% ($P < 0,05$). Rezultatele obținute au fost exprimate ca medie $\pm$ devierea standard (SD) (Baerle et al., 2014).

2.6 Concluzii la capitolul 2

Obiectele de bază în studiul de față au fost merele imature de 4 soiuri de perspectivă (Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena), recoltate în perioada anilor 2018-2020 în zilele 45, 58, 71, 84 și 97 după fenofaza înflorirea deplină; acidifiantii din mere, obținuți din aceste fructe; și produsele conservate (de fructe și legume) elaborate cu aplicarea acidifiantului în calitate de sursă de aciditate.

A fost stabilită metodologia de cercetare a materiei prime și a produselor conservate cu aplicarea acidifiantului din punct de vedere a calității și inofensivității cu ajutorul metodelor analitice, fizico-chimice și microbiologice de analiză.

A fost determinată metodologia de analiză a acidifiantilor din mere în vederea conținutului acizilor organici, glucidelor, substanțelor fenolice și activității antioxidante, de asemenea, și stabilirea termenului de păstrare.

Totodată, au fost stabilite metode tehnologice de cercetare, care prevăd calcularea regimului optimizat de pasteurizare al acidifiantului din mere și majorarea randamentului de suc din merele imature; dar și metoda de modelare matematică a influenței parametrilor din merele imature asupra valorii randamentului.

În urma studierii literaturii de specialitate, au fost selectate metode moderne de cercetare, cum ar fi: analiza prin cromatografia de înaltă performanță (HPLC), pentru determinarea calitativă și cantitativă a acizilor organici; electroforeza capilară (CE) – a glucidelor; testul cu radicalul liber DPPH pentru determinarea activității antioxidante; metoda UV/Vis pentru calcularea conținutului total de polifenoli.

3 CERCETAREA INFLUENȚEI PARAMETRILOR MERELOR IMATURE ASUPRA CALITĂȚII ACIDIFIANTULUI NATURAL

În acest capitol este descris studiul asupra merelor imature de 4 soiuri de perspectivă (Coredana, Golden Rezistent, Reglindis, Rewena) selectate pentru cercetare; sunt determinați indicatorii fizico-chimici ai sucurilor obținute. Rezultatele reprezintă media a trei ani de studii (2018 – 2020). În același timp, au fost aplicate și studiate procedeele moderne de mărire a randamentului sucului din merele imature.

3.1 Caracteristicile fizico-chimice ale merelor pe parcursul creșterii și dezvoltării acestora

Cunoașterea caracteristicilor fizico-chimice ale merelor imature, obținute în urma căderilor fiziologice sau a răritului, este o cale promițătoare de gestionare eficientă a deșeurilor horticole privind utilizarea rațională a materiilor prime vegetale prin creșterea sustenabilității și durabilității.

3.1.1 *Dinamica schimbărilor masei și diametrului merelor*

Creșterea și dezvoltarea sunt procese de acumulări cantitative ale diverselor componente nutritive care duc la creșterea masei și a dimensiunii fructelor, iar coacerea, sau maturarea, acestora constituie acumulări calitative ale compușilor organici necesari (Roshan et al, 2012; Mureșan et al, 2019).

Profilul fizico-chimic al merelor imature a fost studiat în zilele 45, 58, 71, 84 și 97 de la fenofaza înflorirea deplină. Dinamica schimbărilor masei și diametrului acestora este prezentată în figura 3.1.

După cum era de așteptat, acești doi parametri au crescut continuu pentru toate soiurile de mere analizate în timpul creșterii și dezvoltării fructului (fig. 3.1). Masa merelor pe parcursul dezvoltării a crescut în mediu cu 64,10 %, constituind astfel $65,60 \pm 0,10$ % pentru merele de soiul Coredana; $68,34 \pm 0,31$ % pentru soiul Golden Rezistent; $65,94 \pm 0,10$ % pentru soiul Reglindis și $56,50 \pm 0,22$ % pentru soiul Rewena. La fel s-a majorat și diametrul fructelor, în mediu cu $41,18 \pm 0,18$ %, având pentru fiecare soi în parte următoarele valori: Coredana – $42,81 \pm 0,20$ %; Golden Rezistent – $41,30 \pm 0,11$ %; Reglindis – $40,81 \pm 0,12$ % și Rewena – $39,87 \pm 0,21$ %, respectiv. Rezultate similare au fost înregistrate în lucrarea realizată de către Mureșan și colaboratorii (2015) asupra soiurilor de mere Golden Delicios, Jonathan și Starkrimson, recoltate între zilele 7 și 144 de la fenofaza înflorirea deplină.

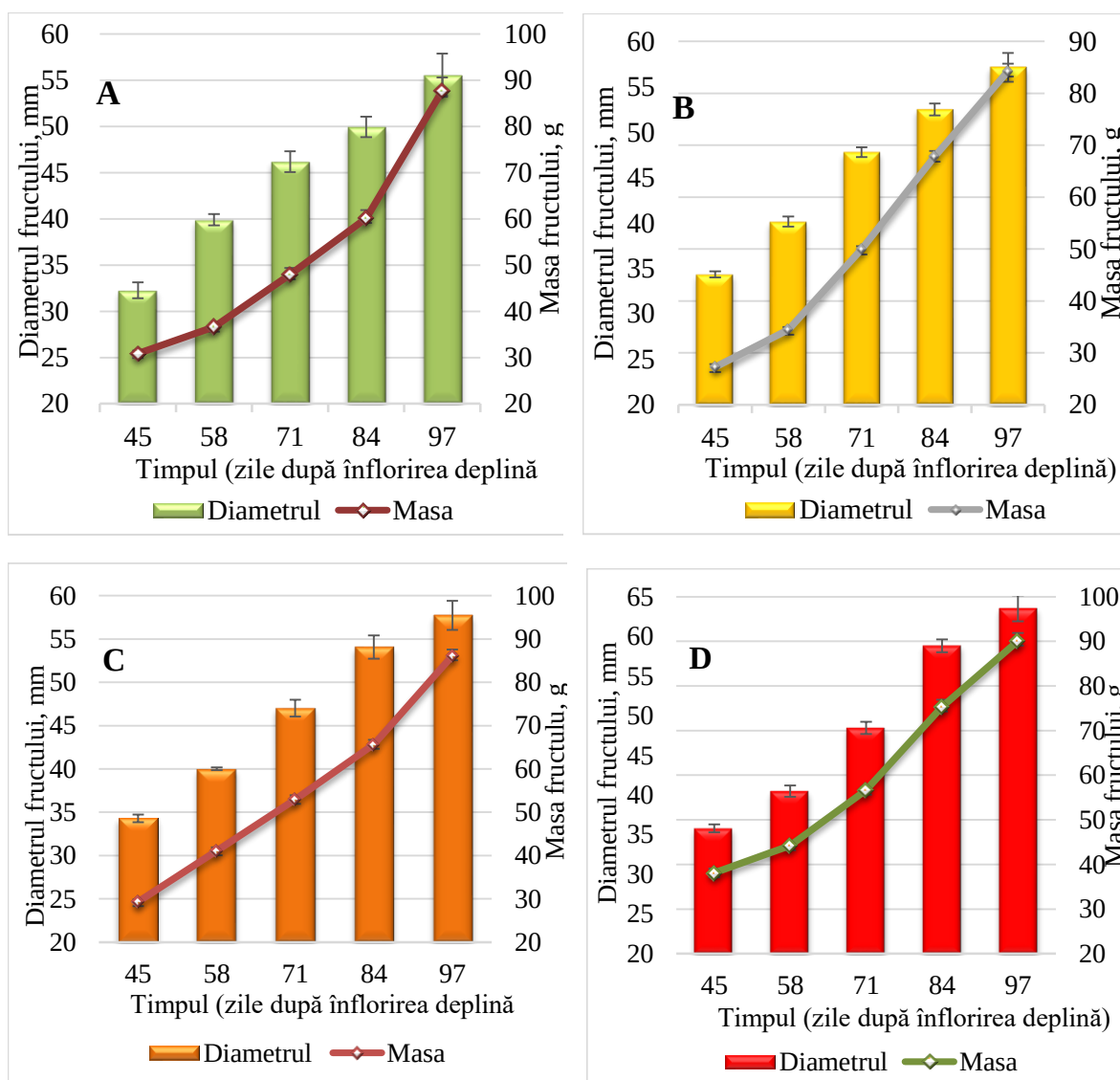


Fig. 3.1. Dinamica schimbărilor masei și diametrului a merelor imature de soiurile Coredana (A), Golden Rezistent (B), Reglindis (C), Rewena (D) în timpul dezvoltării

Merele prezintă un model de creștere curbă sigmoidă simplă cu o fază inițială de creștere exponențială, urmată de creștere liniară, bazată pe o ecuație expolinară care implică diametrul fructelor (Tijero et al., 2021). În timpul etapelor timpurii de dezvoltare ale mărului, zaharurile sunt esențiale pentru furnizarea energiei necesare fructelor pentru a suporta diviziunea celulară și expansiunea ulterioară a celulelor.

Procesul de dezvoltare a fructelor se desfășoară în două etape. Prima etapă începe de la înflorire și durează aproximativ 35 de zile, timp în care are loc diviziunea celulară exponențială (primele 7 zile) și creșterea masei fructului datorită diviziunii și expansiunii celulelor (din a 7-a până în aproximativ a 35-a zi). În această perioadă are loc diviziunea celulară a organelor care participă la formarea fructului și a semințelor (Lasko et al, 2013). A doua etapă de creștere începe

înainte de sfârșitul diviziunii celulare și durează până la recoltarea fructelor. În cele din urmă, creșterea pentru restul sezonului are loc în principal numai prin extinderea celulelor. În această perioadă, fructele adaugă o cantitate similară de greutate în fiecare zi (Roshan et al, 2012; Lasko et al, 2013).

În timpul procesului de coacere a fructelor de mere au loc diverse modificări fiziologice (procesul de fotosinteză), iar durata depinde de specie și soi (Burzo et al., 1999). Merele tinere au un sistem fotosintetic cu cloroplaste active, care sunt situate la nivelul țesuturilor verzi hipodermice și perivascularare interioare. Pigmenții fotosintetici (clorofilele a, b și altele) se găsesc atât în coaja, cât și în pulpa merelor. Deși, conținutul de clorofilă scade treptat pe măsură ce mărul se dezvoltă, acești pigmenți pot accepta energie luminoasă pentru fotosinteză (Simkin et al., 2020).

3.1.2 Evoluția indicatorilor fizico-chimici în merele studiate

De asemenea, în merele studiate au fost determinați astfel de parametri ca umiditatea, aciditatea titrabilă, conținutul total de glucide, substanțele uscate hidrosolubile și pH-ul. Toate acestea, inclusiv masa și diametrul, reprezintă indicatori de creștere a fructelor. Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul 3.1.

Tabelul 3.1. Evoluția indicatorilor fizico-chimici în fructele de patru soiuri de mere studiate pe parcursul dezvoltării

Soi mere	Timpul ZID*	W, %	AT, **, %	SUH, °Brix	Zt, %	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 ± 0,03	7,80 ± 0,13	5,27 ± 0,08	3,16 ± 0,035
	71	84,18 ± 0,02	1,76 ± 0,07	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 ± 0,03	8,50 ± 0,03	6,15 ± 0,05	2,70 ± 0,002
	84	84,63 ± 0,07	2,30 ± 0,01	10,75 ± 0,02	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: Rezultatele reprezintă media a trei ani de studii (2018, 2019, 2020) ± devierea standardă (SD); * timpul ZID – zile după fenofaza înflorirea deplină; W – umiditatea; AT** - aciditatea titrabilă, exprimată în acid malic; SUH – substanțele uscate hidrosolubile; Zt – zahărul total, pH – aciditatea activă.

Pe parcursul creșterii și dezvoltării fructelor de mere, conținutul de umiditate a variat între 83,20 % și 87,10 % și nu au fost observate diferențe semnificative între soiurile testate. Umiditatea reprezintă un parametru important de determinat, deoarece acesta influențează randamentul obținerii sucului din mere. Zheng și Waheed împreună cu colaboratorii săi au raportat rezultate similare în urma studierii merelor de soiurile Fuji, Red Delicios, Amri și Kulu (Waheed et al., 2004; Zheng et al., 2012).

Conținutul de substanță uscată hidrosolubilă (SUH) al mărului și al altor fructe reprezintă un parametru major de calitate care este corelat cu textura și compoziția (Yamaki, 1984; Colaric et al., 2005). SUH a crescut considerabil odată cu creșterea și dezvoltarea fructelor de mere. Cele mai mari concentrații ale acestui indice 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 până la stadiul de coacere.

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 înflorirea deplină, deoarece acești doi indicatori sunt într-o corelație direct proporțională.

Creșterea conținutului de substanțe uscate 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 (Zheng et al., 2012; Bart et al., 2008; Mureșan et al., 2015). Ma și colaboratorii (2015) în cercetările sale au arătat că fructoza și zaharoza erau principalele componente ale zaharurilor solubile din fructele cultivate, în timp ce fructoza și glucoza erau principalele elemente ale zaharurilor din fructele sălbatice.

Aciditatea în toate soiurile de mere studiate a scăzut pe parcursul creșterii fructelor de mere. 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 de soiul 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 și operațiunea de rărit 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 pentru 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 acidifianților naturali.

3.1.3 Modificarea raportului zahăr / aciditate

Modificările metabolice ale zaharurilor și acizilor organici din fructe joacă un rol important în producția și calitatea acestora. Schimbările date determină caracteristicile organoleptice ale fructului. Zaharurile solubile determină dulceața merelor, iar acizii organici sunt responsabili de aciditate (Borsani et al., 2009; Ma et al., 2015; Wei et al., 2021). Aceste transformări evidente ale fructului, care există în faza de coacere, sunt percepute atât prin simțurile umane, cât și prin aparataj de laborator. Mult mai complet este indicele derivat din raportul zahăr/aciditate (SUH/AT), care este mai strict legat de calitatea fructului în raport cu valorile unice ale SUH și AT. Cu toate acestea, relația poate varia de la an la an (Campisi, 2013). Acest indice servește ca indicator industrial, deoarece echilibrul dintre zaharuri și acizi organici influențează gustul băuturii (Bandic et al., 2019). Indicii de zahăr/aciditate ai soiurilor de mere coapte Idared și Crips Pink, studiați de Bandić și colaboratorii (2019), au fost 28 și, respectiv, 35. Alberti și colaboratorii (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. Rezultate similare a prezentat și Golubi (2019) în studiul său asupra strugurilor nematurați, în care a fost stabilit că atât timp cât valorile indicelui glucoacidometric nu depășesc limita de 10 unități, se recomandă direcționarea strugurilor la

producerea acidifiantului natural. Însă când valorile acestuia se situează în limite de la 10 până la 20 unități, se propune procesarea strugurilor recoltați pentru producerea sucului acid.

Pe baza valorilor determinate ale conținutului total de substanțe uscate hidrosolubile și aciditatea titrabilă, indicii SUH/TA au fost calculați pentru toate cele 4 soiuri de mere studiate în lucrarea dată și au fost prezentați în figura 3.2. Rezultatele au prezentat media aritmetică $\pm$ devierea standard pentru 3 ani (2018, 2019, 2020).

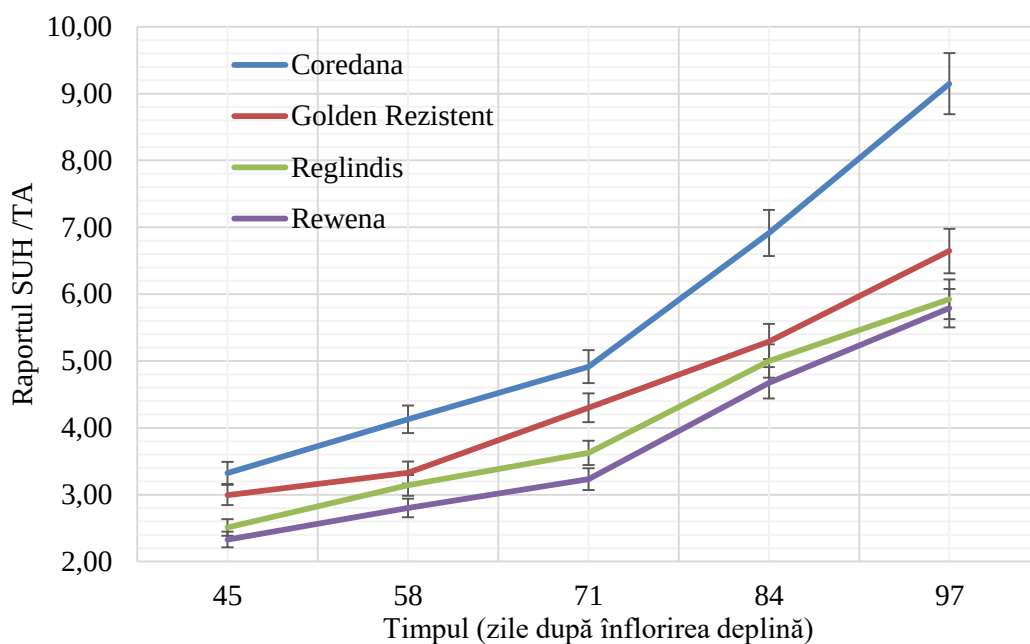


Fig. 3.2. Dinamica raportului SUH/TA pe parcursul dezvoltării fructelor de măr din soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena

Conform calculelor și datelor obținute (fig. 3.2), raportul SUH/AT între zilele 45 și 97 după înflorirea deplină a soiurilor studiate au prezentat următoarele valori: Coredana – 3,32-9,15; Golden Rezistent – 3,00-6,65; Reglindis – 2,51-5,93; Rewena – 2,33-5,79. Din ziua a 45-a după înflorirea deplină până în cea de-a 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 indicilor zahăr/aciditate se datorează creșterii conținutului de carbohidrați și scăderii cantității de aciditate pe parcursul dezvoltării fructelor.

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 al extracției. Obținerea sucului, în tehnologia clasică, prevede utilizarea preparatelor enzimatice doar pentru operațiunea de limpezire. Cu toate acestea, au fost efectuate studii despre mărirea

randamentului și a limpidității sucului din merele coapte de soiul Golden Delicious, utilizând enzimele cu acțiune pectică și amilolitică (Srivastava et al., 2013).

În studiul de față, pentru majorarea randamentului sucului din merele imature, în condiții de laborator, masa mărunțită a fost tratată cu preparate enzimatice pectolitice și amilolitice anterior procesului de presare. 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.

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

Datele rezultate (tab. 3.2) denotă că tratarea termică a masei mărunțite (la temperatura 50 °C timp de 30 min) 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 după presare a crescut în mediu cu până la 24 % datorită degradării substanțelor pectice și a amidonului sub acțiunea enzimelor. Vâscozitatea sucului tratat

cu enzime pectice scade. În același timp, tratarea sucului cu enzime provoacă formarea de ioni, rezultând o agregare electrostatică care mărește dimensiunea particulelor. Combinația dintre vâscozitatea scăzută și dimensiunea crescută a particulelor determină formarea sedimentului ce se depune, iar sucul se limpezește (Srivastava et al., 2013). De asemenea, unele studii au demonstrat că acțiunea enzimelor asupra merelor imature majorează nu doar randamentul de extracție a sucului, ci au îmbunătățit semnificativ extracția conținutului total de fenoli (de cca 3 ori), a activității antioxidante (de cca 2 ori), cât și a conținutului de zahăruri reducătoare (de cca 1,5 ori) (Zheng et al., 2009; Zheng et al., 2014).

Astfel, conform rezultatelor obținute, în urma tratării termice și enzimatică a masei mărunțite, randamentul sucului din merele imature după presare pentru fiecare soi între zilele 45 și 97 de la înflorirea deplină a constituit următoarele valori: Coredana – 35,73 - 65,56 %; Golden Rezistent – 39,50 - 64,91 %; Reglindis – 33,57 - 63,46 % și Rewena – 33,28 - 65,18 %. Această metodă de tratare a masei mărunțite din merele studiate s-a arătat a fi cea mai optimă și rezonabilă pentru majorarea randamentului de extragere a sucului.

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 ($AT = X_1$, $SUH = X_2$, $Z_t = X_3$ și $pH = X_4$) asupra valorii randamentului sucului din merele imature după presare (η) (tab 3.3).

Tabelul 3.3. Coeficienții de influență ai factorilor determinați în sistemul studiat

Soi mere	Metode de tratare a masei mărunțite	Coeficienții de influență				
		β_0	$\beta_1(AT)$	$\beta_2(SUH)$	$\beta_3(Z_t)$	$\beta_4(pH)$
Coredana	FTP	275,54	-149,6634	-15,88321	3,298214	45,7124
	TT	292,3621	-140,743	-13,63547	3,150984	30,4092
	TETT	197,8121	-51,51536	-3,489224	3,174502	-15,8613
	X_0-X_4	255,2381	-113,9739	-11,00263	3,2079	20,08677
Golden Rezistent	FTP	3369,718	-311,6065	95,37994	-81,16601	-969,7792
	TT	3061,768	-284,2908	81,12809	-67,65578	-876,7686
	TETT	2890,96	-273,7468	75,22282	-63,49034	-818,6761
	X_0-X_4	3107,482	-289,8814	83,91028	-70,77071	-888,408
Reglindis	FTP	139,7849	-35,98399	-10,607	11,76927	1,430912
	TT	20,65281	-2,09346	1,852137	3,48495	-3,395621
	TETT	-199,3356	61,24368	14,07909	-0,974708	-5,570239
	X_0-X_4	-12,96596	7,722077	1,774742	4,759837	-2,511649
Rewena	FTP	-95,8363	23,71474	-8,304839	15,96212	16,52245
	TT	-77,95368	16,42442	-14,81236	21,90812	25,71762
	TETT	-106,5864	23,21334	-10,5709	18,38803	25,97096
	X_0-X_4	-93,45879	21,1175	-11,22937	18,75276	22,73701

Notă: FTP – fără tratare prealabilă; TT – tratarea termică; TETT – tratarea enzimatică cu cea termică concomitent; X_0-X_4 – factorii determinați din sistem; $\beta_0-\beta_4$ – coeficienții de influență ai factorilor; AT - aciditatea titrabilă; SUH – substanțele uscate hidrosolubile; Z_t – zahărul total; pH – aciditatea activă.

Inițial, pentru calcule a fost utilizată ipoteza intersecției nenule a funcției $\eta = f(X_0, X_1, X_2, X_3, X_4)$, pentru care se presupune valoarea nenulă a termenului $\beta_0 X_0$. În acest caz, parametrul $\beta_0 X_0$ a reprezentat randamentul teoretic (calculat din modelul respectiv), care ar fi putut realiza valorile nule ale parametrilor $AT = X_1$, $SUH = X_2$, $Z_t = X_3$ și $pH = X_4$.

Astfel au fost obținute expresiile de mai jos (3.1 – 3.4) ale randamentelor de extragere a sucurilor din merele imature de soiurile studiate:

$$\eta_{\text{Coredana}} = 255 - 114 AT - 11SUH + 3Z_t + 20pH : R^2 = 1, \quad (3.1)$$

$$\eta_{\text{Golden Rezistent}} = 3107 - 290AT + 84SUH - 71Z_t - 888pH : R^2 = 1, \quad (3.2)$$

$$\eta_{\text{Reglindis}} = -13 + 8AT + 2SUH + 5Z_t - 3pH : R^2 = 1, \quad (3.3)$$

$$\eta_{\text{Rewena}} = -93 + 21 AT - 11SUH + 19Z_t + 23pH : R^2 = 1, \quad (3.4)$$

Analiza exemplilor prezentate de regresii denotă că ipoteza $\beta_0 X_0 \neq 0$ s-a dovedit a fi greșită, reieșind din următoarele considerente:

- Valorile factorilor $X_1 - X_3$ în sistemul studiat nu pot să fie nule, deoarece, astfel sistemul ar corespunde apei distilate conform compoziției, ceea ce este o absurditate;
- Valoarea nulă a pH-ului corespunde concentrației normale a ionilor de hidrogen (1 echivalent/L), ceea ce din nou prezintă o absurditate pentru sistemul studiat;
- Produsele $\beta_0 X_0$ pentru soiurile Coredana și Golden Rezistent au valori ce depășesc cu mult 100%, iar pentru Reglindis și Rewena sunt chiar negative;
- Valorile $R^2 = 1$, de asemenea, au confirmat caracterul matematic pur formal al modelelor obținute, ce nu este legat de proprietățile reale ale sistemului.

Eșuarea ipotezei nenule $\beta_0 X_0 \neq 0$, în mod firesc a condus la utilizarea ipotezei $\beta_0 X_0 = 0$ și a funcției $\eta = f(X_1, X_2, X_3, X_4)$. În acest caz, valorile coeficienților de influență a factorilor β au descris suprafața de replică doar în vecinătatea rezonabilă a spațiului factorial studiat. Pornind de la ipoteza, că $\beta_0 X_0 = 0$, au fost calculate valorile coeficienților de influență $\beta_1 - \beta_4$ pentru toate metodele de tratare a masei mărunțite și sunt prezentați în tabelul 3.4.

Tabelul 3.4. Coeficienții de influență a factorilor pentru ipoteza $\beta_0 X_0 = 0$

Soi mere	Metode de tratare a masei mărunțite	Coeficienții de influență a factorilor			
		$X_1=AT$	$X_2=SUH$	$X_3=Z_t$	$X_4=pH$
1	2	3	4	5	6
Coredana	FTP	-11,65202	2,314285	1,124129	9,898985
	TT	5,694188	5,673	0,844168	-7,59067
	TETT	47,56395	9,574878	1,613712	-41,572
Golden Rezistent	FTP	-16,24967	3,257151	-0,49268	16,55907
	TT	-15,926	-2,57582	5,645016	19,43067
	TETT	-20,3532	-3,81148	5,721208	27,52667

Continuare tabelul 3.4.

1	2	3	4	5	6
Reglindis	FTP	-1,560283	-4,80133	10,1421	6,930936
	TT	2,992542	2,709908	3,24454	-2,58301
	TETT	12,15488	5,800101	1,345666	-13,4134
Rewena	FTP	-5,230152	-12,8487	16,38399	22,16213
	TT	-7,11949	-18,5083	22,25128	30,30496
	TETT	-8,97836	-15,6244	18,85723	32,24326
Mediile*	FTP	-8,673031	-3,019649	6,789385	13,88778
	TT	-3,58969	-3,175303	7,996251	9,890488
	TETT	7,596818	-1,015225	6,884454	1,196133

Notă: FTP – fără tratare prealabilă; TT – tratarea termică; TETT – tratarea enzimatică cu cea termică concomitent; X₁-X₄ – factorii determinați în sistem; AT - aciditatea titrabilă; SUH – substanțele uscate hidrosolubile; Z_t – zahărul total; pH – aciditatea activă; * - mediile coeficienților pentru toate soiurile de mere ale fiecărei metode de tratare în parte a masei mărunțite.

În baza datelor obținute din tabelul 3.4, au fost prezentate regresiiile (3.5 – 3.7), ce caracterizează influența factorilor asupra amestecului din soiurile studiate, pentru diferite metode de tratare a masei mărunțite. A fost presupus că acestea vor avea o aplicabilitate și o capacitate de prognozare valabile pentru mai multe soiuri de mere.

$$\eta_{(FTP)} = -8,7AT - 3,0SUH + 6,8Z_t + 13,9pH : R^2 = 0,999, \quad (3.5)$$

$$\eta_{(TT)} = -3,6AT - 3,2SUH + 8,0Z_t + 9,9pH : R^2 = 0,999, \quad (3.6)$$

$$\eta_{(TETT)} = 7,6AT - 1,0SUH + 6,9Z_t + 1,1pH : R^2 = 0,999, \quad (3.7)$$

Factorii, care influențează pozitiv randamentul sucului pentru toate tipurile de tratare, sunt zahărul total (Z_t) și pH-ul. Substanțele uscate hidrosolubile (SUH), dimpotrivă, contribuie la micșorarea randamentului pentru toate metodele de tratare. Influența factorului aciditatea titrabilă (AT) este de semn diferit în funcție de tipul de tratare, fiind negativă pentru metoda fără tratare preventivă (FTP) și cea termică (TT), și vizibil pozitivă pentru tratare enzimatică și cea termică concomitent (TETT). Totodată, pentru TETT se observă influența pozitivă a factorului pH, dar mult mai mică în comparație cu alte tratări.

Regresiile prezentate au confirmat faptul că **randamentul cantitativ** al sucului din merele imature, dintr-o parte, și **calitatea acestuia** în calitate de materie primă pentru obținerea acidifiantului, din altă parte, sunt mai degrabă caracteristicile antagoniste ale sistemului studiat.

3.4 Calculul regimului optimizat de pasteurizare al acidifiantului din mere

Actualmente interesul consumatorilor față de calitatea și siguranța produsului alimentar crește continuu. Populația solicită produse sănătoase, minim procesate prin tehnici de conservare sigure, astfel încât calitatea și profilul nutrițional al acestora să nu fie afectate.

Speciile de microorganisme *Byssoschlamys* sunt abundente în sol și sunt recunoscute ca mucegaiuri importante de alterare ale fructelor și produselor din aceste fructe (Pitt et al., 1997; Beuchat, 1998; Silva et al., 2014). O atenție majoră dintre aceste specii o are *Byssoschlamys nivea* datorită rezistenței termice ridicate, dar și faptului că poate produce micotoxinele: patulină (Roland et al., 1984; Taniwaki et al., 2009; Sant'Ana et al., 2010), acidul sochlamic (Escoula, 1974) și bysotoxina A (Beuchat et al., 1979).

Valorile scăzute ale pH-ului, ridicate ale acidității titrabile și moderate ale substanțelor uscate hidrosolubile în merele imature ne permite optimizarea regimului de tratare termică la obținerea acidifiantului din mere. Totodată, această oportunitate va permite păstrarea valorii nutritive mai înalte a produsului și diminuarea consumului de energie, un factor important în dezvoltarea durabilă și sustenabilă.

Sterilizarea conservelelor caracterizate prin aciditate activă ridicată ($\text{pH} < 4,2$), cum ar fi sucurile de fructe, compoturi, marinate și alte produse cu aciditate sporită, nu necesită un tratament termic ridicat, ci poate fi efectuat la $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ sau chiar sub $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ (pasteurizare) (Flaumenbaum et al., 1986; Tatarov et al., 2006). Totodată, temperatura de tratare a conservelelor depinde nu doar de pH-ul final, ci și de conținutul de solide, de aditivii adăugați (acizi ascorbic și citric) și altele (Sant'Ana et al., 2008). În același timp, studiile asupra culturilor de mere au demonstrat că dezvoltarea celulelor de patulină a fost majoră la valorile pH-ului între 5,0 și 7,0, în timp ce la pH-ul bazic (8,5) sau acid (2,5) rezultatele au fost opuse (Jimdjio et al., 2021).

Studiind literatura de specialitate, au fost făcute referințe la studii anterioare în care acidifiantii din struguri (SUH 10-12 °Brix, pH 2,8-3,0) au fost pasteurizați la temperatura de $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ timp 20 min (Golubi, 2019) și pireul de căpșuni (SUH 8,1 °Brix, pH 3,4) a fost supus tratamentului termic la $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ timp de 15 min (Evelyn et al., 2015). În studiul de față, în baza celor expuse mai sus, capilarele cu acidifiant din mere (soi Reglindis recoltate la a 71-a zi după înflorirea deplină, având conținutul SUH = 9,0 °Brix, AT = 2,40 % și pH = 3,09) sterilizat și inoculat cu cultura de *Byssoschlamys nivea* 10^2 cel/mL au fost pasteurizate într-o baie de apă la temperaturi cu următoarele valori stabilite: 60, 65, 70, 75, 80 (± 2) °C timp de 20; 18,5; 17,3; 16,1 și 15 (± 2) min, respectiv. Conform datelor stabilite, a fost calculat logaritmul natural al timpului letal al microorganismului indicat.

Dependența dintre timpul letal al mucegaiului *Byssoschlamys nivea* inoculat și valorile temperaturii de pasteurizare ale acidifiantului a fost prezentată grafic în coordonatele timpul letal – temperatura ($\tau_{\text{letal}} - t$) (fig. 3.3) și logaritmul natural al timpului letal – temperatura ($\ln(\tau_{\text{letal}}) - t$) (fig. 3.4).

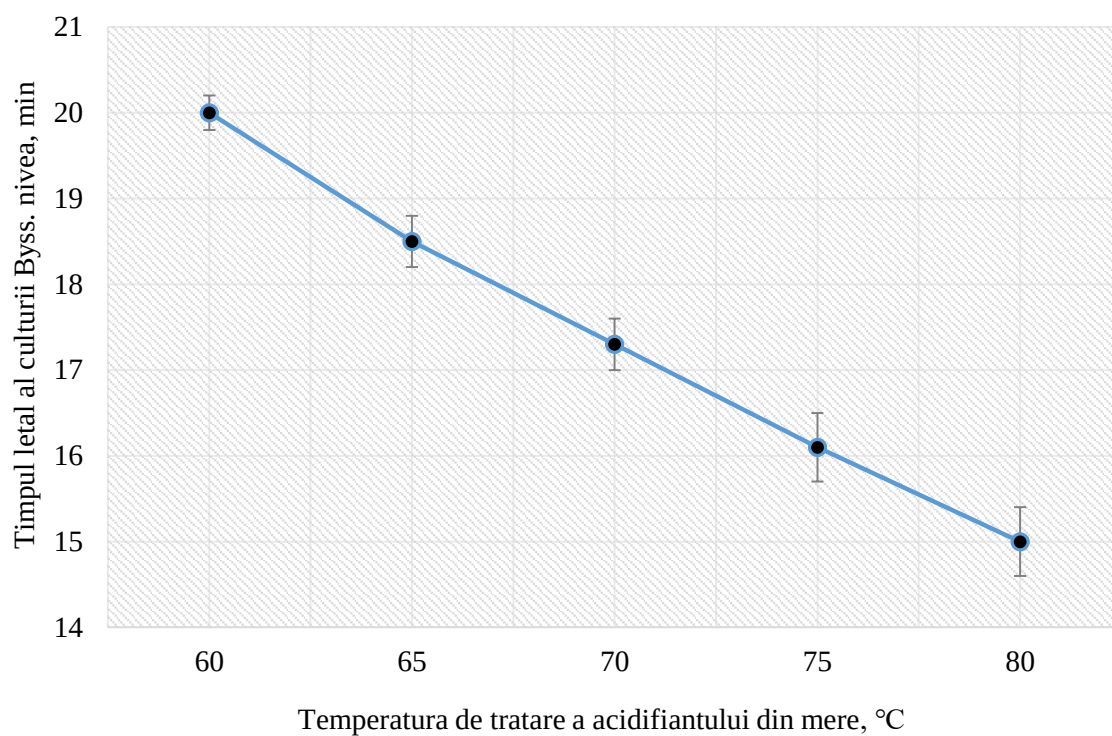


Fig. 3.3. Dependența dintre temperatura de pasteurizare a acidifiantului din mere și timpul letal al *Byssochlamys nivea*, în coordonatele $\tau_{\text{letal}} - t$

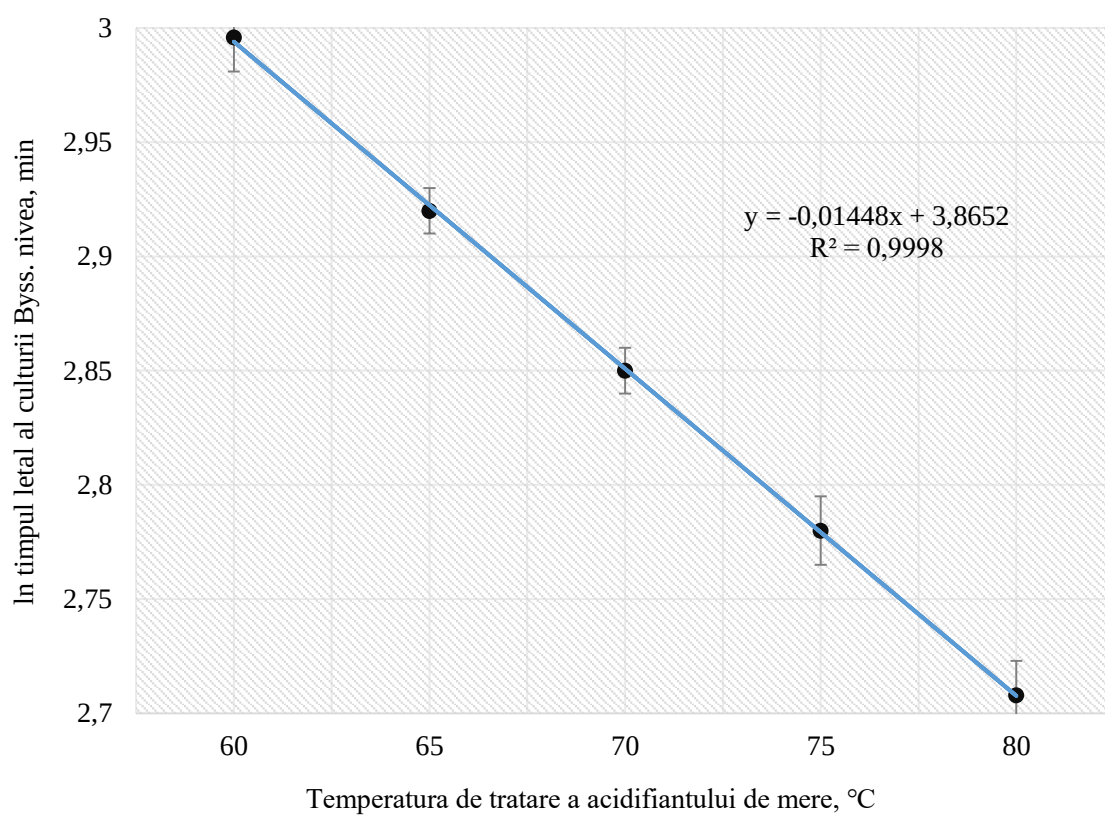


Fig. 3.4. Dependența dintre temperatura de pasteurizare a acidifiantului din mere și timpul letal al *Byssochlamys nivea*, în coordonatele $\ln(\tau_{\text{letal}}) - t$

Astfel, utilizând datele din figura 3.4, a fost obținută următoarea relație:

$$\ln(\tau_{\text{letal}}) = -0,01448t + 3,8532;$$

din care reesă că coeficientul $k = 0,01448$, iar constanta de termorezistență $Z = 1/0,01448 = 69,09$ (conform relației 2.5), ceea ce reprezintă numărul de °C cu care trebuie mărită temperatura pentru reducerea timpului letal de 2,71 ori.

Coeficienții de recalculare ai efectului de pasteurizare real la diferite temperaturi, temperatura etalon fiind de 80 °C, au fost calculate conform formulei (2.4), iar rezultatele sunt prezentate în tabelul 3.5:

$$K_A = \frac{1}{e^{\frac{(80-t)}{Z}}}, \quad (2.4)$$

Tabelul 3.5. Coeficienții de recalculare ai efectului real de pasteurizare al acidifiantului din mere la temperaturile stabilite

Temperaturile stabilite de pasteurizare, °C	Coeficienții de recalculare ai efectului real de pasteurizare	Valorile coeficienților
60	K_{A60}	0,750
65	K_{A65}	0,805
70	K_{A70}	0,865
75	K_{A75}	0,930
80	K_{A80}	1

Conform formulei (2.6) și datelor din tabelul 3.5, a fost calculat efectul letal teoretic la temperatura de 80 °C:

$$A_{St} = U_t \cdot K_{A80} = 15 \cdot 1 = 15 \text{ min}; \quad A_{St} = 15 \text{ min}$$

Utilizând formula (2.3) și rezultatele obținute mai sus, a fost calculat efectul letal real (valoarea de pasteurizare reală). De bază au fost considerate două variante de regimuri de pasteurizare: a) temperatura de 80 °C, timp de 15 min; b) temperatura de 60 °C, timp de 20 min. Valorile coeficienților de recalculare ale efectului de pasteurizare trebuie luate începând și terminând cu temperatură de 60°C, ceea ce reprezintă relația de mai jos:

$$A_{Sr} = \Delta\tau (K_{Sr60} + K_{Sr65} + K_{Sr70} + K_{Sr75} + K_{Sr80} + K_{Sr75} + K_{Sr70} + K_{Sr65} + K_{Sr60}), \quad (2.3)$$

$$A_{Sr80} = 1 \cdot (2 \cdot 0,749 + 2 \cdot 0,805 + 2 \cdot 0,865 + 2 \cdot 0,930 + 15 \cdot 1) = 2 \cdot (0,749 + 0,805 + 0,865 + 0,930) + 15 = 2 \cdot 3,349 + 15 = 6,698 + 15 = 21,70 \text{ min.}$$

$$A_{Sr60} = 1 \cdot 20 \cdot 0,750 = 15,00 \text{ min.}$$

Efectul letal real $A_{Sr_{80}}$ al pasteurizării la 80°C, timp de 15 min depășește normativul teoretic A_{St} de **15 min**. Deci, este posibil de redus temperatura sau durata de pasteurizare. Dacă este redus timpul de pasteurizare până la 12 min, atunci $A_{Sr_{80}}$ va fi **18,70 min**.

Efectul letal real $A_{Sr_{60}}$ al pasteurizării la 60 °C, timp de 20 min este exact egal cu normativul teoretic A_{St} de **15 min**, ceea ce realizează relația (2.6) de aprobare a regimului de pasteurizare (Tatarov et al., 2006; Flaumenbaum et al., 1986). Însă pentru siguranță, ar fi bine de majorat temperatura sau durata de pasteurizare. Dacă timpul de pasteurizare este majorat până la 24 min, atunci $A_{Sr_{60}}$ va fi **18,02 min**.

Tratarea termică a acidifiantului la temperatura de 60 °C este mai benefică din punct de vedere energetic și a schimbărilor fizico-chimice profunde în produs.

3.5 Concluzii la capitolul 3

Au fost cercetate merele imature de 4 soiuri de perspectivă: Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena, recoltate în zilele 45, 58, 71, 84 și 97 de la fenofaza înflorirea deplină, în vederea obținerii unei surse de aciditate naturale, numită „acidifiant din mere”. Acestea s-au caracterizat prin valorile ridicate ale acidității titrabile (1,35 - 2,79 %), moderate ale substanțelor uscate hidrosolubile (6,50 - 12,35 °Brix), moderate ale zahărului total (3,35 - 10,02 %) și scăzute ale pH-ului (2,95 - 3,20), iar raportul zahăr/aciditate a avut valori cuprinse între 2,33 și 9,15 unități.

Datorită valorilor scăzute ale pH-ului, ridicate ale acidității titrabile și moderate ale substanțelor uscate hidrosolubile, a fost confirmat prin aplicare și calculare un regim optimizat de pasteurizare a sucului din mere imature pentru obținerea acidifiantului din mere la temperatura de 60 °C timp de 20 minute. Totodată, această oportunitate va permite păstrarea valorii nutritive mai înalte a produsului și diminuarea consumului de energie, un factor important în dezvoltarea durabilă și sustenabilă.

Tratarea cu preparate enzimatice și termică a masei mărunțite a favorizat majorarea randamentului sucului din merele imature după presare în mediu cu până la 24 % și cu 7-10 %, respectiv, față de masa netratată. A fost analizată influența parametrilor determinați în sistem asupra valorii randamentului sucului cu scopul aplicabilității și capacității de prognozare valabile pentru mai multe soiuri de mere.

Rezultatele obținute denotă că merele imature, pot fi valorificate pentru obținerea unei surse de aciditate naturală, conținând și alte substanțe nutritive valoroase. Totodată, utilizarea eficientă și rațională a acestor mere, obținute în urma răritului, duce la creșterea durabilității prin transformarea unui deșeu horticol într-un produs de valoare.

4 ELABORAREA TEHNOLOGIEI DE FABRICARE A ACIDIFIANTULUI DIN MERE, IMPLEMENTAREA ACESTUIA ÎN OBTINEREA FRUCTELOR ȘI LEGUMELOR CONSERVATE ȘI STUDIAREA 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. Totodată, 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 cu prezentarea imaginilor pentru o înțelegere complexă. De asemenea, este prezentat studiul de fezabilitate al acidifiantului din mere și a produselor elaborate cu aplicarea acestuia.

4.1 Tehnologia de producere a acidifiantului din mere

Tehnologia de producere a acidifiantului din mere a fost similară celei a sucului de mere, acesta fiind cel mai apropiat produs analog, cu includerea unor modificări în ceea ce privește parametrii materiei prime și etapele tehnologice.

Merele imature de 4 soiuri de perspectivă selectate pentru studiere (Coredana, Golden Rezistent, Rewena și Reglindis) au fost colectate de pe loturile experimentale ale Institutului științific ISPHTA. Fructele au fost recoltate la diferite perioade de dezvoltare, mai exact în zilele 45, 58, 71, 84, 97 de la fenofaza înflorirea deplină ale acestora. Transportarea fructelor a avut loc în lazi de plastic cu masa maximă de 10 kg. Durata de la culesul de pe pom și până la procesare a constituit în mediu 2 - 4 ore.

Recepția materiei prime a fost efectuată atât din punct de vedere calitativă, cât și cantitativă. Conținutul de substanțe uscate hidrosolubile al merelor imature recepționate era de la 6,50 °Brix până la 12,35 °Brix (după refractometru) și aciditatea titrabilă de la 13,50 g/L până la 27,90 g/L, exprimată în acid malic.

Depozitarea a avut loc în încăpere răcoroasă; lădițele au fost asezate în stive, astfel încât să se asigure o bună ventilare.

Sortarea-inspectarea a fost efectuată manual, fiind eliminate fructele neconforme. Cantități foarte mici de fructe alterate pot imprima acidifiantului însușiri organoleptice neplăcute.

Spălarea fructelor a fost executată cu apă potabilă la presiunea de 2 bar (1 L apă la 1 kg materie primă). Spălarea se efectuează cu scopul îndepărtării de pe suprafața fructelor de mere a impurităților existente, și de a reduce într-o măsură cât mai mare reziduul de pesticide utilizate și microfloră epifită.

Zdrobirea-mărunțirea se efectuează pentru mărirea gradului de extragere a sucului din fructe. Această operațiune a avut loc manual cu ajutorul cuțitelor și blenderului electric până a fost obținută o masă mărunțită, evitând ținerea în contact prelungit a acesteia cu aerul.

Încălzirea masei obținute a fost efectuată în vas de inox la temperatura de 50 °C timp de 10 minute. Aceasta are ca scop înmuierea texturii, inactivarea enzimelor oxidative, distrugerea parțială a microorganismelor. Totodată, încălzirea favorizează plasmoliza parțială a celulelor masei mărunțite și, chiar, spargerea pereților celulari.

Tratarea enzimatică a masei mărunțite din merele imature a fost realizată prin adăugarea 0,3 mL/kg preparat pectolitic (Pectinex[®] Ultra AFP) și 0,1 mL/kg preparat amilolitic (Amylase[®] AG 300 L) și incubarea masei tratate la temperatura cca 50 °C timp de 30 minute. Scopul operațiunii prezintă majorarea randamentului obținerii unui suc limpede și fără suspensii, totodată, are loc fixarea culorii sucului și îmbunătățirea gustului.

Presarea masei tratate a avut loc în condiții de laborator la presa cu melc. Acidifiantul (sucul acid) obținut a fost trecut prin două site cu diametrul orificiilor $\varnothing$ 2,0 mm și, apoi, $\varnothing$ 0,4 mm, cu scopul separării fazei lichide de particulele solide sau de corpuri străine și pentru limpezire și omogenizare. Randamentul la presare a constituit 33 - 65 %, în dependență de soiul fructului și gradul de maturitate.

Limpezirea a avut loc prin tratarea acidifiantului cu enzime pectolitice combinate Klar-Sol Super și Erbigel în doze de 5,0 mL și 1,0 mL respectiv, pentru 10 L timp de 30 minute. Are ca scop degradarea pectinei prin acțiunea pectozei și se caracterizează prin flocurarea substanței coloidale și micșorarea vâscozității sucului.

Filtrarea a fost îndeplinită la trecerea acidifiantului prin filtru-carton. Se efectuează pentru a asigura transparența și stabilitatea produsului.

Pasteurizarea acidifiantului din mere a prevăzut regim optimizat de tratare, conform calculelor efectuate în capitolul 3 subcapitolul 3.4, la temperatura de 60 °C timp de 20 min. Această tratare are drept scop distrugerea majorității microorganismelor, în special a celor patogene nesporulate prezente în produs, cu o pierdere cât mai mică posibilă a calității senzoriale și nutritive ale acestuia.

Ambalarea, ermetizarea, etichetarea. Acidifiantul a fost ambalat manual prin turnarea fierbinte în recipiente din sticlă cu volum de 0,42 L și 0,58 L cu o aproximație de 1 - 2 %, urmată imediat de ermetizare cu capace Twist off. După răcire, recipientele au fost etichetate manual.

Depozitarea recipientelor de sticlă cu acidifiant din mere a avut loc la temperatura mediului înconjurător, cu valori cuprinse între 18 - 20 °C, și umiditatea relativă a aerului maxim 75 %, pe o durată de 24 luni, conform rezultatelor obținute în subcapitolul 4.2.4.

Schema tehnologică de obținere a acidifiantului din mere este prezentată în figura 4.1.

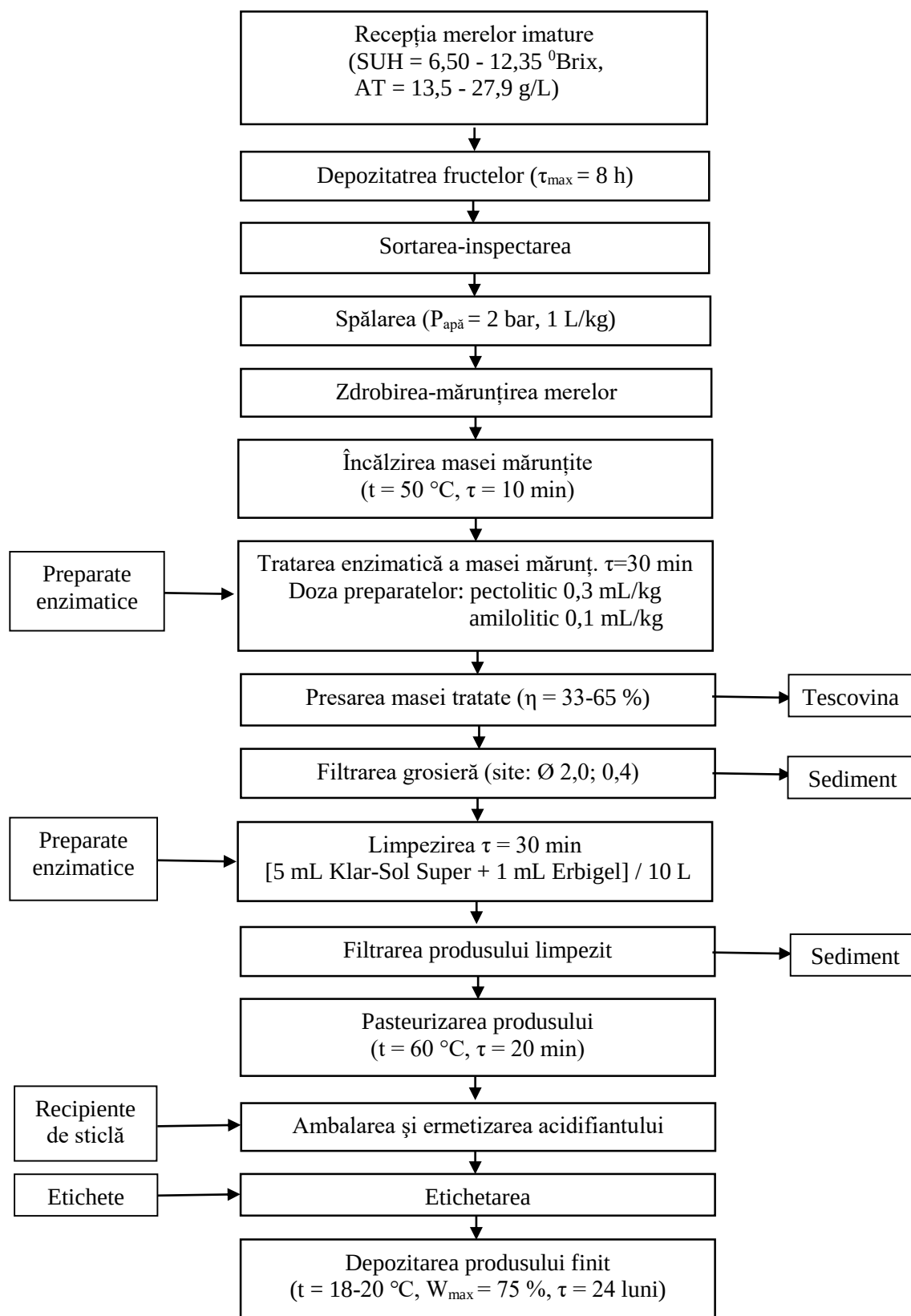


Fig. 4.1. Schema fluxului tehnologic de obținere al acidifiantului din mere

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:

1) În urma studierii merelor imature de 4 soiuri stabilite (Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena) între zilele 45 și 97 după fenofaza înflorirea deplină, au fost stabiliți parametrii materiei prime pentru obținerea acidifiantului: conținutul substanțelor uscate hidrosolubile cu valori între 6,50 – 12,35 °Brix (după refractometru) și aciditatea titrabilă între 13,50 – 27,90 g/L, exprimată în acid malic.

2) 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 timp de 30 minute) concomitent. Scopul acestei etape a fost majorarea randamentului sucului din merele imature, totodată, acționând pozitiv asupra extragerii substanțelor polifenolice totale (capitolele 3 și 4, subcapitolele 3.2 și 4.2.1.3).

3) În baza datelor experimentale și calculelor efectuate (capitolul 3, subcapitolul 3.4), a fost implementat regimul optimizat de pasteurizare al acidifiantului din mere imature la temperatura de 60 °C timp de 20 minute, față de cel al sucului de mere la 85 °C timp de 25 minute. Datorită conținutului moderat de glucide și ridicat de acizi organici, având un mediu pH acid (2,9 - 3,2), această tratare termică asigură efect de conservare suficient, similar studiilor efectuate asupra acidifiantului din struguri (Golubi, 2019).

4.2 Evaluarea indicatorilor de calitate a acidifianților din merele studiate

În urma cercetărilor au fost analizați principalii indicatori de calitate a acidifianților din mere, care sunt acizii organici, glucidele simple, substanțele fenolice totale, activitatea antioxidantă și evaluarea organoleptică. De asemenea, a fost efectuată analiza microbiologică a mostrelor studiate și a fost stabilit termenul de păstrare preventiv al acestor produse. În continuare, denumirea acidifiantului va fi corespunzătoare soiului de măr și timpului de recoltare din care a fost obținut.

4.2.1 Analiza indicatorilor fizico-chimici

Cantitatea acizilor organici, glucidelor simple, substanțelor fenolice totale și activitatea antioxidantă au fost determinați în acidifianții obținuți din merele imature de 4 soiuri studiate (Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena) la diferiți timpi de recoltare. Rezultatele obținute sunt prezentate ca media $\pm$ devierea standard (SD).

4.2.1.1 Conținutul de acizi organici

Acizii organici împreună cu zaharurile sunt principalele componente solubile ale fructelor și au un efect major asupra gustului produselor obținute din mere, fiind responsabili de aciditate și aromă (Neri et al., 2003; Johanningsmeiner et al., 2005).

Conținutul a șase acizi organici (malic, citric, succinic, acetic, lactic și tartric) au fost determinați în acidifiianții analizați prin metoda cromatografiei lichide de înaltă performanță (HPLC). Rezultatele obținute și prezentate (tabelul 4.1) denotă că acidifiianții obținuți din merele imature de soiurile studiate conțin cantități impunătoare de acizi organici nativi, principalul fiind acidul malic, iar ceilalți au fost depistați în cantități mici sau sub formă de urme.

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

Acizii organici	Acidifiianții din soiurile de mere studiate	Timpul (zile după fenofaza înflorirea deplină)**				
		45	58	71	84	97
		Conținutul de acizi organici (g/L)				
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
Citric	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
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 acidifiianți corespunzătoare zilelor de recoltare ale merelor imature de soiurile studiate

Din totalul de acizi organici detectați, predominat a fost acidul malic, reprezentând valori de la 94,99 % până la 97,61 %. Rezultatele sunt similare cu afirmațiile altor cercetători, care au

studiat variația semnificativă a componentelor acidului organic detectate în fructele de mere și au arătat că merele acumulează predominant acid malic (aproximativ 90 %) în comparație cu alți acizi organici (Zhang et al., 2010; Etienne et al., 2013; Ma et al., 2018; Crucirescu, 2022a). 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 de recoltare. Similar 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) (tab 4.1). Cea mai mare parte a acidului malic din fructele de măr se află în vacuola celulelor parenchimului (Yamaki, 1984), iar concentrația acestuia arată un model de dezvoltare care atinge maximele până la 6 săptămâni (cca 45 zile) după înflorire, urmat de scăderea continuă până la recoltarea fructelor (Zhang et al., 2010).

Al doilea după conținut, în mostrele studiate, a fost acidul citric cu valorile cuprinse între 0,65 % și 2,02 %. Acest acid se găsește în cantități foarte mici, cu o concentrație de mii de ori mai mică, decât cea a acidului malic. Nivelul scăzut de acid citric este controlat în primul rând de metabolismul acizilor organici și, datorită concentrațiilor mari de citrat din citoplasmă, capacitatea de transport a citratului în vacuolă poate fi crescută (Etienne et al., 2013). Acesta a fost detectat predominant la mai multe specii de mere sălbatice (Ma et al., 2018). Conținutul acidului citric, 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 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 de la 0,370 g/L la 0,130 g/L; Golden Rezistent de la 0,235 g/L la 0,410 g/L; Reglindis de la 0,493 g/L la 0,227 g/L și Rewena de la 0,240 g/L la 0,260 g/L, respectiv (tab. 4.1). Studiile efectuate de către unii cercetători au demonstrat că în merele imature concentrațiile de malat și alți acizi organici din ciclul TCA, cum ar fi acizii succinic și citric, sunt semnificative față de cele coapte (fig. 1.2) (Zhang et al., 2010; Xu et al., 2020).

Acizii acetic și lactic sunt produse de bacteriile corespunzătoare, respectiv, aflate pe suprafața fructelor în cantități mici, sau în abundență în cazul fructelor alterate (Worobo et al., 2005). Cantitatea acestor acizi în acidifianții studiați au fost foarte mici, având valori 0,27 % - 0,95 % (acid acetic) și 0,49 % - 0,98 % (acid lactic), ceea ce denotă că pentru obținerea acidifianților au fost recoltate fructe sănătoase, nedeteriorate și nealterate. Concentrațiile acizilor acetic și lactic în acidifianții din soiurile de mere analizate, conform rezultatelor obținute,

constituie următoarele valori: 0,212 g/L - 0,136 g/L și 0,235 g/L - 0,100 g/L pentru Coredana; 0,101g/L - 0,091g/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).

Odată cu expansiunea celulară, nivelurile concentrațiilor acizilor scad pe parcursul dezvoltării mărului. În schimb, acidul tartric se acumulează într-un stadiu avansat de maturitate (Zhang et al., 2010; Xu et al., 2020). În studiul de față, cantitatea acestui acid a constituit 0,60 % - 1,15 %, ceea ce a reprezentat 0,196 g/L - 0,235 g/L pentru acidifianții 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).

Rezultatele obținute, denotă că conținutul tuturor acizilor organici determinați în acidifianții din mere studiați 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.

Cantitățile impunătoare de acizi organici din acidifianții din mere reprezintă una din căile promițătoare pentru a suplini necesarul de surse naturale de aciditate din industria alimentară (în special la fabricarea sucurilor, băuturilor, conservelor). Înlocuirea acidifianților de origine chimică va îmbunătăți valoarea nutritivă a alimentelor.

4.2.1.2 Conținutul de glucide simple

Fructoza, glucoza și zaharoza reprezintă principalele zaharuri solubile din mere și, respectiv, în produsele obținute din acestea. Conținutul glucidelor simple din acidifianții din fructele a patru soiuri de măr recoltate pe parcursul dezvoltării lor au fost analizate individual prin metoda electroforezei capilare (CE). Concentrația fiecărui carbohidrat pentru fiecare soi și timp de recoltare în parte (exprimate în g/L) sunt prezentate în tabelul 4.2.

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, respectiv, pentru acidifianții 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 mici, având următoarele valori: 0,19 g/L – 0,29 g/L pentru acidifianții produși din mere soi Coredana; 0,10 g/L – 0,12 g/L pentru Golden

Rezistent; 0,11 g/L – 0,17 g/L pentru Reglindis și 0,11 g/L – 0,18 g/L pentru Rewena, respectiv, aceasta constituind 0,04 % - 0,48% (tab. 4.2).

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

Glucide	Acidifianții 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
Glucioza	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 acidifianți corespunzătoare zilelor de recoltare ale merelor imature de soiurile studiate

Cantitatea glucidelor determinate a avut valori de creștere continuă în toate mostrele de acidifianți începând cu ziua a 45-a, după înflorirea deplină de recoltare a fructelor, până în ziua 97-a. 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 (Bart et al., 2008; Zheng et al., 2012; Mureșan et al., 2015) și a faptului că mai mult de jumătate din zaharoza 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

Rezultatele obținute în urma determinării conținutului total de polifenoli în acidifianții din mere de 4 soiuri studiate la anumiți timpi de recoltare sunt prezentate în figura 4.2.

Din datele prezentate (fig. 4.2) se poate observa o tendință de scădere a substanțelor fenolice în toți acidifianții obținuți din merele recoltate pe parcursul coacerii la timpii și de soiurile studiate. Totuși, concentrațiile în toate mostrele sunt destul de semnificative. Cel mai mic nivel de polifenoli a constituit 568,7-1541,3 mg GAE/L în acidifianții din mere de soi Coredana, în timp

ce, cele mai înalte valori au fost depistate în acidifiianții de soi Rewena: 857,3-2042,8 mg GAE/L. Acidifiianții 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.

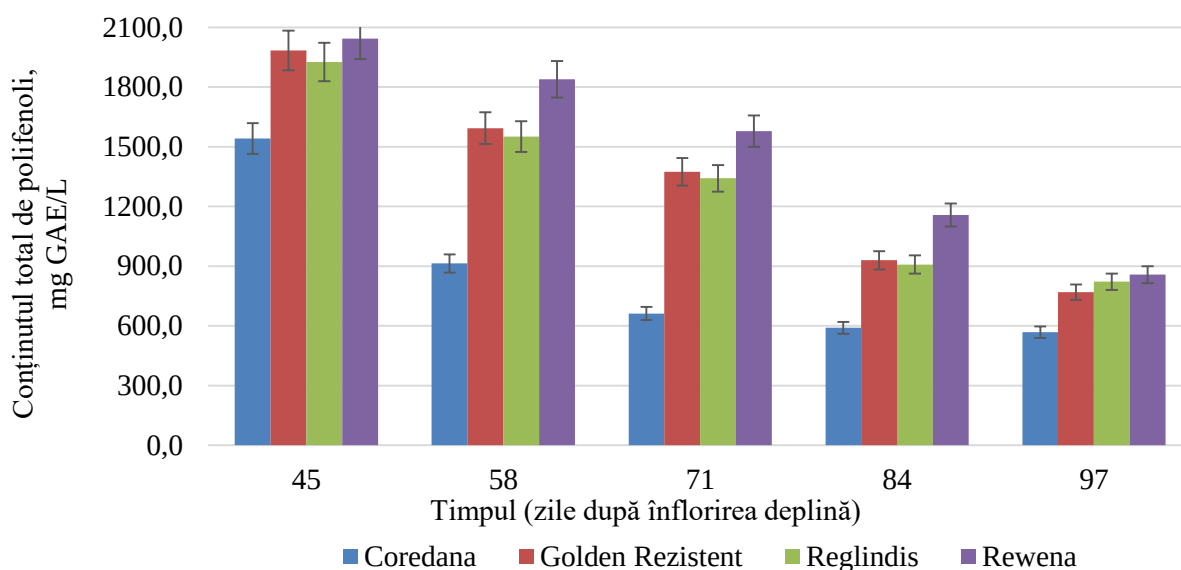


Fig. 4.2. Conținutul total de polifenoli în acidifiianții din merele imature de soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena

Nivelurile de acumulare a metaboliților secundari abundenți, în special a substanțelor fenoice, scad rapid în fructele de mere pe parcursul dezvoltării de la a 27-a zi spre ziua 84-a după înflorirea deplină (Xu et al., 2020). În mod similar, un studiu asupra miezului merelor „Honeycrisp” și ”Fuji” a arătat că concentrațiile de compuși fenolici abundenți au scăzut exponențial odată cu dezvoltarea fructelor (Zhang et al., 2010; Zheng et. al., 2012). Totodată, scăderea bruscă a conținutului substanțelor fenolice totale, asociată cu creșterea conținutului de zahăr la a 85-a zi după înflorirea deplină, indică nivelul ridicat al activității metabolice în mere pentru biosinteza metaboliților secundari și faptul că în apropierea acestei perioade celula începe etapa de extindere (Zheng et. al., 2012).

Pe lângă cunoașterea că la etapa timpurie de coacere a merelor concentrația substanțelor fenolice totale este cea mai mare, scăzând pe durata dezvoltării, nivelul determinat al acestora în acidifiianții din merele analizate sunt semnificative și datorită extracției enzimatic, analogic studiilor anterioare (Golubi et al., 2018a). Aceasta se poate explica prin faptul că, în timpul procesului de fabricare a acidifiianților, masa mărunțită din mere a fost tratată cu enzime amilolitice și pectolitice, ceea ce a permis o extracție suplimentară a substanțelor fenolice. Rezultatele obținute sunt similare și cu cercetările altor savanți care au demonstrat că, în urma tratării masei mărunțite din mere ”Fuji” înainte de presare cu preparatul pectolitic Viscozym L, la fel și cu Pectinex 5XL,

concentrația polifenolilor totali în suc a crescut practic de două ori, de la 646,91 mg/kg la 1105,24 mg/kg (Zheng et. al., 2009; Zheng et. al., 2014).

4.2.1.4 Activitatea antioxidantă

Activitatea antioxidantă reprezintă capacitatea componentelor care încetinesc sau opresc acțiunea dăunătoare a oxidanților de a capta radicalii liberi. Activitatea antioxidantă a merelor este stabilită în mare parte de către compușii fenolici totali și nu de compuși fenolici individuali (Preti et al., 2021; Li et al., 2021; Butkeviciute et al., 2022).

Pentru evaluarea potențialului antioxidant a acidifianților din merele studiate a fost efectuată determinarea activității antioxidante cu ajutorul radicalului liber DPPH. Rezultatele obținute se referă la un antioxidant standard sau la concentrația de antioxidant care asigură o inhibare de 50 % a radicalului DPPH (marcat ca IC_{50}). Astfel, în studiu dat în calitate de referință a fost luat acidul ascorbic (AA) care se include în categoria IC_{50} (Pérez-Lamela et al., 2021), activitatea antioxidantă a probelor a fost exprimată în μg echivalent de acid ascorbic per mL produs și prezentată în figura 4.3.

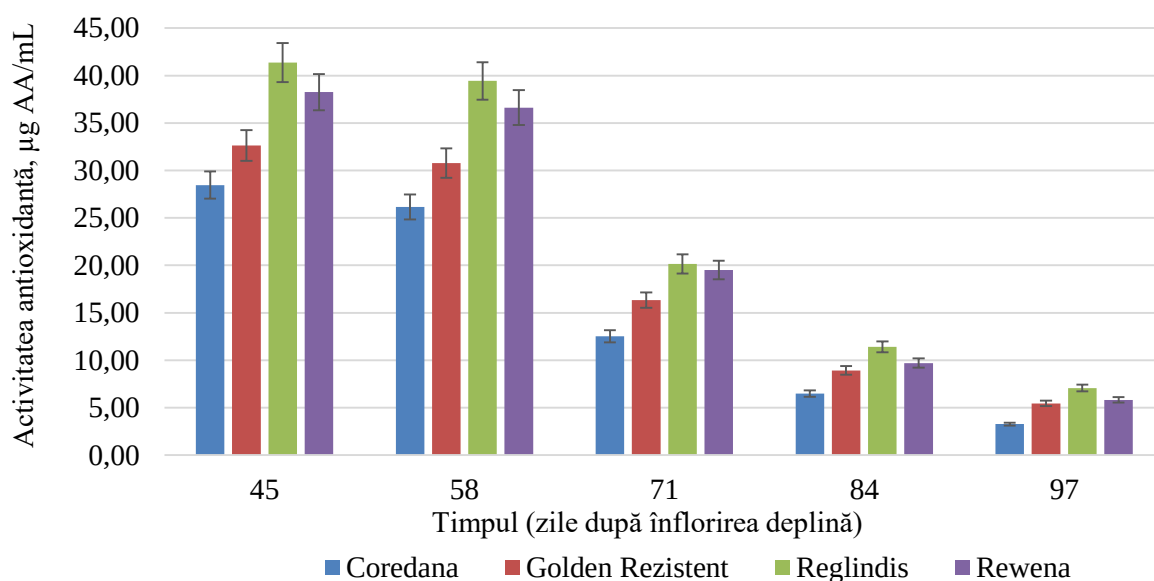


Fig. 4.3. Activitatea antioxidantă determinată în acidifianții din merele imature de soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena

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 timpii precedenți. Dat fiind faptului 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. Așa deci, acidifiianții din mere soi Coredana au avut capacitate antioxidantă cuprinsă între 28,46 și 3,27 $\mu\text{g AA/mL}$; acidifiianții Golden Rezistent – 32,63 și 5,46 $\mu\text{g AA/mL}$; Reglindis – 41,37 și 7,08 $\mu\text{g AA/mL}$; Rewena – 38,25 și 5,83 $\mu\text{g AA/mL}$.

Nivelurile ridicate a capacității antioxidante în acidifiianții cercetați se explică prin cantitatea ridicată a compușilor biologic activi cu caracter antioxidant, în special a compușilor fenolici. Acest fapt este similar cu unele studii recente, în care a fost demonstrat că merele imature, obținute în urma răritului sau a căderilor fiziologice, reprezintă o sursă bună de compuși bioactivi, care se reflectă în mod clar la valorile ridicate ale proprietăților antioxidante (Wojdyło et al., 2020).

4.2.2 Evaluarea organoleptică a acidifiianților din mere

În prezent, analizoarele senzoriale instrumentale sunt utilizate pe scară largă. Cu toate acestea, unii cercetători insistă asupra evaluării organoleptice de către un grup de experți format din tehnologi în alimentație instruiți (Tanaka et al., 2020; Deng et al., 2021).

Acidifiianții din mere au fost analizați senzorial de către 8 evaluatori, prin metodele descriptivă (tab. 4.3) și de punctaj, utilizând un sistem de evaluare de 0 - 5 puncte. Fiecare evaluator a înregistrat rezultatele în propria fișă de evaluare. Pentru fiecare caracteristică senzorială a fost acordată o valoare de scor de la 0 la 5. În baza rezultatelor obținute au fost calculate scorurile medii și incluse în tabelul 4.3.

Tabelul 4.3. Indicii organoleptici ai mostrelor de acidifiianți din mere imature de soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena

No	Denumirea indicilor	Acidifiianții din soiurile de mere studiate			
		Coredana	Golden Rezistent	Rewena	Reglindis
1	Aspectul exterior*	Suc limpede	Suc limpede	Suc limpede	Suc limpede cu o opalescență ușoară
2	Culoarea	Maro-deschisă	Galbenă-pai	Galbenă-închisă	Galbenă
3	Gust, miros	Gust dulce-acrișor, de măr verde, plăcut, agreabil, echilibrat, specific soiului de măr	Gust acru-dulciu, de măr verde, plăcut, agreabil, echilibrat, specific soiului de măr	Gust intens acid, plăcut, agrebil, specific soiului de măr	Gust acru-dulciu, de măr verde, plăcut, agreabil, specific soiului de măr
		Fără nuanțe străine în gust și miros			
4	Aroma	Plăcută, exprimată intens, caracteristic soiului de măr	Plăcută, caracteristic soiului de măr	Plăcută, exprimată moderat, caracteristic soiului de măr	Plăcută, caracteristic soiului de măr
5	Nota medie	4,62 $\pm$ 0,01	4,56 $\pm$ 0,05	4,48 $\pm$ 0,11	4,50 $\pm$ 0,07

Notă: * mostrele au conținut un sediment de până la cca 0,2 cm

În baza punctajelor înregistrate de evaluatori, a fost întocmită diagrama caracteristicilor organoleptice ale acidifiianților din merele imature de 4 soiuri studiate (fig. 4.4).

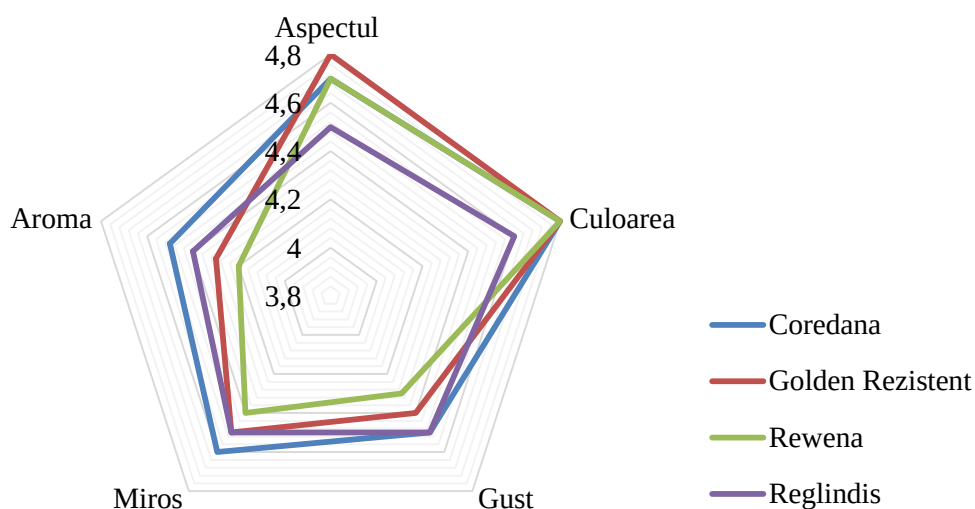


Fig. 4.4. Diagrama profilului senzorial a acidifiianților din merele imature de soiurile Coredana, Golden Delicios, Reglindis și Rewena

Pentru o înțelegere mai amplă și complexă, în figura 4.5 sunt prezentate pozele ale aspectului exterior a acidifiianților elaborați în recipientele din sticlă.



Fig. 4.5. Aspectul exterior al mostrelor de acidifiianți din mere, ambalate în recipiente de sticlă, de soiurile Coredana (A), Golden Rezistent (B), Reglindis (C) și Rewena (D)

Conform evaluării organoleptice, a fost constatat că probele studiate au prezentat suc relativ limpede cu un sediment de până la cca 0,2 cm. Culoarea era de la galben-pai până la maro deschisă (fig. 4.5). 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 Indicatorii microbiologici în acidifiianții din mere

Investigarea indicatorilor microbiologici a acidifiianților din mere 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 aprobate prin Hotărârea Guvernului Nr. 221 din 16-03-2009 (HG nr. 221, 2009). Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul 4.4.

Tabelul 4.4. Indicatorii microbiologici ai acidifiianților din soiurile de mere Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena (determinați după 3 luni de la producere)

Acidifiianții din soiurile de mere studiate	Timpul ZÎD*	MMAFAn, UFC/mL	Drojii, UFC/mL	Mucegaiuri, UFC/mL
Norma, conform documentației normative		SM SR EN ISO 4833-1:2014	SM SR ISO 21527-2:2014	
		$5,0 \times 10^3$	$2,0 \times 10^3$	$5,0 \times 10^2$
Coredana	45	$1,0 \times 10^1$	n/d	n/d
	58	$1,2 \times 10^1$	n/d	n/d
	71	$1,0 \times 10^1$	n/d	n/d
	84	$3,2 \times 10^1$	n/d	n/d
	97	$2,2 \times 10^1$	n/d	n/d
Golden Rezistent	45	$1,4 \times 10^1$	n/d	n/d
	58	$3,4 \times 10^1$	n/d	n/d
	71	$1,0 \times 10^1$	n/d	n/d
	84	$4,2 \times 10^1$	n/d	n/d
	97	$3,1 \times 10^1$	n/d	n/d
Reglindis	45	$2,0 \times 10^1$	n/d	n/d
	58	$1,0 \times 10^1$	n/d	n/d
	71	$1,0 \times 10^1$	n/d	n/d
	84	$4,0 \times 10^1$	n/d	n/d
	97	$1,0 \times 10^1$	n/d	n/d
Rewena	45	$1,0 \times 10^1$	n/d	n/d
	58	$1,0 \times 10^1$	n/d	n/d
	71	$2,1 \times 10^1$	n/d	n/d
	84	$4,0 \times 10^1$	n/d	n/d
	97	$4,5 \times 10^1$	n/d	n/d

Notă: MMAFAn – microorganisme mezofile aerobe și facultativ anaerobe; ZÎD* - timpul, zile după fenofaza înflorirea deplină; n/d – nedepistat; UFC – unități formatoare de colonii a microorganismelor.

Datele din tabelul 4.4 denotă că toți acidifiianții din mere studiați au prezentat o stabilitate microbiologică și corespund cerințelor documentației normative în vigoare. Astfel, după 3 luni de la producerea mostrelor, drojdiile și mucegaiurile nu au fost depistate în acestea, iar numărul microorganismelor mezofile aerobe și facultativ anaerobe (MMAFAn) au fost cu mult mai mici decât norma (până la $4,5 \times 10^1$). Acest fapt poate fi atribuit conținutului ridicat de aciditate titrabilă și scăzut al pH-ului.

Totodată, rezultatele microbiologice obținute demonstrează că regimul optimizat de pasteurizare este unul sigur din punct de vedere a stabilității microbiologice a acidifiianților analizați din mere.

4.2.4 Termenul de păstrare al acidifianților din mere

În vederea stabilirii termenului de păstrare a acidifianților din mere, în calitate de referință a fost luat suc de mere, fiind cel mai apropiat produs alimentar analog. Conform Reglementării Tehnice "Sucuri și anumite produse similare destinate consumului uman" (HG RM nr. 1111 din 06-12-2010), termenul maxim de valabilitate a sucurilor din ziua fabricării în ambalaj de sticlă fără miez de culoare deschisă și închisă reprezintă 2 ani. Totodată, cercetările efectuate asupra acidifianților din struguri au demonstrat că aceștea pot fi păstrate timp de 2 ani (Golubi, 2019).

Cu scopul stabilirii termenului de păstrare, au fost determinați indicatorii de calitate (fizico-chimici, microbiologici și organoleptici) ai acidifianților din mere după 3 luni de la producere (anul 2019), care a reprezentat începutul păstrării, și după 36 luni (3 ani - 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. Pentru efectuarea investigațiilor mostrele au fost prezentate 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 ale acidifianților studiați la începutul și finele păstrării „cu rezervă” sunt prezentate în tabelul 4.5.

Tabelul 4.5. Rezultatele determinărilor indicatorilor fizico-chimici ai 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 ale merelor după fenofaza înflorirea deplină; AT - aciditatea titrabilă; SUH - substanțele uscate hidrosolubile

Datele prezentate (tab. 4.5) denotă că acidifianții studiați au fost caracterizați printr-un conținut ridicat de aciditate, chiar și după 36 luni de păstrare (1,39 % - 2,28 %). În general, aciditatea titrabilă (AT) a scăzut în toate mostrele la finele păstrării „cu rezervă”, comparativ cu începutul păstrării: în acidifianții obținuți din mere de soi Coredana cu 9,56 %; Golden Rezistent cu 10,62 %; Reglindis cu 5,95 % și Rewena cu 17,39 %, respectiv; pe când conținutul substanțelor

uscate hidrosolubile (SUH), din contra, au crescut: în acidifiianții din mere soi Coredana cu 16,96 %; Golden Rezistent cu 9,70 %; Reglindis cu 13,16 % și Rewena cu 13,17 %, respectiv. După o durată de păstrare de 3 ani valorile pH-ului, de asemenea, 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 sub acțiunea unor microorganisme. Aceste date sunt similare cu studiul efectuat asupra păstrării sucului de mere limpezit (Cai et al., 2020).

Investigarea indicatorilor microbiologici ai acidifiianților studiați a fost efectuată conform documentației normative prezentată în subcapitolul 4.2.3 și tabelul 4.4 a lucrării date, iar rezultatele la începutul și finele păstrării „cu rezervă” sunt prezentate în tabelul 4.6.

Tabelul 4.6. Rezultatele determinărilor indicatorilor microbiologici ai acidifiianților din mere, studiați la începutul și finele păstrării „cu rezervă”

Acidifiianții din soiurile de mere studiate	Timpul ZÎD*	Durata de depozitare a mostrelor studiate					
		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
Coredana	71	$1,0 \times 10^1$	n/d	n/d	$3,2 \times 10^1$	n/d	n/d
	84	$3,2 \times 10^1$	n/d	n/d	$4,2 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	n/d
Golden Rezistent	71	$1,0 \times 10^1$	n/d	n/d	$3,2 \times 10^1$	n/d	n/d
	84	$4,2 \times 10^1$	n/d	n/d	$4,2 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	n/d
Reglindis	71	$1,0 \times 10^1$	n/d	n/d	$3,0 \times 10^1$	n/d	$2,0 \times 10^1$
	84	$4,0 \times 10^1$	n/d	n/d	$4,5 \times 10^2$	n/d	$2,0 \times 10^2$
Rewena	71	$2,1 \times 10^1$	n/d	n/d	$4,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	n/d
	84	$4,0 \times 10^1$	n/d	n/d	$2,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	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 ale microorganismelor.

Datele din tabel denotă că după 36 luni de păstrare în mostrele studiate de acidifiianți obținuți din mere soi Reglindis au fost depistate mucegaiuri, iar la cele de soiurile Coredana, Golden Rezistent și Rewena – drojdii. Numărul microorganismelor mezofile aerobe și facultativ anaerobe (MMAFAn) au fost în creștere față de termenul inițial de păstrare. Cu toate acestea, indicii microbiologici ai mostrelor cercetate se încadrează în limitele admisibile prezentate în tabelul 4.4 și corespund cerințelor documentației normative în vigoare: norma pentru MMAFAn – $5,0 \times 10^3$ (conform SM SR EN ISO 4833-1:2014), iar pentru drojdii și mucegaiuri – $2,0 \times 10^3$ și $5,0 \times 10^2$, respectiv (conform SM SR ISO 21527-2:2014).

Aspectele exterioare ale mediilor nutritive destinate dezvoltării microbiologice inoculate cu acidifiianții din merele studiate la expirarea termenului de păstrare „cu rezervă” sunt prezentate în figurile 4.6.

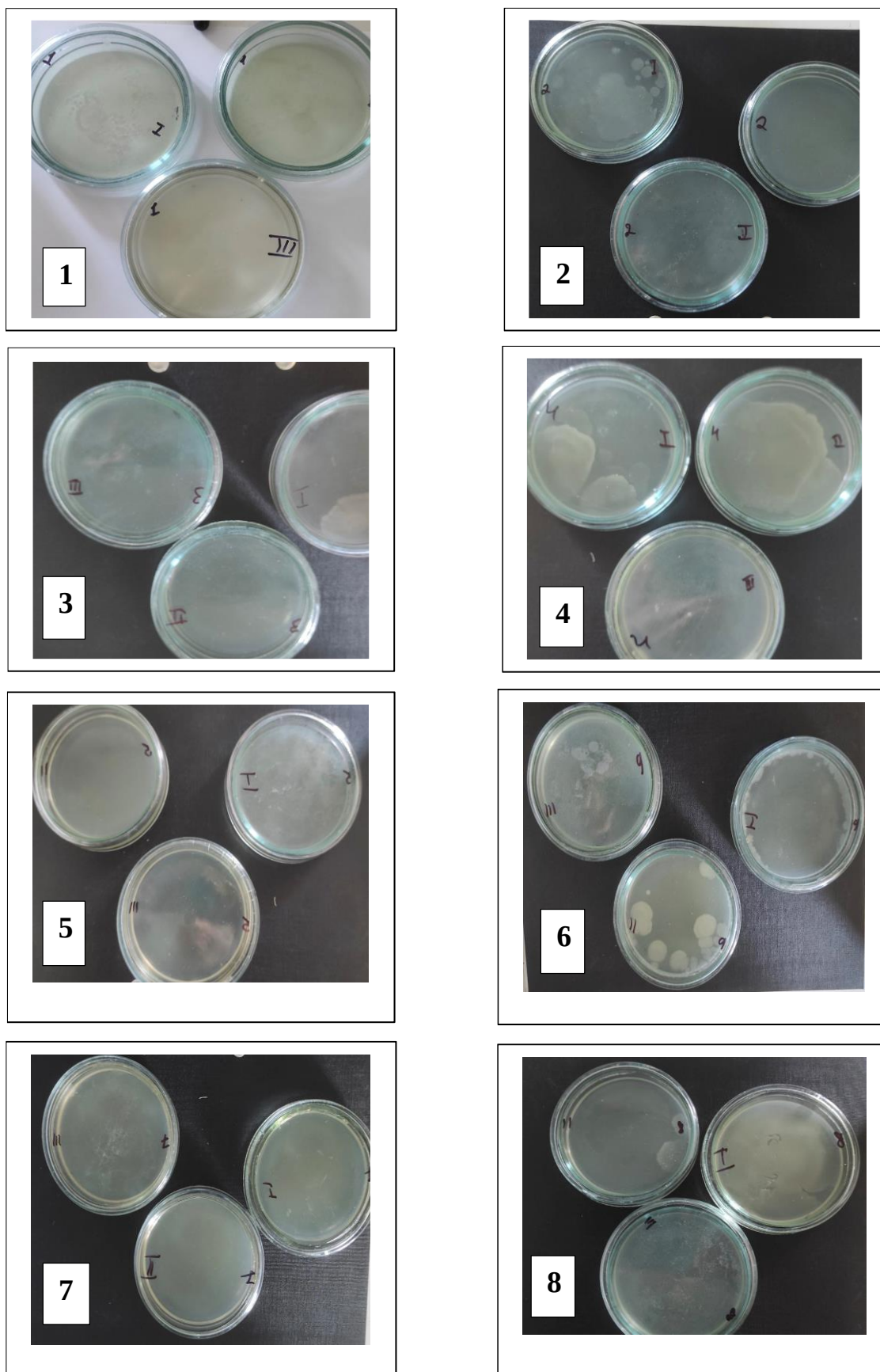


Fig. 4.6. Aspectul exterior al mediilor nutritive inoculate cu acidifiantii din mere studiați la finele termenului de păstrare „cu rezervă”.

Prin cifre în figurile 4.6 sunt indicate mostrele de acidifianți inoculați din soiurile anumite de mere recoltate la timpul anumit după înflorirea deplină (ZÎD), după cum urmează: 1 – Coredana 71 ZÎD; 2 – Coredana 84 ZÎD; 3 – Golden Rezistent 71 ZÎD; 4 – Golden Rezistent 84 ZÎD; 5 – Reglindis 71 ZÎD; 6 – Reglindis 71 ZÎD; 7 – Rewena 71 ZÎD; 8 – Rewena 84 ZÎD.

Evaluarea organoleptică a acidifianților din mere după 3 luni de păstrare este prezentată în subcapitolul 4.2.2 (tab. 4.3, fig. 4.4). După 36 luni de depozitare a fost din nou efectuată analiza senzorială de către 8 evaluatori, prin metodele descriptivă și de punctaj, utilizând un sistem de evaluare de 0 - 5 puncte. În baza rezultatelor obținute au fost calculate scorurile medii ale caracteristicilor organoleptice și prezentate în figura 4.7 sub formă de diagramă.

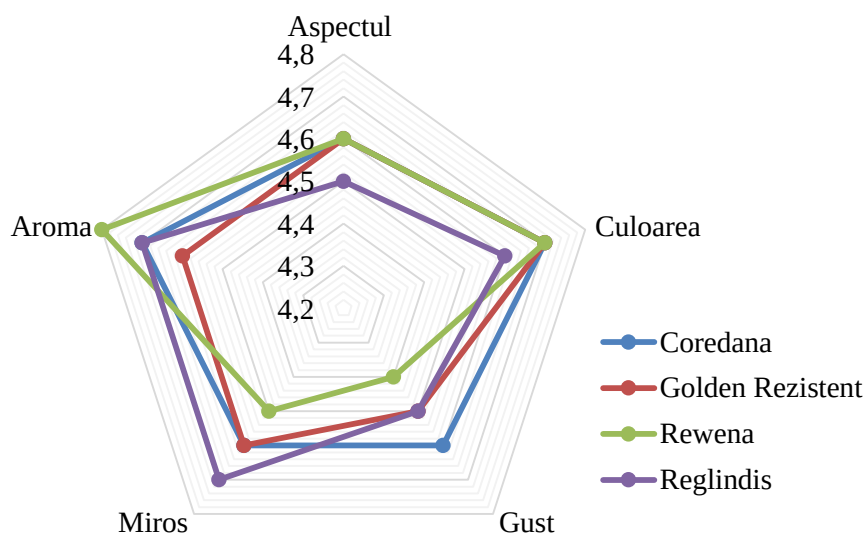


Fig. 4.7. Diagrama profilului senzorial a acidifianților din merele imature de soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena după 36 luni de păstrare

Conform analizei organoleptice, a fost constatat că după 36 luni de stocare probele studiate prezintă un lichid limpede, având un sediment de 0,5 cm maxim, comparativ cu cca 0,2 cm la începutul păstrării. Culoarea era de la galben-deschis până la maro. Gustul – intens acid, dar moale și plăcut, fără nuanțe străine în gust și miros. Aroma a prezentat un buchet plăcut, caracteristic soiurilor de mere analizate, cu nuanțe de măr verde necopt, iar la mostra de acidifiant soi Rewena a fost detectată o nuanță bine pronunțată de miere de sălcâm, nefiind depistată la începutul păstrării.

Totodată, în figura 4.8 este prezentată prin diagramă o paralelă dintre caracteristicile organoleptice, conform notelor medii generale, a acidifianților din merele imature de soiurile Coredana, Golden Delicios, Reglindis și Rewena la începutul depozitării și la finele termenului de păstrare „cu rezervă”, adică după 3 luni și, respectiv, 36 luni de la producere.

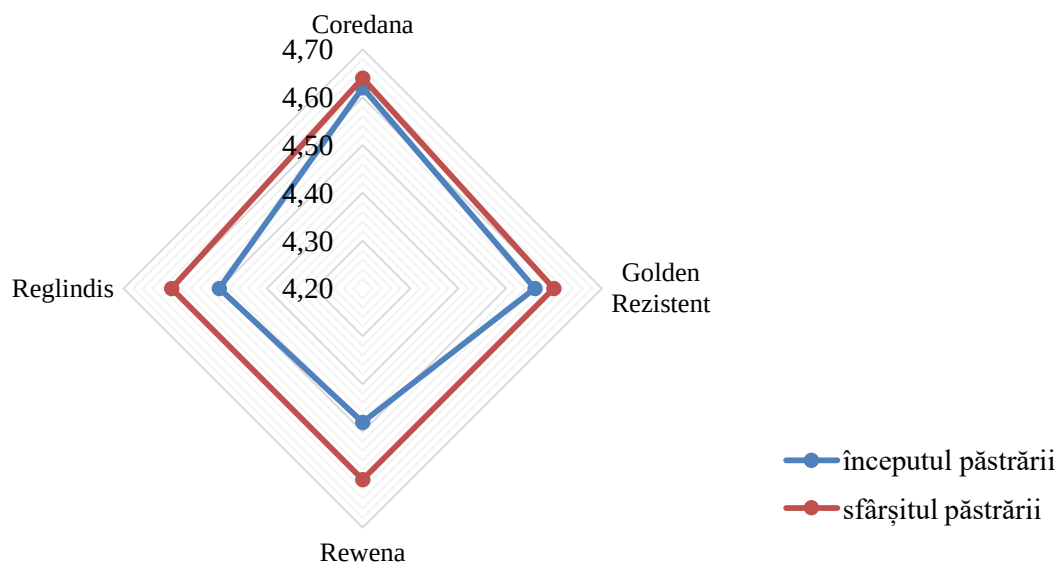


Fig. 4.8. Diagrama evaluării senzoriale a fiecărui acidifiant în parte, conform notelor medii generale, din merele imature de soiurile Coredana, Golden Rezistent, Reglindis și Rewena, la începutul păstrării și sfârșitul acesteia „cu rezervă”

Rezultatele prezentate în figurile 4.7 și 4.8, în comparație cu rezultatele indicilor organoleptici analizați la începutul păstrării, prezentați în tabelul 4.3 și figura 4.4, denotă că mostrele studiate de acidifianți din mere au fost apreciate cu note medii generale mai bune la sfârșitul termenului de păstrare „cu rezervă”, decât la început. Astfel, inițial notele medii în produsele obținute din merele soi Coredana au avut valorile $4,62 \pm 0,01$; Golden Rezistent – $4,56 \pm 0,05$; Rewena – $4,48 \pm 0,11$; Reglindis – $4,50 \pm 0,07$. Iar la finele depozitării toate aceste produse au avut notele medii $4,60 \pm 0,05$, exceptând Coredana cu $4,64 \pm 0,07$. Necâtând la faptul că aspectul exterior al probelor și culoarea au avut note mai joase datorită nuanțelor mai închise și a sedimentului depus, au fost ameliorați așa indici ca aroma, gustul și mirosul acestora, ceea ce se poate datora conversiei acizilor organici și glucidelor solubile pe durata păstrării.

În baza investigațiilor efectuate, ***termenul de păstrare*** al acidifianților 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

Consumul îndelungat al produselor alimentare ce conțin aditivi sintetici afectează sănătatea consumatorului, provocând dereglări ale sistemului imunitar. Utilizarea aditivilor și ingredientelor naturale în produsele alimentare este actuală și constituie obiectul de studiu și de cercetare al multor instituții și colective științifice, cum ar fi: ale antioxidanților naturali – în produsele de

cofetărie pentru fortificarea și substituirea aditivilor alimentari de origine sintetică (coloranți, substanțe aromatice, conservanți etc.) (Ghendov-Moșanu, 2018) și ale acidifiantilor naturali – în calitate de sursă de aciditate naturală pentru conservarea legumelor și fructelor sau la prepararea dressingurilor pentru salate (Golubi, 2019; Dupas de Matos 2019).

Legumele și fructele sunt alimente sănătoase și foarte hrănitoare, dar perisabile și cu un termen de valabilitate foarte scurt. Conservarea acestor alimente importante se practică de mult timp, folosind diferite metode, ceea ce ne permite să le consumăm pe parcursul întregului an. Una din metode reprezintă acidifierea directă a alimentelor, cu sau fără pasteurizare, prin folosirea lichidelor acide pe bază de acid acetic, de regulă, pentru a le îmbunătăți calitatea și durata de păstrare, precum și pentru a le spori gustul (Siddid et al., 2018).

La nivel experimental au fost obținute mostre de conserve din legume și fructe cu folosirea acidifiantilor naturali, substituind astfel acizii acetic și citric (Trojan et al., 2002; Dupas de Matos 2019; Golubi 2019). Utilizarea acidifiantului din mere la conservarea fructelor și legumelor ar permite diversificarea surselor naturale de aciditate. Totodată, există puține studii privind comportamentul acidului malic în alimente, niciunul nu se axează pe rezultate cantitative sau investigații asupra proprietăților sale fizico-chimice, utile pentru industria alimentară (Marques et al., 2020).

În acest subcapitol sunt descrise tehnologiile de obținere a unora din cele mai populare produse conservate de legume și fructe în Republica Moldova, mai exact: tomate marinate, castraveți conservați, tocană de legume tip „Zacusca”, ardei iuți conservați, dulceață de vișine, căpșune conservate (în suc propriu), în care acizii acetic și citric au fost înlocuiți cu acidifiantul din mere.

Pentru aprecierea cantitativă a calității produselor elaborate, care presupune determinarea tuturor caracteristicilor, au fost studiați cei mai importanți indicatori ai calității: conținutul de substanțe uscate, aciditatea titrabilă (exprimată în acid malic), conținutul de sare (în produse de legume conservate), pH-ul și criteriile microbiologice (realizată conform grupei de sterilitate a fiecărui aliment conservat elaborat în parte). Totodată, a fost efectuată evaluarea organoleptică pentru a completa ansamblul de caracteristici, iar pentru o imagine mai complexă, în lucrare sunt prezentate pozele tuturor produselor experimentale obținute cu prezentarea aspectului exterior în recipiente și după decapare.

Indicatorii de calitate au fost determinați după 9 luni de la fabricarea conservelor în laboratorul de Verificare a Calității Produselor Alimentare din cadrul Institutului IȘPHTA. Toate cercetările tehnologice au fost efectuate în condiții de laborator.

4.3.1 Tehnologia de obținere a conservelor din legume cu aplicarea acidifiantului din mere

O abordare larg răspândită pentru conservarea legumelor este marinarea sau conservarea bazată pe adăugarea de sare și a unui lichid acid în calitate de sursă primară de conservare. Legumele conservate pot fi folosite în calitate de gustare independentă, combinată cu diverse preparate, sau ca un ingredient la prepararea bucatelor (borș, garnituri, tocanе, sosuri, etc.).

Analizând literatura de specialitate națională (OMAIA nr. 153 din 14.07.2010), cât și cele internaționale (Behera et al., 2020; Kersten et al., 2021), a fost constatat că toate rețetele clasice de conservare ale legumelor conțin ca sursă de aciditate acid acetic (alimentar, sintetic alimentar, glacial), acid citric sau oțet, obținut din acid acetic sintetic alimentar (esență). Astfel de conserve au un gust și miros specific înțepător de acid acetic și nu sunt agreate de mulți consumatori, în special cei cu probleme ale tractului gastro-intestinal.

4.3.1.1 Tomate marinate

O tehnică străveche de conservare a alimentelor reprezintă marinatul. Astfel se obțin produse conservate nefermentate ambalate în recipiente, de regulă de sticlă, acoperite cu marinadă, incluzând condimente sau ierburi aromatice, și apoi tratate termic (Wacher et al., 2010). Marinada pentru conservarea legumelor se obține din amestecul de apă, sare, zahăr și acid acetic în anumite proporții (Crucirescu, 2022b).

Fiind unele dintre cele mai solicitate legume de către consumatori pe parcursul întregului an, tomatele sau roșiile (*Solanum lycopersicum* L.) au fost conservate prin marinare cu utilizarea acidifiantului din mere, înlocuind acidul acetic în totalitate, și studiate în acest subcapitol. 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
Componenta 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 producerea tomatelor marinate au fost recepționate tomate roșii de soi „Galilea”,

spălate, sortate și calibrate. Marinada a fost preparată în felul următor: la apa fiartă și răcită până la 40 ± 2 °C s-a adăugat cantitatea de zahăr și sare, s-au amestecat până la dizolvarea acestora, apoi s-a inclus volumul de acidifiant din mere (tab. 4.7). În recipiente de sticlă (borcane) au fost plasate verdețurile, boabele de piper negru, ceapa, usturoiul și tomatele, după care au fost acoperite cu marinada, având temperatura de 85 ± 2 °C. Pentru borcanul de sticlă cu volumul de 0,58 L (tip III-82-580) cantitatea de legume a constituit 57 % din masa netă (350 - 360 g), iar marinada 43 % (Crucirescu, 2022b). Recipientele umplute și închise cu capacele Twist-off au fost sterilizate la temperatura de 100 °C timp de 15 min, urmate de 25 min răcire. Depozitarea și păstrarea conservelor etichetate de tomate marinate a avut loc la temperatura de 18 - 20 °C, umiditatea relativă a aerului maxim 75 % (fig. A 2.1) (Crucirescu, 2021c).

Pentru o evaluare mai profundă, au fost determinați indicatorii fizico-chimici, microbiologici și senzoriali ai conservelor de tomate marinate. Analizele au fost efectuate în baza documentației normative în vigoare GOST 1633-73E (valabil, conform OMAIA153/2010), SM SR EN ISO 4833-1:2014, SM SR ISO 21527-2:2014, GOST 29185-91 (valabil, conform OMAIA124/2014) și ISO 6658:2017.

Tabelul 4.8. Indicatorii de calitate ai tomatelor marinate cu acidifiant din mere

Nr.	Denumirea indicatorilor	Norma	Rezultate
Indicatorii fizico-chimici ¹			
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
Indicatorii microbiologici ^{2, 3, 4}			
6	² MMAFAn, UFC/g	n/a	n/d
7	³ Mucegaiuri, UFC/g	n/a	n/d
8	³ Drojdii, UFC/g	n/a	n/d
9	⁴ Clostridii sulfitreducătoare, UFC/g	n/a	n/d

Notă: (Crucirescu, 2021c; 2022b); norma, conform ¹GOST 1633-73E (valabil, conform OMAIA153/2010), ²SM SR EN ISO 4833-1:2014, ³SM SR ISO 21527-2:2014, ⁴GOST 29185-91 (valabil, conform OMAIA124/2014); MMAFAn – microorganisme mezofile aerobe și facultativ anaerobe; # pentru marinate slabacide; * aciditatea titrabilă, recalculată la acidul acetic; ** aciditatea titrabilă, recalculată la acidul malic; n/n – nenormat; n/a – neadmis; n/d - nedepistat.

În baza datelor obținute în urma investigațiilor fizico-chimice (tab. 4.8) a fost stabilit că tomatele marinate conservate cu acidifiant din mere au avut valoarea acidității titrabile mai mică ($0,36 \pm 0,07$ %), decât prevede norma pentru produse marinate clasice slabacide (0,5 - 0,7 %). Cantitatea de sare a constituit $1,50 \pm 0,04$ %, ceea ce prezintă limita de jos, conform normei documentației normative.

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, 2019; 2021b). De asemenea, a fost măsurată valoarea pH-ului, aceasta fiind de $4,09 \pm 0,06$. Rezultatele analizei microbiologice din tabelul 4.8 denotă că produsul elaborat a corespuns cerințelor de sterilitate industrială.

Evaluarea senzorială a fost efectuată de către comisia de degustare formată dintr-un grup de opt tehnologi instruiți, conform standardului ISO 6658:2017 și Banu și colaboratorii (2007), prin metoda de descriere a calității (tab. 4.9) și prin metoda de apreciere prin punctaj (sistemul de 5 puncte). Astfel au fost apreciați 5 parametri de bază (fig. 4.9), iar pozele aspectului exterior ale mostrelor experimentale sunt prezentate în figura 4.10.

Tabelul 4.9. Indicii organoleptici ai tomatelor marinate cu acidifiant din mere

Nr. d/o	Denumirea parametrilor	Indicii organoleptici *
1	Aspectul exterior	Tomate cu forma alungită, întregi, de aceeași varietate, culoare și grad de coacere, apropiate ca mărime. Coapte, cu lungimea 35 - 55 mm și diametrul 20 - 30 mm. Fără deteriorări mecanice.
2	Culoarea	Tomate roșii, culoarea omogenă, apropiată de cea naturală. Marinadă limpede, cu o ușoară opalescență, cu incluziuni de verdețuri, bucățele de ceapă, usturoi.
3	Gustul și mirosul	Plăcut, bine exprimat, caracteristic tomatelor marinate, dulce-acrișor, slab sărat, echilibrat, armonios. Fără gust și miros străine.
4	Aroma	Plăcută, cu nuanță de condimente și verdețuri, cu o ușoară nuanță de măr verde
5	Consistența	Tomate moi, nerăsfierte.

Notă: (Banu et al., 2007; Crucirescu et al., 2021); * metoda descriptivă, conform ISO 6658:2017

Evaluarea organoleptică a mostrelor experimentale de tomate marinate cu utilizarea acidifiantului din mere denotă că produsul obținut diferă de produsul similar clasic prin ușoară nuanță de măr verde în schimbul aromei înțepătoare de acid acetic.

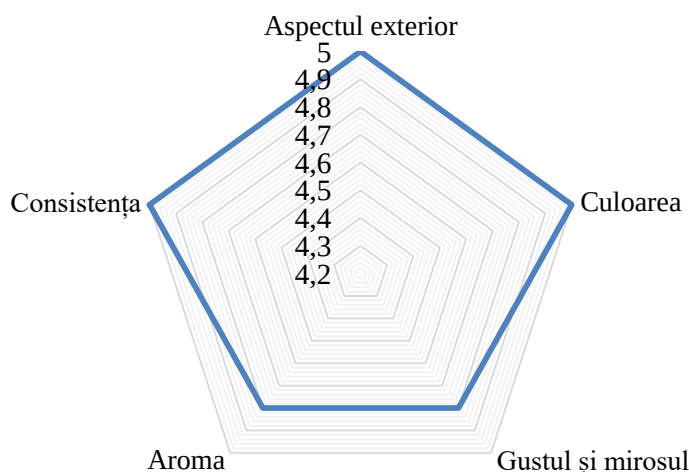


Fig. 4.9. Diagrama profilului senzorial a tomatelor marinate cu utilizarea acidifiantului din mere

Diagrama profilului senzorial a probelor analizate denotă că parametrii studiați au avut aprecieri maxime, exceptând aroma, gustul și mirosul, care au avut note medii $4,8 \pm 0,1$.



Fig 4.10. Tomate marinate cu utilizarea acidifiantului din mere

Aspectul exterior al tomatelor marinate în recipiente de sticlă și după decapare prezintă un produs apetisant cu o consistență moale a legumelor, dar nerăsfierte, și un lichid de conservare limpede, ceea demonstrează perspectiva utilizării acidifiantului din mere în calitate de substituent al acidului acetic.

4.3.1.2 Castraveți conservați

Castraveții (*Cucumis sativus L*) conservați se bucură de popularitate în rândul consumatorilor datorită aspectelor senzoriale ce țin de o aromă și o textură favorabile, precum, și de fermitate și o consistență crocantă (Kersten et al., 2021). Aceștea reprezintă produsul preparat din castraveți proaspeți așezați în recipiente, de regulă borcane de sticlă, cu adăugarea diferitor condimente, umplute cu soluția de acid acetic și sare, închise ermetic și sterilizați.

Conservarea castraveților cu utilizarea acidifiantului din mere, înlocuind în totalitate acidul acetic din rețeta clasică, a fost încercată și studiată în cadrul tezei. Rețeta de producere a acestor alimente este prezentată în tabelul 4.10, iar procesul de producere este descris în continuare.

Tabelul 4.10. 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	29,0
6	Sare, kg	1,2
7	Acidifiant din mere**, L	4,0

Notă: (Yastrebov, 1980; Crucireșcu, 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).

Rețetele de fabricare ale produselor elaborate de castraveți conservați (4.10), la fel și a tomatelor marinate (tab. 4.7), au fost optimizate. La prepararea marinadei și a soluției de

conservare, acidul acetic de sinteză a fost înlocuit cu acidifiantul din mere în totalitate, iar cantitățile stipulate de zahăr și sare au fost diminuate cu 50 % față de rețeta clasică de producere (Cucirescu, 2022b; 2023b).

Castraveții de soi „Cornișon” au fost recepționați, sortați, calibrați, spălați și lăsați în apă rece timp de 30 - 60 min. Pentru obținerea soluției de conservare la apa fiartă și racită până la 40 ± 2 °C a fost adăugată cantitatea de sare, iar după dizolvarea acesteia, volumul de acidifiant din mere necesar (tab. 4.10). În recipiente de sticlă spălate și condiționate au fost plasate verdețurile, boabele de piper negru, usturoiul și castraveții, conform rețetei de producere. Legumele au fost acoperite cu soluția de conservare, având o temperatură de 85 ± 2 °C. Vasele umplute și închise cu capacele Twist-off au fost sterilizate la temperatura de 100 °C timp de 15 min, urmate de 25 min răcire. Depozitarea și păstrarea conservelor etichetate de castraveți conservați au avut loc la temperatura de 18 - 20 °C și umiditatea relativă a aerului maxim 75 % (fig. A 2.1).

Analiza indicatorilor fizico-chimici a fost efectuată conform Banu și colaboratorii (2007) și documentației normative în vigoare GOST 20144-74E (valabil, conform OMAIA153/2010). Iar evaluarea criteriilor microbiologici conform SM SR EN ISO 4833-1:2014, SM SR ISO 21527-2:2014 și GOST 29185-91 (valabil, conform OMAIA124/2014) (tab. 4.11).

Tabelul 4.11. Indicatorii de calitate ai castraveților conservați cu acidifiant din mere

Nr.	Denumirea indicatorilor	Norma	Rezultate
Indicatorii fizico-chimici ¹			
1	Substanțe uscate, %, nu mai puțin	4,0	5,60±0,05
2	Aciditatea titrabilă, %	#0,5 – 0,6*	0,24**±0,04
3	Cloruri, %	2,5 – 3,0	2,40±0,07
4	pH	n/n	4,11±0,02
5	Corpuri străine și impurități minerale	n/a	n/d
Indicatorii microbiologici ^{2, 3, 4}			
6	² MMAFAn, UFC/g	n/a	n/d
7	³ Mucegaiuri, UFC/g	n/a	n/d
8	³ Drojii, UFC/g	n/a	n/d
9	⁴ Clostridii sulfitereducătoare, UFC/g	n/a	n/d

Notă: (Banu et al., 2007; Cucirescu, 2023b); norma, conform ¹GOST 20144-74E (valabil, conform OMAIA153/2010), ²SM SR EN ISO 4833-1:2014, ³SM SR ISO 21527-2:2014, ⁴GOST 29185-91 (valabil, conform OMAIA124/2014); MMAFAn – microorganisme mezofile aerobe și facultativ anaerobe # 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 (tab. 4.11) în produsele de castraveți conservați, cum și în cazul tomatelor marinate, au relatat date foarte bune, având aciditatea titrabilă de $0,24 \pm 0,04$ %, iar cantitatea de sare – $2,40 \pm 0,07$ %, ceea ce constituie valori mai mici decât norma din documentația normativă în vigoare pentru conserve produse 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

$\pm 0,02$. Analiza criteriilor microbiologici prezentați în tabelul 4.11 denotă că produsul elaborat a corespuns cerințelor de sterilitate industrială.

Parametrii organoleptici au fost analizați conform ISO 6658:2017 și Banu și colaboratorii (2007) prin metodele descriptivă a calității (tab. 4.12) și de apreciere prin punctaj conform celor 5 parametri (fig 4.11).

Tabelul 4.12. Indicii organoleptici ai castraveților conservați cu acidifiant din mere

Nr. d/o	Denumirea parametrilor	Indicii organoleptici *
1	Aspectul exterior	Castraveți întregi, omogeni, cu lungimea 75-80 mm. Raportul lungime/diametru aproximativ 4. Fără deteriorări mecanice.
2	Culoarea	Verde-maslinie cu diverse nuanțe, fără pete și arsuri. Sărămura limpede cu incluziuni de verdețuri, bucățele de usturoi.
3	Gustul și mirosul	Plăcut, bine exprimat, slab sărat, caracteristic castraveților conservați, acrișor, fără gust amar. Fără gust și miros străine.
4	Aroma	Plăcută, cu nuanță de condimente și verdețuri, cu o ușoară nuanță de măr verde
5	Consistența	Miezul puternic, dur, semințe nedevelopate, fără goluri, bine îmbibat cu sărămură. Castraveți crocanți

Notă: (Banu et al., 2007; Crucireșcu, 2023b); * metoda descriptivă, conform ISO 6658:2017

Analiza senzorială a probelor de castraveți conservați cu aplicarea acidifiantului din mere denotă că utilizarea acestei surse de aciditate este binevenită pentru conservare, menținând legumele în starea lor cât mai aproape de naturală.

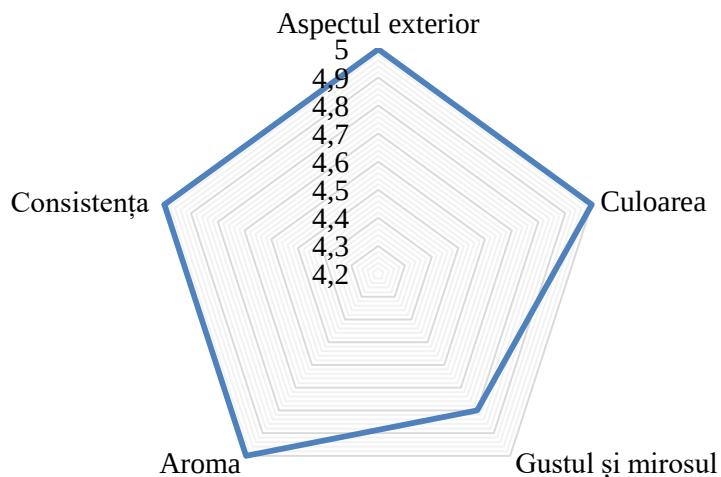


Fig. 4.11. Diagrama profilului senzorial a castraveților conservați cu utilizarea acidifiantului din mere

Diagrama profilului senzorial a probelor analizate completează cele expuse mai sus. Degustatorii au apreciat mostrele cu note maxime, exceptând gustul și mirosul, care a avut nota medie generală $4,8 \pm 0,2$.

Pozele aspectului exterior a probelor de castraveți conservați cu aplicarea acidifiantului din mere se pot vedea în figura 4.12.



Fig. 4.12. Castraveți conservați cu utilizarea acidifiantului din mere

Aspectul exterior a mostrelor experimentale de castraveți conservați au prezentat legume cu o consistență dură, bine îmbibată cu sărămură, aflate în lichidul limpede de conservare. Conform determinărilor efectuate, acidifiantul din mere reprezintă o sursă de aciditate de perspectivă pentru conservarea legumelor.

4.3.1.3 Tocană de legume tip „Zacusca”

Zacusca clasică este obținută din vinete (min. 60 %), ardei grași sau gogoșari roșii (min. 40 %), ceapă (min. 10 %), ulei de floarea-soarelui (4,264 %), suc de roșii (4,7 %), sare (1 %), condimente (piper - 0,036 %) (Rețete – Laura Laurențiu). Produsul este ambalat în recipiente închise ermetic și tratate termic (sterilizate). Acest fel de tocană se consumă în calitate de aperitiv sau felul II.

Necătând la faptul că acest fel de tocană de legume este foarte populară printre consumatorii din țara noastră, zacusca nu este standartizată și nu are documente normative conform cărora ar fi putut fi fabricată la scară industrială. Toată informația în privința rețetelor sunt acumulate de la oameni. Pentru producerea și evaluarea indicatorilor fizico-chimici, în calitate de referință au servit produsele similare de tocană din documentul normativ în vigoare în Republica Moldova GOST 2654-98 (valabil, conform OMAIA 153/2010).

Datorită necesității de implementare în industria alimentară a surselor naturale de aciditate, a fost luată decizia de aplicarea acidifiantului din mere la obținerea tocanei de legume tip „Zacusca”, astfel, producând alimente funcționale noi.

În condiții de laborator au fost obținute mostre experimentale de conserve de tocană de legume tip „Zacusca” cu mici schimbări în rețeta tradițională. Tocana a fost produsă fără utilizarea uleiului și prăjirea cepei cu scopul obținerii unui produs dietetic, ceea ce va permite consumul de

către persoanele cu probleme ale fierii și ficatului. Totodată, excluderea acestor ingrediente va favoriza majorarea termenului de valabilitate a produsului finit. Rețeta de producere a tocanei de legume este prezentată în tabelul 4.13.

Tabelul 4.13. Rețeta de fabricare a tocanei 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)

Materia primă pentru producerea tocanei de legume tip „Zacusca” (vinetele, gogoșarii și tomatele) a fost recepționată, sortată și spălată. Vinetele și gogoșarii au fost copti la foc deschis (grătar) la temperatura cca 180 ± 2 °C timp de 15 - 20 min. Apoi au fost curățate bine de coajă, iar gogoșarii și de semințe, și lasate pentru scurgerea lichidului la loc răcoros timp de 3 - 4 ore. În acest timp, tomatele au fost spălate, trecute prin răzătoare (pasate) cu separarea cojii și așezate la foc într-un vas de fontă. După ce vinetele și gogoșarii s-au scurs de sucul propriu, acestea au fost tăiate cubulețe mărunte și incluse în vasul cu tomatele, unde au fost omogenizate și lăsate pentru fierbere timp de 30 min. Spre sfârșit, în vasul cu legume au fost adăugați acidifiantul de mere și sarea. Periodic toată masa a fost amestecată. După trecerea timpului, în recipiente de sticlă de 0,42 L spălate și condiționate a fost dozată tocană de legume cu temperatura nu mai mică de 80 ± 2 °C, închise cu capace Twist-off și sterilizate la temperatura de 120 ± 2 °C timp de 50 min, urmate de răcire și etichetare. Depozitarea și păstrarea conservelor obținute de tocană de legume tip „Zacusca” a avut loc la temperatura de 18 - 20 °C și umiditatea relativă a aerului maxim 75 % (fig. A 2.2) (Crucirescu, 2023a).

Indicatorii de calitate determinați în mostrele de tocană de legume tip „Zacusca” sunt prezentate în tabelul 4.14.

Tabelul 4.14. Indicatorii de calitate determinați în tocană de legume tip „Zacusca” cu utilizarea acidifiantului din mere

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

Continuare tabelul 4.14.

1	2	3	4
Indicatorii microbiologici ^{2, 3, 4, 5}			
6	² MMAFAn, UFC/g	n/a	n/d
7	² MTAAnFAn, UFC/g	n/a	n/d
8	³ Mucegaiuri, UFC/g	n/a	n/d
9	³ Drojii, UFC/g	n/a	n/d
10	⁴ Clostridii sulfitreducătoare, UFC/g	n/a	n/d
11	⁵ Bacterii acidolactice, UFC/g	n/a	n/d

Notă: (Crucirescu, 2023a); norma, conform ¹ GOST 2654-98 (valabil, conform OMAIA153/2010), ² SM SR EN ISO 4833-1:2014, ³ SM SR ISO 21527-2:2014, ⁴ GOST 29185-91 și ⁵ GOST 10444.11 (valabil, conform OMAIA124/2014); MMAFAn - microorganisme mezofile aerobe și facultativ anaerobe; MTAAnFAn – microorganisme termofile aerobe, anaerobe și facultativ-anaerobe; n/n - nenormat; n/a - neadmis; n/d - nedepistat.

Rezultatele determinărilor fizico-chimici (tab. 4.14) au arătat că conținutul total de acizi, de sare și pH sunt destul de agreabile, constituind $0,42 \pm 0,04$ %, $0,94 \pm 0,07$ % și $4,81 \pm 0,02$, respectiv. Aceste valori sunt mai mici în comparație cu alte produse similare, conform documentației normative în vigoare GOST 2654-98 (valabil, conform OMAIA153/2010). Cantitatea de substanțe uscate în mostrele de conserve analizate reprezintă $27,0 \pm 0,05$ %. Analiza microbiologică, efectuată conform SM SR EN ISO 4833-1:2014), SM SR ISO 21527-2:2014, GOST 29185-91 și GOST 10444.11 (valabil, conform OMAIA124/2014), denotă că produsul elaborat corespunde cerințelor sterilității industriale.

Descrierea tuturor caracteristicilor senzoriale este prezentată în tabelul 4.15, iar diagrama rezultatelor conform aprecierii prin punctaj – în figura 4.13. Totodată, în figura 4.14 sunt prezentate pozele aspectului exterior ale tocanei produse cu utilizarea acidifiantului din mere.

Tabelul 4.15. Indicii organoleptici determinați în tocană de legume tip „Zacusca” cu utilizarea acidifiantului din mere

Nr. d/o	Denumirea parametrilor	Indicii organoleptici *
1	Aspectul exterior	Pastă de vinete cu incluziuni de bucățele de vinete și ardei gogoșari roșii tăiate omogen aproape ca mărime, posibile incluziuni de tomate, toate fără piele. Prezența semințelor nedure de vinete repartizate uniform în toată masa, o ușoară separare a lichidului de întreaga masă.
2	Culoarea	Caracteristică legumelor conservate, fără arsuri. Bucățelele de ardei și de tomate au culoarea roșie omogenă, de vânătă – alifie-deschisă. Culoarea masei – roșu-portocalie spre maro.
3	Gustul și mirosul	Caracteristice legumelor tratate termic, foarte plăcut și bine exprimat, cu nuanță de fum, fără gust amar și nuanțe străine.
4	Aroma	Plăcută, cu o ușoară nuanță de măr verde și al fumului de coacere.
5	Consistența	Zacusca se prezintă sub formă de pastă cu incluziuni de bucățele de vinete, ardei gogoșari și tomate. Legumele bine prelucrate, moi, dar nu răsfierate.

Notă: (Crucirescu, 2023a); conform GOST 2654-98 (valabil, conform OMAIA153/2010); * metoda descriptivă, conform ISO 6658:2017

Evaluarea senzorială a mostrelor experimentale de tocană denotă că uilizarea acidifiantului din mere în acest produs a fost efectuată pentru reglarea acidității și fixarea aromei legumelor după coacere la foc deschis.

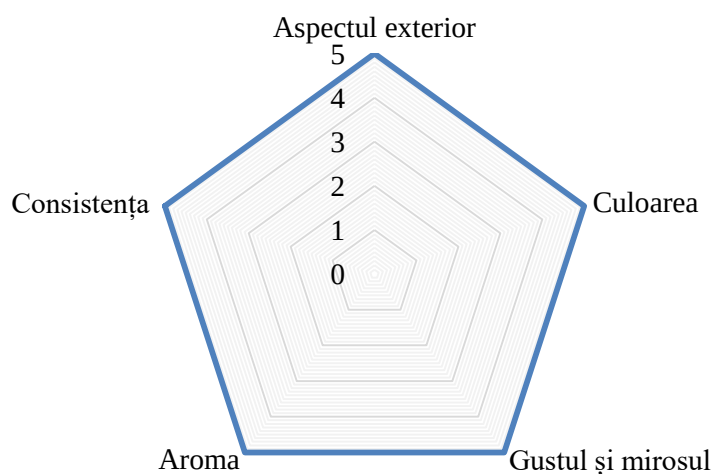


Fig. 4.13. Diagrama profilului senzorial a tocanii de legume tip „Zacusca” cu utilizarea acidifiantului din mere

Comisia de degustare, evaluând parametrii organoleptici, a fost plăcut surprinsă de toți indicii ai tocanii de legume tip „Zacusca”, în special aroma și gustul al fumului de coacere, apreciind produsul elaborat cu note maxime.



Fig. 4.14. Tocană de legume tip „Zacusca” cu utilizarea acidifiantului din mere

Aspectul exterior al tocanii studiate a prezentat o pastă omogenă cu incluziuni de legume, utilizate la producere, repartizate omogen. Totodată, a fost observată o ușoară separare a lichidului de întreaga masă, ceea ce se permite în cazul tocanii din legume fierte sau coapte.

Rezultatele obținute, în urma analizei indicatorilor de calitate, denotă că acest tip de tocană de legume este foarte benefică pentru consum de către populație din punct de vedere a compoziției, dar și a modului de preparare, fiind și cea mai solicitată.

4.3.1.4 Ardei iuți conservați

Ardeiul iute (*Capsicum annuum*) este o specie populară a genului *Capsicum* care face parte din familia Solanaceae. Această specie se dovedește a fi cea mai cultivată dintre toate cele 4 tipuri de ardei cunoscuți. Ardeii iuți sunt apreciați pentru capsaicină, un alcaloid care imprimă gustul iute, arzător al ardeiului cu efecte antiinflamatoare. Însă puțini oameni le pot consuma în stare crudă, deaceia conservarea acestora reprezintă o oportunitate. Identic produselor descrise în prezenta lucrare, ardeii iuți conservați sunt cele mai populare și solicitate produse în rândul consumatorilor din Republica Moldova. Acestea se folosesc în alimentație în calitate de aperitiv pentru felurile I și II, ca condiment sau la prepararea diverselor sosuri picante.

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).

Pentru conservare, au fost recepționați ardeii iuți de culoarea verde, spălați, sortați și calibrați după mărime. În recipientele de sticlă condiționate de 0,42 L au fost așezate legumele picante foarte bine, chiar înghesuite. Apoi acestea au fost acoperite cu acidifiant din mere imature de soi Reglindis, recoltate în anul 2019 la ziua a 71-a după înflorirea deplină (AT=2,35 %; SUH=8,4 °Brix; pH=3,00), dizolvat 1:2 cu apă potabilă, lichidul de acoperire având temperatura de 85 ± 2 °C. Recipientele umplute au fost închise cu capace Twist-off și sterilizare la temperatura de 100 ± 2 °C timp de 5 min, urmate de răcire, timp de 25 min, și etichetare. Depozitarea și păstrarea conservelor obținute a avut loc la temperatura de 18 - 20 °C și umiditatea relativă a aerului de maxim 75 %.

După 9 luni de depozitare în conservele de ardei iuți au fost determinați indicatorii de calitate. În tabelul 4.16 sunt prezentate rezultatele evaluărilor fizico-chimice și microbiologice ale acestora.

Tabelul 4.16. Indicatorii de calitate ai ardeilor iuți conservați cu utilizarea acidifiantului din mere

Nr.	Denumirea indicatorilor	Rezultate
Indicatorii fizico-chimici		
1	Substanțe uscate, %	9,70±0,01
2	Aciditatea titrabilă, exprimată în acid malic, %	0,80±0,03
3	pH	3,30±0,02
4	Corpuri străine și impurități minerale	n/d
Indicatorii microbiologici ^{1, 2}		
5	¹ MMAFAn, UFC/g	n/d
6	² Mucegaiuri, UFC/g	n/d
7	² Drojdii, UFC/g	n/d

Notă: conținutul total de ardei iuți raportat la masa netă – 70 %; MMAFAn – microorganisme mezofile aerobe și facultativ anaerobe; ¹ SM SR EN ISO 4833-1:2014, ² SM SR ISO 21527-2:2014, n/d - nedepistat.

Rezultatele din tabelul 4.16 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 $3,30 \pm 0,02$. Analiza criteriilor microbiologici arată că produsul corespunde cerințelor sterilității industriale.

De asemenea, a fost efectuată evaluarea organoleptică a ardeilor iuți conservați de către comisia de degustare, conform ISO 6658:2017, care este prezentată în tabelul 4.17 (prin descriere) și în figura 4.15 (prin metoda de punctaj).

Tabelul 4.17. Indicii organoleptici ai ardeilor iuți conservați cu acidifiant din mere

Nr. d/o	Denumirea parametrilor	Indicii organoleptici *
1	Aspectul exterior	Ardei iuți întregi în soluția de conservare, de aceeași varietate culoare și grad de coacere, apropiate ca mărime. Soluția de conservare limpede cu un sediment mai puțin de 0,2 cm.
2	Culoarea	Ardei iuți verzi-închiși, ardei roșii mai puțin de 1 %.
3	Gustul și mirosul	Iute plăcut, acrișor, cu nuanță ușoară de dulce, armonios, caracteristice legumelor tratate termic. Fără nuanțe străine în gust și miros.
4	Aroma	Plăcută iuție, cu o ușoară nuanță de măr verde.
5	Consistența	Ardeii iuți tari, crocanți.

Notă: * metoda descriptivă, conform ISO 6658:2017

Descrierea parametrilor senzoriali ai ardeilor iuți conservați cu acidifiantul din mere denotă că acest produs a prezentat o aromă plăcută cu o ușoară nuanță de măr verde, cu gust și miros plăcute și echilibrate.

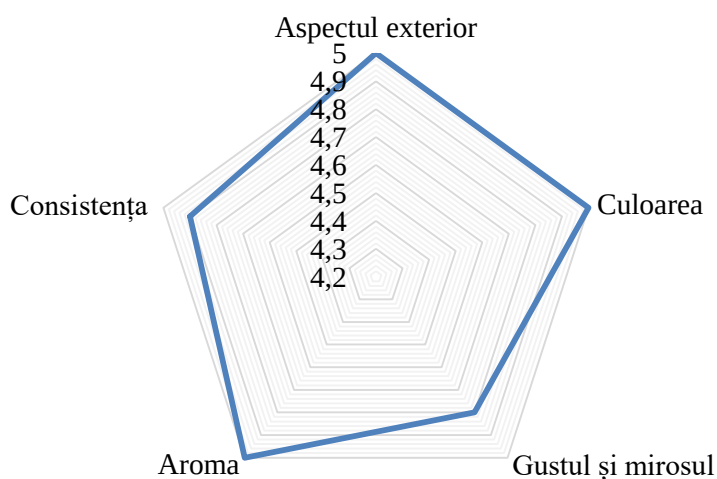


Fig. 4.15. Diagrama profilului senzorial a ardeilor iuți conservați cu utilizarea acidifiantului din mere

Conform diagramei din fig. 4.15 se poate observa că produsul analizat a fost apreciat cu note medii generale foarte bune. Aspectul exterior, consistența și culoarea legumelor conservate experimentale, obținute în condiții de laborator, atât în recipientul de sticlă, cât și în secțiunea transversală a acestora, se poate vedea în figura 4.16.



Fig. 4.16. Ardei iuți conservați cu utilizarea acidifiantului din mere

Caracteristicile fizico-chimice, microbiologice și organoleptice determinate în mostrele studiate demonstrează că ardeii iuți conservați cu aplicarea acidifiantului din mere vor fi agreați de către consumatori și nu vor dăuna sănătății.

4.3.2 Tehnologia de obținere a conservelor din fructe cu aplicarea acidifiantului din mere

Vișinele și căpșunele sunt unele dintre cele mai populare fructe din lume. Acestea sunt folosite nu numai ca fructe proaspete, ci și congelate sau ca produse procesate (dulcețuri, gemuri, piureuri și altele). Fructele conservate sunt foarte populare în rândul consumatorilor de toate vârstele. Produsele date pot fi consumate ca alimente finite propriu-zise sau în calitate de materie primă în diverse ramuri ale industriei alimentare (ex.: cofetărie, patiserie, înghețate, etc.).

În procesul conservării fructelor, în calitate de aditiv alimentar, se adaugă acidul citric cu scopul de a reduce pH-ul și de a favoriza păstrarea culorii produsului, dar și de a împiedica cristalizarea siropului în dulcețuri în timpul depozitării. În cadrul tezei au fost obținute și studiate două produse negelificate din fructe: dulceață de vișine și căpșune conservate (în suc propriu), în care acidul citric a fost substituit cu acidifiantul din mere.

La fel ca în cazul legumelor conservate, conservele de fructe elaborate au fost studiate din punct de vedere al calității după 9 luni de depozitare.

4.3.2.1 Dulceață de vișine

Dulceața reprezintă un produs negelificat obținut prin fierberea fructelor în sirop de zahăr, cu sau fără adăugarea acidului citric, concentrarea produsului ambalat în recipiente închise ermetic și pasteurizare. Materia primă o constituie fructele proaspete de cea mai înaltă calitate, dintr-o singură specie de fructe și poartă denumirea fructului din care provine (Banu et al., 2009; Băisan, 2018).

Rețeta de producere a dulceții de vișine cu utilizarea acidifiantului din mere, substituind acidul citric din rețeta clasică, este prezentată în tabelul 4.18, iar schema de producere în figura A 3.3. Principalele etape ale procesului de fabricare al produsului dat au cuprins: condiționarea materiei prime, prepararea dulceții propriu-zisă și ambalarea produsului finit.

Tabelul 4.18. Rețeta de fabricare a dulceții de vișine cu acidifiant din mere

Nr.d/o	Materii prime și materiale	Rețeta de fabricare pentru 100 kg produs finit
1	Vișine, kg	65,0
2	Zahăr, kg	63,0
3	Acidifiant din mere*, L	20,0

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

Vișinele de soi „Crisana” au fost recepționate, spălate, calibrate și îndepărtate codițele manual. Într-un vas cu pereții groși au fost adăugați zahărul și acidifiantul și plasați la foc pentru fierbere. După dizolvarea completă a zahărului, în siropul fierbând, cu atenție, au fost incluse fructele condiționate. Prepararea dulceții a fost realizată prin concentrarea discontinuă a produsului, care constă în fierberea fructelor în sirop de zahăr, aplicând 2 – 3 întreruperi a câte 5 – 10 minute, până la atingerea concentrației finale. În prima fază fierberea a fost lentă, pentru o mai bună păstrare a integrității fructelor. La fiecare fierbere a avut loc îndepărtarea spumei. Dozarea dulceții a fost efectuată în recipiente de sticlă cu volumul 0,42 L condiționate, fiind cu temperatura minim 90 ± 2 °C, manual pentru protejarea integrității și a uniformizării fructelor. După răcirea borcanelor la temperatura aerului timp de 20 – 30 min, a fost efectuată etichetarea, cu depozitarea ulterioară a produsului finit (fig. A 2.3).

Indicatorii de calitate (tab. 4.19) în mostrele experimentale de dulceață elaborate au fost evaluați conform Reglementării Tehnice „Gemuri, jeleuri, dulceturi, piureuri și alte produse similare” (HG nr 216, 2008).

Tabelul 4.19. Indicatorii de calitate ai dulceții de vișine cu utilizarea acidifiantului din mere

Nr.	Denumirea indicatorilor	Rezultate
Indicatorii fizico-chimici ¹		
1	Substanțe uscate, %	72,0±0,01
2	Aciditatea titrabilă, exprimată în acid malic, %	0,80±0,02
3	pH	3,40±0,05
4	Corpuri străine și impurități minerale	n/d
Indicatorii microbiologici ^{2, 3}		
5	² MMAFAn, UFC/g	n/d
6	³ Mucegaiuri, UFC/g	n/d
7	³ Drojdii, UFC/g	n/d

Notă: ¹ conform HG 216/2008 (anexa 3); MMAFAn – microorganisme mezofile aerobe și facultativ anaerobe; ² SM SR EN ISO 4833-1:2014, ³ SM SR ISO 21527-2:2014, n/d – nedepistat.

Indicatorii fizico-chimici au prezentat următoarele valori: conținutul de substanțe uscate a fost de $72,0 \pm 0,01$ %; aciditatea titrabilă, exprimată în acid malic, de $0,80 \pm 0,02$ %; iar pH-ul – $3,40 \pm 0,05$ (tab 4.19). Rezultatele microbiologice au corespuns cerințelor sterilității industriale.

Indicii organoleptici ai mostrelor studiate au fost evaluați de către comisia de degustare prin metoda descriptivă (tab. 4.20) și de punctaj (fig. 4.17) conform documentațiilor normative HG 216/2008 (anexa 2) și ISO 6658:2017.

Tabelul 4.20. Indicii organoleptici ai dulceții de vișine cu utilizarea acidifiantului din mere

Nr. d/o	Denumirea parametrilor	Indicii organoleptici *
1	Aspectul exterior	Fructe întregi, de dimensiuni apropiate (10 - 15 mm), coapte, nedestramate, răspândite uniform în sirop (lichid siropos). Lichidul fără semne de cristalizare.
2	Culoarea	Vișine coapte, bordo, siropul de o culoare rubinie-bordo intens.
3	Gustul și mirosul	Bine exprimat, pătrunse cu sirop, dulce, caracteristic vișinelor. Fără gust și miros străine sau amar.
4	Aroma	Plăcută de vișine, cu o ușoară nuanță de măr verde.
5	Consistența	Fructe moi, nedestramate, siropul are o ușoară gelificare.

Notă: * metoda descriptivă, conform HG 216/2008 (anexa 2) și ISO 6658:2017

Dulceața de vișine, produsă cu utilizarea acidifiantului din mere, a avut aceleași caracteristici senzoriale analogic produselor similare conform documentației normative în vigoare (HG 216/2008). Acidifiantul din mere, adăugat la producerea dulceții, a contribuit la reducerea pH-ului și păstrarea culorii produsului finit, dar, totodată, a împiedicat cristalizarea siropului în timpul depozitării.

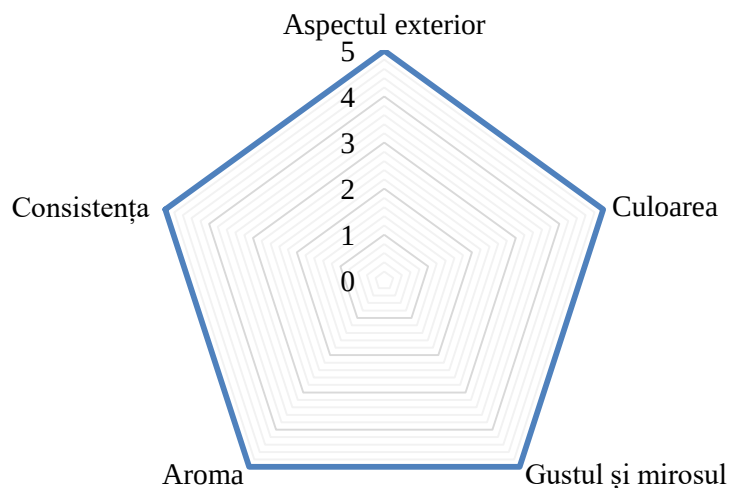


Fig. 4.17. Diagrama profilului senzorial a dulceții de vișine cu utilizarea acidifiantului din mere

Comisia de degustare a apreciat cu note maxime toți parametrii organoleptici ai dulceții de vișine elaborată, deoarece acestea au corespuns tuturor cerințelor documentației normative.

Imaginile aspectului exterior în recipiente de sticlă și după decapare ai produsului elaborat sunt prezentate în figura 4.18.



Fig. 4.18. Dulceață de vișine cu utilizarea acidifiantului din mere

După o durată de 9 luni de păstrare, dulceața nu a prezentat semne de cristalizare, a fost omogenă (fig. 4.18), iar fructele nu au fost separate prin ridicarea la suprafață a siropului, ceea ce denotă că au fost respectate toate etapele de producere, în special răcirea.

4.3.2.2 Căpșune conservate (în suc propriu)

Căpșunele reprezintă fructe răspândite și preferate de către populația din Republica Moldova. Pentru a fi consumate pe parcursul întregului an, căpșunele se conservează sub formă de dulceață sau, în cele mai dese cazuri, în suc propriu. În lucrarea de față, acestea au fost conservate în suc propriu cu utilizarea acidifiantului din mere. Rețeta de fabricare se prezintă în tabelul 4.21, iar în figura A 2.4 se poate vedea schema tehnologică de producere.

Tabelul 4.21. Rețeta de fabricare a căpșunelor conservate cu utilizarea acidifiantului din mere

Nr.d/o	Materii prime și materiale	Rețeta de fabricare pentru 100 kg produs finit
1	Căpșune, kg	68,0
2	Zahăr, kg	34,0
3	Acidifiant din mere*, L	11,0

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

Fructele de căpșune de soi „Gorella” au fost recepționate, spălate, calibrate și îndepărtate pedunculele manual. Pentru conservare au fost alese căpșune mici și mijlocii (20 - 30 mm) intens colorate și aromate. Fructele așezate într-un vas de inox au fost acoperite cu toată cantitatea de zahăr din rețetă (tab. 4.21), amestecate foarte atent pentru evitarea deteriorării și lăsate pentru difuzie timp de 6 - 8 ore la temperatura camerei. După expirarea acestui timp, în vasul de inox se adaugă cantitatea de acidifiant, iar toată masa se încălzește și se menține la 60 ± 2 °C timp de 10 - 15 min. Apoi căpșunele cu suc propriu au fost dozate în recipiente de sticlă condiționate cu

volumul de 0,42 L, închise cu capace Twist-off și sterilizate la temperatura de 100 ± 2 °C timp de 15 minute. Produsul obținut a fost răcit timp de 20 ± 2 min, etichetat și depozitat la temperatura de 18 - 20 °C și umiditatea relativă a aerului maxim 75 % (fig. A 2.4).

Analiza indicatorilor principali de calitate a fost efectuată în baza Reglementării Tehnice „Gemuri, jeleuri, dulceturi, piureuri și alte produse similare” (HG nr. 216, 2008) și OMAIA nr. 124 din 2014. Aceștea sunt prezentați în tabelul 4.22.

Tabelul 4.22. Indicatorii de calitate ai cășunelor conservate cu utilizarea acidifiantului din mere

Nr.	Denumirea indicatorilor	Rezultate
Indicatorii fizico-chimici ¹		
1	Substanțe uscate, %	55,0±0,01
2	Aciditatea titrabilă, exprimată în acid malic, %	0,90±0,02
3	pH	3,90±0,04
4	Corpuri străine și impurități minerale	n/d
Indicatorii microbiologici ^{2,3}		
5	² MMAFAn, UFC/g	n/d
6	³ Mucegaiuri, UFC/g	n/d
7	³ Drojii, UFC/g	n/d

Notă: conform ¹ HG 216/2008 (anexa 3); MMAFAn – microorganisme mezofile aerobe și facultativ anaerobe; ² SM SR EN ISO 4833-1:2014,

³ SM SR ISO 21527-2:2014, n/d - nedepistat

Produsul obținut de cășune conservate cu utilizarea acidifiantului s-a caracterizat printr-o cantitate ridicată de substanțe uscate ($55,0 \pm 0,01$ %) și scăzută de aciditate titrabilă ($0,90 \pm 0,02$ %), iar pH-ul a fost de $3,90 \pm 0,04$. Analiza criteriilor microbiologici au demonstrat corespunderea cerințelor sterilității industriale (tab. 4.22).

Analiza organoleptică prin descriere a produsului elaborat este prezentată în tabelul 4.23.

Tabelul 4.23. Indicii organoleptici ai cășunelor conservate cu utilizarea acidifiantului din mere

Nr. d/o	Denumirea parametrilor	Indicii organoleptici *
1	Aspectul exterior	Fructe întregi, de dimensiuni apropiate (20 - 30 mm), coapte, nedestrămate, în recipiente cca 65 %.
2	Culoarea	Cășune coapte, bordo, lichidul de o culoare bordo-deschis.
3	Gustul și mirosul	Bine exprimat, fructe moi, nedestrămate, dulci, caracteristic cășunelor. Fără gust și miros străine.
4	Aroma	Plăcută de cășune, cu o ușoară nuanță de măr verde.
5	Consistența	Fructe moi, nedestrămate.

Notă: * metoda descriptivă, conform HG 216/2008 (anexa 2) și ISO 6658:2017

În urma evaluării indicilor organoleptici a fost stabilit că mostrele studiate au avut un gust foarte plăcut, dulce-acrișor cu o aromă fină de cășune coapte și cu o ușoară nuanță de măr verde (tab. 4.23), acest fapt a fost apreciat de către comisia de degustare care a valorificat produsul cu

note înalte (fig. 4.19). Acest produs a fost analizat similar altor produse analoge din documentația normativă în vigoare (HG 216/2008).

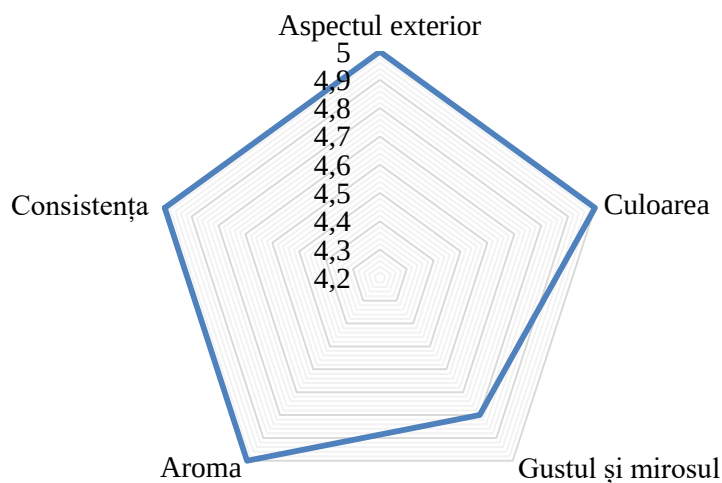


Fig. 4.19 Diagrama profilului senzorial a căpșunelor conservate cu utilizarea acidifiantului din mere

Conform diagramei profilului senzorial a căpșunelor conservate (fig. 4.19), toți parametrii analizați ai acestui produs au fost apreciate de către degustatori cu note medii maxime, excepție fiind gustul și mirosul care au avut nota $4,8 \pm 0,2$. Aceasta a fost explicat prin faptul că produsul elaborat are o aciditate în gust mai mare decât a alimentelor similare fabricate cu utilizarea acidului citric în rețeta de producere.

Imaginile aspectului exterior în recipient de sticlă și după decapare a căpșunelor conservate cu utilizarea acidifiantului din mere sunt prezentate în figura 4.20.



Fig 4.20 Căpșune conservate cu utilizarea acidifiantului din mere

Căpșunele conservate au prezentat fructe moi, întregi, nedestrămate de culoarea bordo-deschis, în borcane acestea nu au fost ridicate la suprafață. Cum și în cazul dulceții de vișine, acidifiantul din mere adăugat la producerea căpșunelor conservate a contribuit la reducerea pH-ului produsului finit și păstrarea culorii.

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

În urma studiului pieții din Republica Moldova, a fost constatat că surse de aciditate în alimentație reprezintă în special produse din lămâie (suc și sare) și oțetul (tabelul 4.24). Acestea sunt importate sau obținute la întreprinderile autohtone. Pe lângă acestea mai există și acid acetic (alimentar, sintetic alimentar, glacial) și oțet, obținut din acid acetic sintetic alimentar (esență) cu sau fără adaos de arome.

Tabelul 4.24. Surse de aciditate pe piața Republicii Moldova

Denumirea produsului	Ambalaj, L, g	Producătorul și țara de producere	Prețul*, lei (cu TVA)
Oțet de mere 5%	0,5	ÎCS „Natur Bravo” SA, Moldova	6,00
	1,0		11,00
Oțet de mere „Eco Lain”	0,5	„Triodor” SRL, R. Moldova	7,00
Oțet de mere „Moș Ion”	0,5		6,00
Oțet de mere „Ana Are”	0,5	„Haruz-Grup” SRL, R. Moldova	10,00
Oțet balsamic „Adorys”	0,25	„Triodor” SRL, R. Moldova	23,00
Aceto di mele	0,5	„Casa Rinaldi” SRL, Italia	72,00
Oțet balsamic de Modena	1,0	„Acetfici Italiani Modena” SRL, Italia	72,00
Aceto Balsamico di Modena IGP	0,15	„Casa Rinaldi” SRL, Italia	88,00
Oțet de vin 4%, „Nora”	1,0	„Fabrica de conserve pentru copii” SA, R. Moldova	10,90
Acid acetic de masă 9% „Belmar”	1,0	„Ringostar” SRL, R. Moldova	10,90
Succo di Limone di Sicilia	0,2	„Limo Chef” SRL, Italia	40,00
Suc de lămâie verde „Limes”	0,125	„Limmi” SRL, Italia	30,00
Sare de lămâie „Vamcorex”	40	„Vamcorex” SRL, Ucraina	5,00
Sare de lămâie „Pripravca”	20	„Pripravca” SRL, Ucraina	4,00
Sare de lămâie „Galeo”	20	„McCormick” S.A., Polonia	9,80
Sare de lămâie „Dr. Oetker”	8	„Dr. Oetker RO” SRL, România	2,30

Notă: prețurile produselor sunt prezentate din perioada lunii august al anului 2021

În studiul de fezabilitate de fabricare a acidifiantului din mere au fost utilizate informații plasate pe site-ul Ministerului Agriculturii, Dezvoltării Regionale și Mediului (MADRM) și cel al Biroului Național de Statistică (BNS). Toate calculele au fost efectuate conform prețurilor lunii august anului 2021.

Recoltarea manuală a merelor imature se realizează de către muncitorii agricoli care culeg în medie 500 kg/zi fiecare, costul unei zile/muncitor fiind de 250 lei (la prețul sezonului anului 2021).

Pentru 1 tonă fructe recoltarea va costa $2 \times 250 \text{ lei} = 500 \text{ lei}$.

În baza Normelor de consum de combustibil și lubrifianți pentru transport auto au fost calculate cheltuielile pentru transportarea merelor imature - materie primă din livadă spre întreprinderea de procesare (normele, conform OMTGD, 2005). Cheltuielile de transportare

realizate cu camionul dotat cu remorcă, estimat la 1 tonă mere - materie primă se prezintă în tabelul 4.25.

Tabelul 4.25. Cheltuielile de transportare ale merelor - materie primă*

Denumirea costurilor	Norma de consum sau tarif pe unitate	Preț pe unitate, lei/L	Valoarea cheltuielilor, lei
Consum de combustibil pentru transportul merelor materie primă, tur, L/100km	31,6	16,90	534,04
Consum de combustibil pentru deplasarea spre punctul de recoltare, retur, L/100km	25,7	16,90	434,33
Salariul șoferului tur-retur, lei/tonă·km	3,00	-	300,0
Total transport pentru 15 tone de mere			1268,37
Cheltuieli totale pentru transportarea unei tone de mere imature			84,56

Notă: conform OMTGD (2005); * - la prețul sezonului anului 2021

Prețul combustibilului (motorină) în timpul recoltării pentru anul 2021 a fost de 16,90 lei per L. Un autocamion cu remorcă tur poate transporta 15 tone mere (9 tone în camion și 6 tone în remorcă). Consumul transportului tur este 31,6 L motorină pentru distanța de 100 km, iar retur (fără marfă) - 25,7 L motorină.

Costul de achiziție per 1 tonă mere imature – materie primă la recepție pentru procesarea industrială reprezintă:

Cost de recoltare/tonă + Cheltuieli de transportare/tonă + Cheltuieli adiționale (amortizare)

$$\text{Cost de achiziție/tonă} = 500 + 84,56 + 29,24 = 613,8 \text{ lei}$$

Utilajul tehnologic necesar la producerea acidifiantului din mere a fost ales de la compania Voran (Voran Maschinen GmbH, Austria) și este enumerat în tabelul 4.26 cu prezentarea și a prețurilor de achiziție pentru fiecare unitate în parte conform site-ului oficial VORAN. De asemenea toate prețurile sunt acelea din perioada anului 2021.

Tabelul 4.26. Utilajul tehnologic necesar fabricării acidifiantilor din mere

Nr. d/o	Denumirea utilajului tehnologic	Consum resurse energetice		Preț de achiziție*, lei
		Apă, m ³ /h	Energie electrică, kW·h	
1	2	3	4	5
1	Basculantă pentru mere în vrac Voran GKE 1000/1250		3,0	165 000
2	Transportor pentru inspectare BRM Voran		2,0	240 000
3	Elevator SA 200 cu spălarea merelor Voran	4,0	0,35	130 000
4	Zdrobitor centrifugal RM 2,2 Voran		3,0	
5	Tank pentru tratare cu enzime Voran		2,0	25 000
6	Presă EBP 500 cu o bandă Voran		1,5	560 000
7	Tank de colectare a sucului cu pompă Voran		0,75	45 000
8	Filtru ERS 25 Voran		0,5	35 000
9	Tank de păstrare a sucului 530 L Voran		-	25 000
10	Pasteurizator PA 300 EA Voran		27,0	210 000

Continuare tabelul 4.26.

1	2	3	4	5
11	Tank de păstrare a sucului 530 L Voran		-	25 000
12	Instalație de îmbuteliere a sticlelor cu 6 poziții Voran		-	45 000
13	Capsator stilă Easy Capper		-	23 000
14	Etichetator Flexlabeller Evoluzione		-	10 000
15	Pompe pentru deservirea liniei (5 unități)		0,5 x 5	70 000
16	Vas pentru colectarea tescovinei (2 unități)		-	12 000
Total valoarea utilajului tehnologic				1 620 000

Nota: conform VORAN, * prețurile de achiziție pentru anul 2021

Calculul economic al costului total direct include costurile materiilor prime, auxiliare și energetice, a manoperei și alte materiale necesare pentru fabricarea acidifiantului din mere. Acesta este prezentat în tabelul 4.27. Prețurile respective sunt întocmite la nivelul prețurilor din luna august 2021.

Tabelul 4.27. Costul estimativ pentru fabricarea acidifiantului din mere

Tipul de resurse	Unit. măsură	Preț/tarif unitar, lei	Norma de consum*	Costul	
				lei	%
Mere – materie primă	tone	500,00	1,870	935,00	67,83
Enzime pectolitice și amilolitice	kg	1000,00	0,030	30,00	2,18
Gelatină	kg	300,00	0,200	60,00	4,35
Apă potabilă	m ³	12,00	2,500	30,20	2,19
Energie electrică	kW·h	1,60	27,140	43,42	3,15
Salariul muncitorului	om·ore	250,00	0,500	125,00	9,07
Materiale de igienizare	kg	100,00	0,295	29,50	2,14
Subtotal				1253,12	90,00
Alte materiale 10% din subtotal				125,32	10,00
Total cost direct estimativ, lei/tonă				1378,44	100,00

Notă: * Norma de consum pentru 1 tonă produs finit

Analizând rezultatele obținute în tabelul 4.27, se observă un total a costului direct estimativ în sumă de 1 378,44 lei per tonă de acidifiant din mere. Ponderea semnificativă a acestui cost este reprezentată de costul materiei prime (mere imature), care alcătuiește 67,83 %; urmat de costul manoperei în proporție de 9,07 %.

Prin aproximație a fost apreciată valoarea estimativă a clădirii secției de producere și a depozitului pentru produsul finit. Aceasta a atins cifra de cca 6 milioane lei, cu durata de amortizare 20 ani. Linia de procesare include utilaj modern de la firma Voran (Austria). Valoarea totală a acesteia se estimează la suma de cca 1,62 milioane lei (tabelul 4.23), cu durata de amortizare 20 ani.

Valoarea amortizării fondurilor fixe pentru fiecare an se calculează conform următoarei relații:

$$Uzura\ clădirii\ secției\ de\ producere = 6\ 000\ 000\ lei : 20\ ani = 300\ 000\ lei/an$$

$$Uzura\ utilajului\ tehnologic = 1\ 620\ 000\ lei : 20\ ani = 81\ 000\ lei/an$$

$$Totalul\ amortizării\ pentru\ clădire\ și\ utilaj = 381\ 000\ lei/an$$

Valoarea cheltuielilor de mentenanța fondurilor fixe pentru fiecare an se calculează astfel:

$$\text{Mentenanța clădirii secției de producere} = 6\,000\,000 \text{ lei} : 20 \text{ ani} \times 0,02 = 6\,000 \text{ lei/an}$$

$$\text{Mentenanța utilajului tehnologic} = 1\,620\,000 \text{ lei} : 20 \text{ ani} \times 0,05 = 4\,050 \text{ lei/an}$$

$$\text{Totalul mentenanței pentru clădire și utilaj} = 10\,050 \text{ lei/an}$$

Pentru obținerea acidifianților din mere se atribuie jumătate din amortizarea și mentenanța anuală. Se presupune că a doua jumătate va fi atribuită fabricării sucurilor din fructe (mere, pere, prune). Valoarea amortizării și a mentenanței clădirii și utilajului tehnologic va fi inclusă în costul indirect la procesul de obținere a acidifianților, deci se calculează 1/2 din amortizarea anuală, obținând:

$$\text{Amortizarea și mentenanța clădirii și a utilajului tehnologic la producerea acidifianților}$$

$$(\text{clădiri} + \text{utilaj})/\text{an} = (381\,000 + 10\,050) : 2 = 195\,525 \text{ lei/an}$$

În procesul de producere a acidifiantului din mere se va folosi linia tehnologică Voran (Austria) cu capacitatea de producere 500 L per oră. Astfel volumul anual de producere preconizat va fi

$$0,5 \text{ tone/h} \times 8 \text{ h/schimb} \times 2 \text{ schimb/zi} \times 22 \text{ zile/an} = 176 \text{ tone}$$

Costul indirect total reprezintă suma dintre costurile amortizării fondurilor fixe (utilajul tehnologic, clădirea secției de producere), a salariilor angajaților auxiliari și administrației, a cheltuielilor administrative și alte cheltuieli (tab 4.28).

Tabelul 4.28. Structura costurilor indirecte la fabricarea acidifianților din mere

Tipul de cheltuieli indirecte	Acidifiant
Amortizarea și mentenanța clădirii și echipamentului tehnologic, lei	195 525
Salariul angajaților auxiliari din secție pe 1 lună*, lei	7 000
Salariul angajaților din administrație pe 1 lună*, lei	12 000
Cheltuieli administrative și alte cheltuieli, lei	4 000
Total cost indirect pe sezon, lei	218 525
Volum preconizat de fabricare, t	176
Total cost indirect estimativ, lei/t	1 241,62

Notă: *Salariile, inclusiv contribuțiile de asigurări sociale

Costurile totale de producere a acidifianților se calculează în baza costurilor totale directe și indirecte per tonă produs finit. A fost stabilit prețul de comercializare a acidifianților, fiind inclusă rentabilitatea în valoare de 10 % (tab 4.29).

Tabelul 4.29. Estimarea costurilor și prețurilor pentru acidifiantul din mere

Denumirea indicilor economici	Acidifiant
Cost direct, lei/t	5 722,10
Cost indirect, lei/t	1 241,62
Cost total, lei/t	6 963,72
Rentabilitate, lei/t	696,37
Preț total, lei/t	7 660,09

Notă: calculele efectuate conform tabelelor

În baza datelor obținute, a fost realizat calculul costurilor de producere pentru legume conservate cu acidifianți din mere. În calitate de produse pentru comparație au fost folosite legumele conservate (tomate marinate și castraveți conservați), conform rețetelor clasice de producere, ce corespund documentației normative în vigoare GOST 1633-73E și GOST 20144-74E (conform OMAIA153/2010). Costurile de producere ai acestor alimente la fel au fost calculate. În tabelele 4.30 – 4.33 sunt prezentate costurile directe totale a legumelor conservate cu și fără acidifiant din mere. Prețurile sunt întocmite la nivelul celor din luna august 2021.

Tabelul 4.30. Costul estimativ al resurselor materiale și energetice pentru fabricarea tomatelor marinate

Tipul de resurse	Unit. de măsură	Preț unitar, lei	Rețeta 1 tonă produs finit	Costul	
				lei	%
Tomate – materie primă	kg	5,00	520,00	2600,00	30,20
Zahăr	kg	10,00	20,40	204,00	2,37
Sare	kg	2,00	20,40	41,00	0,48
Acid acetic, soluție de 80%	kg	50,00	5,10	255,00	2,96
Condimente, verdețuri	kg	30,00	2,20	66,00	0,77
Borcan III-82-580	unități	2,50	1400,00	3500,00	40,65
Capace III-82	unități	0,50	1400,00	700,00	8,13
Cutii de carton	unități	3,00	116,00	348,00	4,04
Apă potabilă	m ³	12,00	8,72	105,00	1,22
Energie electrică	kW·h	2,00	25,00	50,00	0,58
Agent termic (abur)	tone	500,00	0,47	235,00	2,73
Salariul muncitorilor operativi	om·ore	682,50	0,70	478,00	5,55
Materiale de igienizare	kg	100,00	0,27	27,00	0,31
Total cost direct estimativ	lei/tonă			8 609,00	100

Tabelul 4.31. Costul estimativ al resurselor materiale și energetice pentru fabricarea tomatelor marinate cu acidifiant din mere

Tipul de resurse	Unit. de măsură	Preț unitar, lei	Rețeta 1 tonă produs finit	Costul	
				lei	%
Tomate – materie primă	kg	5,00	520,00	2600,00	31,25
Acidifiant din mere	kg	1,378	270,00	372,06	4,47
Zahăr	kg	10,00	6,80	68,00	0,82
Sare	kg	2,00	10,00	20,00	0,24
Condimente, verdețuri	kg	30,00	1,20	36,00	0,43
Borcan III-82-580	unități	2,50	1400,00	3500,00	41,03
Capace III-82	unități	0,50	1400,00	700,00	8,41
Cutii de carton	unități	3,00	116,00	348,00	4,18
Apă potabilă	m ³	12,00	8,72	105,00	1,26
Energie electrică	kW·h	2,00	25,00	50,00	0,60
Agent termic (abur)	tone	500,00	0,44	220,00	2,64
Salariul muncitorilor operativi	om·ore	682,50	0,70	478,00	5,74
Materiale de igienizare	kg	100,00	0,27	27,00	0,32
Total cost direct estimativ	lei/tonă			8 320,06	100

Tabelul 4.32. Costul estimativ al resurselor materiale și energetice pentru fabricarea castraveților conservați

Tipul de resurse	Unit. de măsură	Preț unitar, lei	Rețeta 1 tonă produs finit	Costul	
				lei	%
Castraveți – materie primă	kg	8,00	520,00	4 160,00	41,75
Sare	kg	2,00	20,40	41,00	0,45
Acid acetic, soluție de 80%	kg	50,00	5,10	255,00	2,76
Condimente, verdețuri	kg	30,00	2,20	66,00	0,68
Borcane III-82-580	unități	2,50	1400,00	3 500,00	35,12
Capace III-82	unități	0,50	1400,00	700,00	7,02
Cutii de carton	unități	3,00	116,00	348,00	3,49
Apă potabilă	m ³	12,00	8,72	105,00	1,05
Energie electrică	kW·h	2,00	25,00	50,00	0,50
Agent termic (abur)	Tone	500,00	0,47	235,00	2,35
Salariul muncitorilor operativi	om·ore	682,50	0,70	478,00	4,79
Materiale de igienizare	kg	100,00	0,27	27,00	0,27
Total cost direct estimativ	lei/tonă			9 965,00	100

Tabelul 4.33 Costul estimativ al resurselor materiale și energetice pentru fabricarea castraveților conservați cu acidifiant din mere

Tipul de resurse	Unit. de măsură	Preț unitar, lei	Rețeta 1 tonă produs finit	Costul	
				lei	%
Castraveți – materie primă	kg	8,00	520,0	4 160,0	42,13
Acidifiant din mere	kg	1,378	240,0	330,72	3,34
Sare	kg	2,00	10,0	20,0	0,20
Condimente, verdețuri	kg	30,00	1,20	36,0	0,35
Borcane III-82-580	unități	2,50	1400,0	3 500,0	35,44
Capace III-82	unități	0,50	1400,0	700,0	7,09
Cutii de carton	unități	3,00	116,0	348,0	3,52
Apă potabilă	m ³	12,00	8,72	105,0	1,06
Energie electrică	KW·h	2,00	25,0	50,0	0,50
Agent termic (abur)	tone	500,00	0,44	220,0	2,22
Salariul muncitorilor operativi	om·ore	682,50	0,7	478,0	4,84
Materiale de igienizare	kg	100,00	0,27	27,0	0,27
Total cost direct estimativ	lei/tonă			9 874,72	100

Rezultatele obținute în tabelele 4.30 - 4.33 indică costurile directe estimative de fabricare ai produselor elaborate de legume conservate. Valorile alimentelor de tomate marinate cu acid acetic, conform rețetei clasice, sunt de 8 609,00 lei/tonă, iar cele cu acidifiant din mere – 8 320,06 lei/tonă; produsele de castraveți conservați au următoarele valori ale costurilor estimative: fabricați conform rețetei clasice cu acid acetic 9 965,00 lei/tonă și cei conservați cu aplicarea acidifiantului din mere – 9 874,72 lei/tonă, respectiv.

Utilizarea acidifiantului din mere în conservare permite nu doar substituirea acidului din rețetă, ci și micșorarea cantităților folosite de zahăr, sare și condimente (Crucirescu, 2022b; Crucirescu, 2023b). Astfel, ponderea acidifiantului și a sării în rețeta optimizată are valoarea de 5,96 % și este mai mică decât ponderea sumară de 6,58 % a zahărului, sării și acidului acetic în

rețeta clasică (pentru conserve de tomate marinate). Ceea ce ține de produsele de castraveți conservați, această pondere este cca la același nivel: 3,89 % (rețeta clasică) față de 3,79 % (rețeta optimizată). Ponderile semnificative ale costurilor pentru conserve sunt, practic, la același nivel: materia primă – cca 31 % (tomate marinate) și cca 41 % (castraveți conservați); surse de ambalare – cca 53 % și, respectiv, 46 %; manopera – cca 5 % în ambele cazuri; agentul termic (abur) – cca 2,70 % și 2,30 %.

Diferența de cost direct a conservelor fabricate prin cele 2 tehnologii de producere este de 288,94 lei/tonă, pentru tomate marinate, și 90,28 lei/tonă, pentru castraveți conservați. Acest fapt se datorează substituției totale a acidului din rețetă cu acidifiantul din mere și excluderea totală sau parțială ale cantităților de zahăr, sare și condimente/verdețuri.

Prin aproximație a fost apreciată valoarea clădirii secției de producere a legumelor conservate și a depozitului pentru păstrarea acestora. Aceasta a constituit cca 3 milioane lei cu durata de amortizare 20 ani. Linia de producere include utilaj modern, valoarea totală a căruia se estimează la suma de cca 10 milioane lei cu durata de amortizare 10 ani.

Calculul valorii amortizării fondurilor fixe pentru fiecare an se efectuează conform raportului:

$$Uzura\ clădirii\ secției\ de\ producere = 3000000\ lei : 20\ ani = 150000\ lei/an$$

$$Uzura\ utilajului\ tehnologic = 10000000\ lei : 10\ ani = 1000000\ lei/an$$

$$\textbf{Totalul amortizării pentru clădire și utilaj = 1 150 000 lei/an}$$

Valoarea cheltuielilor de mentenanța fondurilor fixe pentru fiecare an se calculează în felul următor:

$$Mentenanța\ clădirii\ secției\ de\ producere = 3\ 000\ 000\ lei : 20\ ani \times 0,02 = 3\ 000\ lei/an$$

$$Mentenanța\ utilajului\ tehnologic = 10\ 000\ 000\ lei : 10\ ani \times 0,05 = 50\ 000\ lei/an$$

$$\textbf{Totalul mentenanței pentru clădire și utilaj = 53 000 lei/an}$$

$$\textit{Amortizarea și mentenanța clădirii și a utilajului tehnologic la producerea legumelor conservate (clădiri+utilaj)/an} = 1\ 150\ 000 + 53\ 000 = 1\ 203\ 000\ lei/an$$

Volumul preconizat anual de producere a legumelor conservate va fi :

$$1)\ tomate\ marinate : 10\ tone/schimb \times 1\ schimb/zi \times 22\ zile/lună \times 3\ luni/an = 660\ tone$$

$$2)\ castraveți\ conservați : 10\ tone/schimb \times 2\ schimb/zi \times 22\ zile/lună \times 3\ luni/an = 1320\ tone$$

$$\textbf{Total volum preconizat = 1980 tone}$$

A fost calculat costul total indirect estimativ la producerea legumelor conservate prin raportul sumei dintre uzura clădirii secției de producere și a utilajului tehnologic, a salariilor angajaților administrației și auxiliari, a cheltuielilor administrative și volum preconizat de producere (tab. 4.34).

Tabelul 4.34. Costul total indirect estimativ pentru producerea legumelor conservate

Cheltuieli indirecte	Valoarea costurilor
Amortizarea și mentenanța clădirii și echipamentului tehnologic, lei	1 203 000
Salariul angajaților din administrație pe 3 luni, lei	96 000
Salariul angajaților auxiliari pe 3 luni, lei	51 000
Cheltuieli administrative și alte cheltuieli, lei	18 000
Total cost indirect pe sezon, lei	1 368 000
Volum preconizat de fabricare, tone	1 980
Total cost indirect estimativ, lei/tonă	690,91

Costurile totale de fabricare au fost calculate, incluzând rentabilitatea cu valoare de 20 %. Au fost stabilite prețurile de comercializare a legumelor conservate cu acidifiant din mere comparativ cu prețurile conservelor de legume produse după rețetele clasice (tab. 4.35).

Tabelul 4.35. 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 4.35, demonstrează faptul că produsele conservate cu utilizarea 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.

4.5 Concluzii la capitolul 4

Conform rezultatelor obținute în urma cercetărilor au fost formulate următoarele concluzii:

- A fost elaborată tehnologia optimizată de obținere a acidifiantului din mere, brevetată și prezentată la expoziții de invenții naționale și internaționale.
- Principalii indicatori de calitate fizico-chimici (conținutul acizilor organici și a glucidelor, a substanțelor fenolice totale și activitatea antioxidantă), organoleptici și microbiologici ai acidifiantilor din mere au fost studiați, iar rezultatele au confirmat potențialul nutritiv ale acestora, având o cantitate sporită de acizi organici, în special acidul malic, și alte substanțe nutritive de valoare. De asemenea, au fost efectuate încercări în vederea stabilirii termenului de păstrare recomandat a acidifiantului.
- Fiind o sursă naturală de aciditate, a fost constatată posibilitatea utilizării acidifiantilor din mere la conservarea fructelor și legumelor, astfel, substituind în totalitate,

cantitatea de acid acetic sau citric, și parțial, cea de sare și zahăr, din rețetele de producere clasice. În condiții de laborator, au fost obținute mostre experimentale de tomate marinate, castraveți conservați, tocană de legume de tip „Zacusca”, ardei iuți conservați, dulceață de vișine și căpșune conservate (în sucul propriu). Toate produsele obținute au fost analizate fizico-chimic, microbiologic și organoleptic. Acestea au prezentat rezultate mai bune în comparație cu produsele similare fabricate conform rețetelor clasice.

- Substituirea acizilor sintetici cu acidifianți naturali în producerea alimentelor va permite consumatorului acces la produse alimentare sigure, ecologice și îmbogățite cu substanțe nutritive valoroase.

- Conform studiului de fezabilitate efectuat, a fost constatat că, în urma implementării acidifiantului din mere la conservarea legumelor, prețul produselor obținute a fost mai mic decât a celor obținute prin rețetele clasice de producere, iar rentabilitatea economică a acestora a fost mai mare cu 0,85 - 3,11 %.

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 din rețetele clasice de producere.

Studiul amplu efectuat în cadrul tezei, în baza celor mai importante rezultate obținute, 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 horticola 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 procedeului 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 acidifiantilor 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. Acidifiantii 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. Acidifiianții au un conținut ridicat de substanțe fenolice totale (568,7 - 2042,8 mg GAE/L). Activitatea antioxidantă a constituit 28,46 - 41,37 $\mu\text{g AA/mL}$ (acidifiianții obținuți din fructele recoltate în ziua 45 după înflorirea deplină) și 3,27 - 7,08 $\mu\text{g AA/mL}$ (în ziua a 97-a). Rezultatele denotă că merele imature pot fi valorificate pentru obținerea acidifiianților naturali, bogați în substanțe nutritive (Crucirescu, 2022a; subcapitolul 4.2).

5. A fost stabilit termenul recomandat de păstrare al acidifiianților 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 $^{\circ}\text{C}$ 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 acidifiianților 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 ai 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 deșeuri” (conceptul Economiei Circulare).
4. Aplicarea acidifiantilor de cupaj din mere și struguri, conform brevetului de invenție (Golubi et al., 2021) (fig. A 3.2), pentru fabricarea produselor alimentare în vederea lărgirii sortimentului de alimente sănătoase.

BIBLIOGRAFIE

- AGHAJANZADEH, S., ZIAIFAR, A.M. Pasteurization of Juices with Non-Thermal Technologies. In: *Sustainable Food Processing and Engineering Challenges*, chapter 2, 2021: pp. 25-73. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-822714-5.00002-4>.
- ALAM, N., BRISTI, N.J., RAFIQUZZAMAN. D. Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. In: *Saudi Pharmaceutical Journal*, 21(2), 2013: p. 143-152. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2012.05.002>.
- 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 Science Technol-LEB*, 65, 2016: pp. 436–443. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.045>.
- ALEXANDRI, M., KACHRIMANIDOU, V., PAPAPOSTOLOU, H. et al. Sustainable Food Systems: The Case of Functional Compounds towards the Development of Clean Label Food Products. In: *Foods*, 11(18), 2022: 2796. <https://doi.org/10.3390/foods11182796>.
- ALJAHANI, A.H. Microbiological and physicochemical quality of vegetable pickles. In: *Journal of the Saudi Society of Agricultural Science*, 19 (6), 2020: pp. 415-421 <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2020.07.001>.
- ANAYA-ESPARZA, L.M., MORA, Z.V., VAZGUEZ-PAULINO, O. et al. Bell Peppers (*Capsicum annum* L.) Losses and Wastes: Source for Food and Pharmaceutical Applications. *Molecules*, 26(17), 2021: p.5341. <https://doi.org/10.3390/molecules26175341>
- 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 Publisher: Nova Science Publishers, 2017. https://www.researchgate.net/publication/312087014_Application_of_organic_acids_in_food_preservation.
- ANWAR, F., PRZYBYLSKI, R., RUDZINSKA, M., et al. Fattyacid, tocopherol and sterol compositions of Canadian prairiefruit seed lipids. In: *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 85, 2008: pp. 953–959. <https://doi.org/10.1007/s11746-008-1276-0>.
- AOAC, *Official methods of analysis*. 16th ed. 5th revision. VII. Chapter 44. Subchapter 4. Cunniff, P. Washington: (ed.) AOAC International, D.C., USA. 1999. ISBN 10: [0935584544](https://doi.org/10.3390/su10114088).
- APRIKIAN, O., LEVRAT-VERNY, M., BESSON, C. Apple favourably affects parameters of cholesterol metabolism and of anti-oxidative protection in cholesterol fed rats. In: *Food Chemistry*, 75, 2001: pp. 445-452. [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00235-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00235-7).
- ASHIHARA, H., DENG, W.W., MULLEN, W., et al. Distribution and biosynthesis of flavan-3-ols in *Camellia sinensis* seedlings and expression of genes encoding biosynthetic enzymes. In: *Phytochemistry*. 71, 2010: pp. 559–566. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2010.01.010>.
- ASSIRELLI, A., GIOVANNINI, D., CACCHI, M. et al. Evaluation of a New Machine for Flower and Fruit Thinning in Stone Fruits. In: *Sustainability*, 10, 2018: pp. 4088-4100. DOI: [10.3390/su10114088](https://doi.org/10.3390/su10114088).
- AUERBACH, B.J., DIBEY, S., VALLILA-BUCHMAN, P., et al. Review of 100% Fruit Juice and Chronic Health Conditions: Implications for Sugar-Sweetened Beverage Policy. In: *Advances in nutrition* (Bethesda, Md.) v. 9(2), 2018: pp. 78-85. <https://doi.org/10.1093/advances/nmx006>.
- AWAD, M.A., JAGER, A., van WESTING, L.M. Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: Characterization of variation. In: *Scientia Horticulturae*, 83, 2000: pp. 249–263. [http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4238\(99\)00124-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4238(99)00124-7).
- BABUC, V., PEȘTEANU, A., GUDUMAC, E. et al. *Producerea merelor*. Chișinău: Bons Offices, 2013, 240 p. ISBN: 9789975805902.

- BAERLE, A., MACARI, A. *Modelarea matematică a experimentului: Suport teoretic de curs*. Univ. Tehn. A Moldovei, Fac. Tehnologie și Management în Industria Alimentară, Catedra TPA: Tehnica-UTM, 2014.
- BALLARD, C.R., MAROSTICA, M.R. Health benefits of flavonoids. In: *Bioactive Compounds: Health Benefits and Potential Applications*; Segura-Campos, M.R., Ed.; Amsterdam: Elsevier Inc, 2018. pp. 185–201. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814774-0.00010-4>
- BANU, C. coordonator, et al. *Calitatea și analiza senzorială a produselor alimentare*. București: Ed. ASAB, 2007. 574 p. ISBN: 978-973-720-141-6.
- BANU, C. coordonator, et al. *Manualul inginerului de industrie alimentara*, vol. 2, București: Ed. Tehnică, 2002. 1376 p. ISBN 973-31-2073-1.
- BANU, C. *Tratat industrie alimentară*. Vol. II Tehnologii alimentare. București: Ed. ASAB, 2009. 1215 p. ISBN 978-97772567 7.
- BANU, C., STOICA, A., BĂRĂSCU, E. et al. *Aplicații ale aditivilor și ingredientelor în industria alimentară*. București: Ed. ASAB, 2010. 877 p. ISBN: 978-973-7725-70-7.
- 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>.
- BARS-CORTINA, D., MARTINEZ-BARDAJI, A., MACIA, A. et al. Consumption evaluation of one apple flesh a day in the initial phases prior to adenoma / adenocarcinoma in an azoxymethane rat colon carcinogenesis model. In: *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 83, 2020: pp. 108418. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2020.108418>.
- 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. In: *BMC Plant Biology*, 8(16), 2008: pp. 1-29. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2229-8-16>.
- BARTH, S.W., KOCH, T.C.L., WATZL, B. et al. Moderate effects of apple juice consumption on obesity-related markers in obese men: Impact of diet-gene interaction on body fat content. *Eur. J. Nutr.*, 51, 2012: pp. 841–850. <https://doi.org/10.1007/s00394-011-0264-6>.
- BATES, R.P., MORRIS, J.R., CRANDALL, P.G. Principles and practices of small- and med.-scale fruit juice processing. *FAO Agricultural Service Bul.* 146, 2001, p. 29-57, 75-78, 135-148. ISSN: 1010-1365. Disponibil: <https://www.fao.org/3/y2515e/y2515e.pdf>.
- 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.
- BEHERA, S.S., EL SHEIKHA, A.F., HAMMAMI, R., et al. Traditionally fermented pickles: How the microbial diversity associated with their nutritional and health benefits? In: *Journal of Functional Foods.*, 70, 2020: p. 103971. DOI: 10.1016/j.jff.2020.103971.
- BELITZ, H.D., GROSCH, W., SCHIEBERLE, P. *Food Chemistry*. 4th Edition, Berlin: Springer-Verlag, 2009, 1070 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-69934-7>.
- BERUTER, J. Carbohydrate metabolism in two apple genotypes that differ in malate accumulation. In: *Journal Plant Physiology*, 161, 2004: pp. 1011–1029. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2003.12.008>.
- BEUCHAT, L.R. Spoilage of acid products by heat-resistant molds. In: *Dairy, Food and Environmental Sanitation*. 18, 1998: pp. 588–593. ISSN: 1043-3546.
- BEUCHAT, L., RICE, S. *Byssochlamys* spp. and processed fruits. In: *Advances in Food Research*. 25, 1979: pp. 237–288. <https://doi.org/10.1016/S0065-2628%2808%2960239-6>.
- 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>.

- BLANKE, M.M., LENZ, F. Fruit photosynthesis. In: *Plant Cell Environment*, 12, 1989: pp. 31–46. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1989.tb01914.x>.
- BONDONNO, C.P., YANG, X., CROFT, K.D. et al. Flavonoid-rich apples and nitrate-rich spinach augment nitric oxide status and improve endothelial function in healthy men and women: A randomized controlled trial. In: *Free Radical Biology and Medicine*, 52, 2012: pp. 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2011.09.028>.
- BOYER, J., LIU, R.H. Antioxidants of apples. In: *New York Fruit Quarterly*, v 11, nr. 4, 2004: pp. 11-15 [citat 22.01.2023]. Disponibil online: <https://www.uhealth.org/today/wp-content/uploads/sites/6/1970/01/Antioxidants-of-Apples.pdf>.
- BOYER, J., LIU, R.H. Apple phytochemicals and their health benefits. In: *Nutrition Journal*, 3, 2004: p. 5. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-3-5>
- BRAVO, L. Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. In: *Nutrition Reviews*, 56, 1998: pp. 317–333. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1998.tb01670.x>.
- BROOKFIELD, P., MURPHY, P., HARKER, R. et al. Starch degradation and starch pattern indices; Interpretation and relationship to maturity. In: *Postharvest Biology and Technology*, 11, 1997: pp. 23–30. ISSN: 0925-5214.
- BUCARCIUC, V. *Soiuri de măr de perspectivă*. Chişinău: Bons Offices, 2015, 190 p.
- BURDON, J., LALLU, N., YEARSLEY, C. et al. Postharvest conditioning of Satsuma mandarins for reduction of acidity and skin puffiness. In: *Postharvest Biology and Technology*, 43, 2007: pp. 102–114. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.07.014>.
- BUTKEVICIUTE, A., ABUKAUSKAS, V., JANULIS, V. et al. Phenolic Content and Antioxidant Activity in Apples of the ‘Galaval’ Cultivar Grown on 17 Different Rootstocks. In: *Antioxidants*, 11(2), 2022. <https://doi.org/10.3390/antiox11020266>.
- BUTLAND, B., FEHILY, A., ELWOOD, P. Diet, lung function, and lung decline in a cohort of 2512 middle aged men. In: *Thorax*, 55, 2000: pp. 102-108. <http://dx.doi.org/10.1136/thorax.55.2.102>
- CAI, M., XIE, C., LV, Y., et al. Changes in physicochemical profiles and quality of apple juice treated by ultrafiltration and during its storage. In: *Food science and nutrition*, 8 (6), 2020: pp 2913-2919. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1593>.
- CAMPISI D. *Use of chemical physical analysis and sensory for qualitative assessment of apple fruits, nespolo from Japan, lyes and mango grown in Sicily*. PhD thesis. 2013
- CARRILLO, C.; NIETO, G.; MARTINEZ-ZAMORA, L. et al. Novel approaches for the recovery of natural pigments with potential health effects. In: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70, 2022: 6864–6883. DOI: [10.1021/acs.jafc.1c07208](https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c07208).
- CASTAGNINI, C., LUCERI, C., TOTI, S. et al. Reduction of colonic inflammation in HLA-B27 transgenic rats by feeding marie menard apples, rich in polyphenols. In: *British Journal of Nutrition*, 102, 2009: pp. 1620–1628. <https://doi.org/10.1017/s0007114509990936>.
- CHAI, S.C., HOOSMAND, S., SAADAT, R.L. et al. Daily apple versus dried plum: Impact on cardiovascular disease risk factors in postmenopausal women. In: *Journal of the Academy Nutrition, Dietetics*, 112, 2012: pp.1158–1168. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2012.05.005>.
- CHAMORRO, F.; CARPENA, M.; FRAGA-CORRAL, M. et al. Valorization of kiwi agricultural waste and industry by-products by recovering bioactive compounds and applications as food additives: A circular economy model. In: *Food Chemistry*, 370, 2022: 131315. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131315>.
- CHEN, L.S., LI, P., CHENG, L. Effects of high temperature coupled with high light on the balance between photooxidation and photoprotection in the sun-exposed peel of apple. In: *Plant*, 228, 2008: p. 745. <https://doi.org/10.1007/s00425-008-0776-3>.
- CHEN, L., YANG, X., LIU, R., et al. Thinned young apple polysaccharide improves hepatic metabolic disorder in high-fat diet-induced obese mice by activating mitochondrial

- respiratory functions. In: *Journal Functional Foods*, 33, 2017: pp. 396–407. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.03.055>.
- 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>
- CHEN, X., LIU, M., TANG, J. et al. Research Progress on the Therapeutic Effect of Polysaccharides on Non-Alcoholic Fatty Liver Disease through the Regulation of the Gut–Liver Axis. *Int. J. Mol. Sci.*, 23, 2022: p. 11710. <https://doi.org/10.3390/ijms231911710>
- CHIDAN KUMAR, C.S., CHANDRAJU, S., MYTHILYA, R. et al. Novel Spectrophotometric Technique for the Estimation of Reducing Sugar from Wheat Husk. *Int. J. of Recent Sci. Res.*, 2, 2011: pp. 50-53. https://recentscientific.com/sites/default/files/Download_84.pdf.
- CHUN, O.K., CHUNG, S.J., CLAYCOMBE, K.J., et al. Serum C-reactive protein concentrations are inversely associated with dietary flavonoid intake in us adults. In: *The Journal of Nutrition*, 138, 2008: pp. 753–760. <https://doi.org/10.1093/jn/138.4.753>.
- COBAN, H. B. Organic acids as antimicrobial food agents: applications and microbial productions. In: *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 43, 2020: pp. 569–591. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00449-019-02256-w>.
- COLARIC, M., VEBERIC, R., STAMPAR, F., et al. Evaluation of peach and nectarine fruit quality and correlations between sensory and chemical attributes. In: *Journal Science Food and Agriculture*, 85, 2005: pp. 2611–2616. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2316>.
- COMMISSO, M., BIANCONI, M., POLETTI, S. et al. Metabolomic Profiling and Antioxidant Activity of Fruits Representing Diverse Apple and Pear Cultivars. In: *Biologie (Basel)*, 10(5), 2021: p. 380. DOI: 10.3390/biology10050380.
- COSME, P., RODRIGUEZ, A.B., ESPINO, J., et al. Plant Phenolics: Bioavailability as a Key Determinant of Their Potential Health-Promoting Applications. In: *Antioxidants*, 9(12), 2020: p. 1263. <https://doi.org/10.3390/antiox9121263>.
- COSTA, G., VIZZOTTO, G. Fruit thinning of peach trees. In: *Plant Growth Regulation*, 31, 2000: pp. 113–119. DOI: 10.1023/A:1006387605042.
- COVASA, M., ADAM, C.L., GRATZ, S.W., et al. Effects of dietary fibre (pectin) and/or increased protein (casein or pea) on satiety, body weight, adiposity and caecal fermentation in high fat diet-induced obese rats. In: *Plos One*, 11 (5), 2016: p. e0155871. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155871>.
- CRUCIRESCU, D. Application of apple acidifier in vegetable stew of type „Zacusca” production In: *Journal of Engineering Science*, vol. 30, 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. Argumentarea necesității producerii acidifiantului din mere și obținerea acestuia. In: *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. Conținutul acizilor organici în merele imature. In: *Conferința Tehnico-Științifică a Studenților, Masteranzilor și Doctoranzilor*. v. 1, Tehnica-UTM, Chișinău, pp. 462-465, 2022a. ISBN 978-9975-45-828-3. <http://repository.utm.md/handle/5014/20754>.
- CRUCIRESCU, D. Fructele de mere în faza timpurie de coacere - materie primă pentru obținerea acidifiantului natural. In: *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. 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. CSCC6202301V01S01A0006 [0005533] <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. 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.
- 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).
- 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, 2022c. ISBN 978-9975-159-06-7. <http://repository.utm.md/handle/5014/19864>.
- CRUCIRESCU, D.** Utilizarea rațională a merelor imature. In: *Conferința Tehnico-Științifică a Studenților, Masteranzilor și Doctoranzilor*. v. 1, Tehnica-UTM, Chișinău, pp. 401-404, 2020a. URI: <http://repository.utm.md/handle/5014/8563>.
- 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, 2021c. <https://eac2021.co.uk/book-of-abstracts/>.
- CRUCIRESCU, D.** Ratsional'noye ispol'zovaniye nezrelykh yablok v kontekste ustoychivogo razvitiya. In: *Materialy IV Vserossiyskoy nauchno prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem*, Kirov, pp. 149-152, 2022d. ISBN 9785982282576. [Rusă]
- DACCACHE, M., KOUBAA, M., MAROUN, R., et al.** Impact of the Physicochemical Composition and Microbial Diversity in Apple Juice Fermentation Process: A Review. In: *Molecules*, 25(16), 2020: p. 3698. <https://doi.org/10.3390/molecules25163698>.
- DAVIS, K., STOVER, E., WIRTH F.** Economics of Fruit Thinning: A Review Focusing on Apple and Citrus. In: *HortTechnology*, 14(2), 2004: pp. 282–289. ISSN: 1063-0198.
- DENG, H., ZHAO, P.T., YANG, T.G., et al.** A comparative study of the cloudy apple juice sterilized by high-temperature short-time or high hydrostatic pressure processing: shelf-life, phytochemical and microbial view. In: *Food Science and Technology*, 2021: p. 63620. <https://doi.org/10.1590/fst.63620>.
- DENNE, M.P.** The Growth of Apple Fruitlets, and the Effect of Early Thinning on Fruit Development. In: *Annals of Botany Lond.*, 24, 1960: pp. 397–406. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a083713>.
- DENNIS, F.J.** The history of fruit thinning. In: *Plant growth regulation*. 2000, 31 (1-2), pp. 1-6. <https://doi.org/10.1023/A:1006330009160>
- De OLIVEIRA, M.C., SICHIERI, R., MOURA, A.S.** Weight loss associated with a daily intake of three apples or three pears among overweight women. In: *Nutrition*, 19, 2003: pp. 253–253. [https://doi.org/10.1016/s0899-9007\(02\)00850-x](https://doi.org/10.1016/s0899-9007(02)00850-x).
- DOERFLINGER, F.C., MILLER, W.B., NOCK, J.F. et al.** Relationships between starch pattern indices and starch concentrations in four apple cultivars. In: *Postharvest Biology and Technology*, 110, 2015: pp. 86–95. DOI: [10.1016/j.postharvbio.2015.07.012](https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.07.012).
- DOU, J., MENG, Y., LIU, L., et al.** Purification, characterization and antioxidant activities of polysaccharides from thinned-young apple. In: *International Journal of Biological Macromolecule*, 72, 2015: pp. 31–40. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2014.07.053>.
- DUMITRESCU, C., IONICA, M.E.** Physical and chemical properties of strawberry fruit at harvest maturity and possibilities of capitalizing on them. In: *Annals of the University of Craiova - Biology, Horticulture, Agricultural Products Processing Technology, Environmental Engineering*, 29, 2019: pp. 37-44. ISSN:1453-1275. <https://horticultura.ucv.ro/horticult>.
- DUPAS de MATOS, A., CURIONI, A., BAKALINSKY, A. T., et al.** Chemical and sensory analysis of verjuice: an acidic food ingredient obtained from unripe grape berries. In: *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 44, 2017: pp. 9–14. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2017.09.014>.

- DUPAS de MATOS, A. Sensory characterization of cucumbers pickled with verjuice as novel acidifying agent. In: *Food Chemistry*, v 286, 2019: pp. 78–86. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.216>.
- EBERHARDT, M., LEE, C., LIU, R.H. Antioxidant activity of fresh apples. In: *Nature*, 405, 2000: pp. 903–904. <https://doi.org/10.1038/35016151>.
- ECCHER, G., FERRERO, S., POPULIN, F. et al. Apple (*Malus domestica* L. Borkh) as an emerging model for fruit development. In: *Plant Biosystems*, 148, 2014: pp. 157–168. <http://dx.doi.org/10.1080/11263504.2013.870254>.
- ESCOULA, L. Toxinogenic moulds of silage. III.—Patulin and byssochlamic acid production by *Byssochlamys nivea* Westling on a laboratory silage model. In: *Annals of veterinary research*, 6, 1974: pp. 219–226. ISSN: 0003-4193.
- ESWARANANDAM, S., HETTIARACHCHY, N.S., JOHNSON, M.G. Antimicrobial activity of citric, lactic, malic, or tartaric acids and nisin incorporated soy protein film against *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, and *Salmonella gaminara*. *Journal of Food Science*, 69, 2006: pp. FMS79–FMS84. ISSN: 0022-1147.
- ETIENNE, A., GENARD, M., LOBIT, P. et al. What controls fleshy fruit acidity? A review of malate and citrate accumulation in fruit cells. In: *Journal of Experimental Botany*, 64, 2013: pp. 1451–1469. <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/ert035>.
- EVELYN, E., SILVA, F.V.M. Inactivation of *Byssochlamys nivea* ascospores in strawberry puree by high pressure, power ultrasound and thermal processing, *International Journal of Food Microbiology*, 214, 2015: pp. 129–136. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.07.031>.
- FAN, R.C., PENG, C.C., XU, Y.H. et al. Apple sucrose transporter SUT1 and sorbitol transporter SOT6 interact with cytochrome b5 to regulate their affinity for substrate sugars. In: *Plant Physiology*, 150, 2009: pp. 1880–1901. <https://doi.org/10.1104/pp.109.141374>.
- FARINATI, S., RASORI, A., VAROTTO, S., et al. Rosaceae fruit development, ripening and post-harvest: An epigenetic perspective. In: *Frontiers in Plant Science*, 8, 2017: pp. 1247. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01247>.
- FAROOQ, S., RATHER, S., GULL, A. et al. Physicochemical and nutraceutical properties of tomato powder as affected by pretreatments, drying methods, and storage period. In: *International Journal of Food Properties*, 23(1), 2020: pp. 797–808. <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1758716>.
- FEMIA, A.P., LUCERI, C., BIANCHINI, F. et al. Marie menard apples with high polyphenol content and a low-fat diet reduce 1,2-dimethylhydrazine-induced colon carcinogenesis in rats: Effects on inflammation and apoptosis. In: *Molecular Nutrition & Food Research*, 56, 2012: pp. 1353–1357. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201200122>.
- FENG, L., XU, Y., XIAO, Y., et al. Effects of pre-drying treatments combined with explosion puffing drying on the physicochemical properties, antioxidant activities and flavor characteristics of apples. In: *Food Chemistry*, 338, 2021: p. 128015. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128015>.
- FILIMON, R.V., BECEANU, D., NICULAU, M. et al. Study on the anthocyanin content of some sour cherry varieties grown in Iasi area, Romania. In: *Cercetări Agronomice în Moldova*, v. XLIV, 1 (145), 2011: pp. 81–91. http://www.uaiasi.ro/CERCET_AGROMOLD/CA1-11-09.pdf.
- 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.
- FISHER, M., AMADO, R. Changes in the pectic substances of apples during development and postharvest ripening. Part 1: Analysis of the alcohol-insoluble residue. In: *Carbohydrate Polymers*, v. 25 (3), 1994: pp. 161–166. ISSN: 0144-8617

- FLAUMENBAUM, B.L., TANCHEV, S.S., GRISHIN, M.A. *Osnovy konservirovaniya pishchevykh produktov*. Moscow: Agropromizdat, 1986. [Rusă]
- FLOOD-OBBAGY, J.E., ROLLS, B.J. The effect of fruit in different forms on energy intake and satiety at a meal. In: *Appetite*, 52(2), 2009: pp. 416–422. <https://doi.org/10.1016%2Fj.appet.2008.12.001>.
- FORDE, B.G., LEA, P.J. Glutamate in plants: Metabolism, regulation, and signalling. In: *Journal of Experimental Botany*, 58, 2007: pp. 2339–2358. <https://doi.org/10.1093/jxb/erm121>.
- FRANTSVE-HAWLEY, J., BADER, J.D., WELSH, J.A., et al. A systematic review of the association between consumption of sugar-containing beverages and excess weight gain among children under age 12. In: *Journal of Public Health Dentistry*, 77, Suppl. 1, 2017: pp. S43–S66. <https://doi.org/10.1111/jphd.12222>.
- FREIXA, D., CHAVES, G. *Gastronomia no Brasil e no mundo*. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2008, 304 p.
- GASPER, A., HOLLANDS, W., CASGRAIN, A. et al. Consumption of both low and high (–)-epicatechin apple puree attenuates platelet reactivity and increases plasma concentrations of nitric oxide metabolites: A randomized controlled trial. In: *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 559, 2014: pp. 29–37. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2014.05.026>.
- 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. In: *Horticulturae*, 9(1), 2023: p. 114. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9010114>.
- GERHAUSER, C. Cancer chemopreventive potential of apples, apple juice, and apple components. *Plant Med.*, 74, 2008: pp. 1608–24. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1088300>.
- GHENDOV-MOȘANU, A. *Compuși biologici activi de origine horticolă pentru alimente funcționale*. Universitatea Tehnică a Moldovei: Tehnica-UTM, Chișinău, 2018.
- GILBERT, J.A., BLASER, M.J., CAPORASO, J.G., et al. Current understanding of the human microbiome. *Nature Medicine*, 24, 2018: pp. 392–400. DOI: 10.1038/nm.4517.
- GILBERT, J.A., QUINN, R.A., DEBELIUS, J., et al. Microbiome-wide association studies link dynamic microbial consortia to disease. In: *Nature*, 535, 2016: pp. 94–103. DOI: 10.1038/nature18850.
- GOLUBI, R. *Valorificarea strugurilor nematurați la obținerea compozițiilor nutritive*. Teză de doctor în științe tehnice, Chișinău, 2019. 143 p.
- 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, 2018a, ISBN 978-9975-87-428-1.
- GOLUBI, R., IORGA, E., BUCARCIUC, V., ARNĂUT, S., **CRUCIRESCU, D.** *Procedeu de obținere al acidifiantului din mere*. AGEPI nr. 1286 BOPI, Data depozit: 2019.01.31, 2019.
- GOLUBI, R., IORGA, E., FIODOROV, S., ARNAUT, S., **CRUCIRESCU, D.** The metabolism of organic acids and sugars in grapes. În: *Simpozionul Științific Internațional „Horticultura modernă – realizări și perspective”*, UASM, v. 47, p. 262–266. Chișinău. 2018b. ISBN: 978-9975- 64-296-5. https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/88082.
- GOLUBI, R., IORGA, E., **CRUCIRESCU, D.** et al., *Procedeu de obținere al acidifiantului de cupaj din struguri și mere*. AGEPI nr. 4757 Z, Data depozit: 2021.06.30, 2021.
- GOODMAN, B., GARDNER, H. The microbiome and cancer. In: *The Journal of Pathology*, 244, 2018: pp. 667–676. <https://doi.org/10.1002/path.5047>.
- GUINE, R.P., FLORENCA, S.G., BARROCA, M.J., et al. The duality of innovation and food development versus purely traditional foods. In: *Trends in Food Science and Technology*, 109, 2021: pp. 16–24. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.010>.
- GUNDUZ, K. Strawberry: Phytochemical Composition of Strawberry (*Fragaria × ananassa*). In: *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*, eds Simmonds MSJ, Preedy VR, Academic Press, 2015: pp. 733–752. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-408117-8.00030-1>.

- GUYOT, S., Le BOURVELLEC, C., MARNET N. et al. Procyanidins are the most abundant polyphenols in dessert apples at maturity. In: *LWT-Food Science and Technology*, 35, 2002: pp. 289–291. <http://dx.doi.org/10.1006/fstl.2001.0843>.
- GUYOT, S., MARNET, N., SANONER, P. et al. Variability of the polyphenolic composition of cider apple (*Malus domestica*) fruits and juices. In: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 2003: pp. 6240–6247. <http://dx.doi.org/10.1021/jf0301798>.
- HARKER, F., MARSH, K., YOUNG, H. et al. Sensory interpretation of instrumental measurements 2: Sweet and acid taste of apple fruit. In: *Postharvest Biology and Technology*, 24, 2002: pp. 241–250. [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214\(01\)00157-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214(01)00157-0).
- HAYOGLU, I., KOLA, O., KAYA, C., et al. Chemical and sensory properties of verjuice, a traditional Turkish non-fermented beverage from kabarcik and yediveren grapes. In: *Journal of Food Processing and Preservation*, 33, 2009: pp. 252–263. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2008.00339.x>.
- HEHNEN, D., HANRAHAN, I., LEWIS, K., et al. Mechanical flower thinning improves fruit quality of apples and promotes consistent bearing. In: *Scientia Horticulturae*, 134, 2012: pp. 241–244. DOI: 10.1016/j.scienta.2011.11.011.
- HEIM, K.E., TAGLIAFERRO, A.R., BOBILYA, D.J. Flavonoid antioxidants: Chemistry, metabolism and structure-activity relationships. In: *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 13, 2002: pp. 572–584. [http://dx.doi.org/10.1016/S0955-2863\(02\)00208-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0955-2863(02)00208-5).
- HYSON, D.A. A comprehensive review of apples and apple components and their relationship to human health. *Adv. Nutr.*, 2, 2011: pp. 408–420. <http://dx.doi.org/10.3945/an.111.000513>.
- HYSON, D., STUDEBAKER-HALLMAN, D., DAVIS, P.A., et al. Apple Juice Consumption Reduces Plasma Low-Density Lipoprotein Oxidation in Healthy Men and Women. *Journal of Medicinal Food*, v 3 (4), 2000: pp. 159–166. <http://dx.doi.org/10.1089/jmf.2000.3.159>.
- INGRID, J.R.V., KOOLMEES, P., BIJKER, P.G.H. Microbiological conditions and keeping quality of veal tongues as affected by lactic acid decontamination and vacuum packaging. *Journal Food Protect*, 51, 1988: pp. 208–213. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-51.3.208>.
- IORGA, E., ACHIMOVA, T., GOLUBI, R. Natural acidulants from grape. In: *MTFI-2014 International Conference*, pp. 210–215, TUM, Chisinau, 2014. ISBN 978-9975-80-840-8.
- JAN, I., RAB, A., SAJID, M., et al. Response of apple cultivars to different storage durations. In: *Sarhad Journal of Agriculture*, 28(2), 2012: pp. 219–225. ISSN:1016-4383.
- JANSSEN, B.J., THODEY, K., SCHAEFFER, R.J. et al. Global gene expression analysis of apple fruit development from the floral bud to ripe fruit. In: *BMC Plant Biology*, 8, 2008: p. 16. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-8-16>.
- JIMDJIO, C.K., XUE, H., BI, Y., et al. Effect of Ambient pH on Growth, Pathogenicity, and Patulin Production of *Penicillium expansum*. In: *Toxins (Basel)*, 7, 13(8), 2021: pp. 550. DOI: 10.3390/toxins13080550.
- KAHRAMAN, O., FENG, H. Continuous-flow manothermosonication treatment of apple-carrot juice blend: Effects on juice quality during storage. In: *LWT*, v 137 (1) 2021: p. 110360. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110360>.
- KERSTEN, A.K., SCHARF, S., BANDTE, M., et al. Softening of Processed Plant Virus Infected *Cucumis sativus* L. Fruits. In: *Agronomy*, 11(8), 2021: p. 1451. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081451>.
- KHAN, A., MISHRA, A., HASAN, S.M. et al., Biological and medicinal application of *Cucumis sativus* L. review of current status with future possibilities. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 19 (4), 2022: pp. 843–854. <https://doi.org/10.1515/jcim-2020-0240>.
- KIDON, M., GRABOWSKA, J. Bioactive compounds, antioxidant activity, and sensory qualities of red-fleshed apples dried by different methods. In: *LWT-Food Science and Technology*, 136, 2021: p. 110302. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110302>.

- KNEEPKENS, C.M., JAKOBS, C., DOUWES, A.C. Apple juice, fructose, and chronic nonspecific diarrhoea. In: *European Journal of Pediatrics*, 148(6), 1989: pp. 571–573. <https://doi.org/10.1007/bf00441561>.
- KOMAROVA, N. V., KAMENTSEV, YA. S. *Prakticheskoye rukovodstvo po ispol'zovaniyu sistem kapillyarnogo elektroforeza «Kapel'»*. Lyumeks, Sankt-Peterburg, 2008. [Rusă]
- KOWALSKI, R., KOWALSKA, G., WIERCINSKI, J. Chemical composition of fruits of tree 'eggplant' (*Solanum melongena* L.) cultivars. *Folia Horticulturae*, 15 (2), 2003: pp. 89–95.
- KOUTSOS, A., TUOHY, K.M., LOVEGROVE, J.A. Apples and Cardiovascular Health — Is the Gut Microbiota a Core Consideration? In: *Nutrients*, 7 (6), 2015: pp. 3959–3998. <https://doi.org/10.3390%2Fnu7063959>.
- KOYUNCU, S., ANDERSON, M.G., LOFSTROM, C., et al. Organic acids for control of *Salmonella* in diferent feed materials. *BMC Veterinary Research*, 9, 2013: pp. 81–90. ISSN:1746-6148.
- KSCHONSEK, J., WOLFRAM, T., STOCKL, A., et al. Polyphenolic compounds analysis of old and new apple cultivars and contribution of polyphenolic profile to the in vitro antioxidant capacity. In: *Antioxidants.*, 7, 2018: p. 20. <https://doi.org/10.3390%2Fantiox7010020>.
- KUMAR, A., CHAUHAN, G.S. Extraction and characterization of pectin from apple pomace and its evaluation as lipase (steapsin) inhibitor. In: *Carbohydrate Polymers*, 82, 2010: pp. 454–459. <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.05.001>.
- LASKO, A.N., BEPETE, M.C., GOFFINET, M. et Aspects of carbon supply and demand in apple fruits. In: *Acta Horticulturae* 466, 1998: pp. 13–18. DOI:10.17660/ActaHortic.1998.466.1.
- LASKO, A.N., GOFFINET Apple Fruit Growth. *New York fruit quarterly*, 21(1) 2013: pp. 11–14. <http://www.hort.cornell.edu/expo/proceedings/2014/Tree%20Fruit/Apple%20Fruit%20Growth%20Lakso.pdf>.
- ŁATA, B., TRAMPCZYNSKAB, A., PACZESNAA, J. Cultivar variation in apple peel and whole fruit phenolic composition. In: *Science Horticulturae*, 121, 2009: pp. 176–181. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.01.038>.
- LEE, J. Sorbitol, Rubus fruit and misconception. In: *Food Chemistry*, 166, 2015: pp. 616–622. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.073>.
- LEE, K.W., KIM, Y.J., KIM, D., et al. Major phenolics in apple and their contribution to the total antioxidant capacity. *J. Agric. Food. Chem* 51, 2003:6516–6520. DOI: 10.1021/jf034475w
- LEONTOWICZ, H., GORINSTEIN, S., LOJEK, A. et al. Comparative content of some bioactive compounds in apples, peaches, and pears and their influence on lipids and antioxidant capacity in rats. In: *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 13, 2002: pp. 603–610. [https://doi.org/10.1016/s0955-2863\(02\)00206-1](https://doi.org/10.1016/s0955-2863(02)00206-1).
- LI, B.W., ANDREWS, K.W., PEHRSSON, P.R. Individual Sugars, Soluble, and Insoluble Dietary Fiber Contents of 70 High Consumption Foods. In: *Journal of Food Composition Analysis*, 15, 2002: pp. 715–723. DOI:10.1006/jfca.2002.1096.
- LI, H., SUBBIAH, V., BARROW, C.J., et al. Phenolic profiling of five different Australian grown apples. In: *Apple Science*, 11, 2021: p. 2421. DOI: 10.3390/app11052421.
- LI, J., ZHANG, C., LIU, H. et al. Profiles of Sugar and Organic Acid of Fruit Juices: A Comparative Study and Implication for Authentication. In: *Journal of Food Quality*, Article ID 7236534, 2020: p. 11. <https://doi.org/10.1155/2020/7236534>.
- LI, M., FENG, F., CHENG, L. Expression Patterns of Genes Involved in Sugar Metabolism and Accumulation during Apple Fruit Development. In: *PLoS ONE*, 7, 2012: e33055. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033055>.
- LI, M., LI, D., FENG, F. et al. Proteomic analysis reveals dynamic regulation of fruit development and sugar and acid accumulation in apple. In: *Journal of Experimental Botany*, 67, 2016: pp. 5145–5157. <https://doi.org/10.1093/jxb/erw277>.

- LI, M., LI, P., MA, F. et al. Sugar metabolism and accumulation in the fruit of transgenic apple trees with decreased sorbitol synthesis. *Horticulture Research*, 2018: p. 5. <https://doi.org/10.1038/s41438-018-0064-8>.
- LI, M., MA, F., SHANG, P. et al. Influence of light on ascorbate formation and metabolism in apple fruits. In: *Plant*, 230, 2009: pp. 39–51. <https://doi.org/10.1007/s00425-009-0925-3>.
- LI, Y., NIU, Y., WU, H., et al. Modified apple polysaccharides could induce apoptosis in colorectal cancer cells. In: *Journal of Food Science*, 75, 2010: pp. 224–229. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01781.x>.
- LI, Y., ZHANG, X., NIE, J., et al. Occurrence and co-occurrence of mycotoxins in apple and apple products from China. In: *Food Control*. 2020, 118, 107354. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107354>.
- LICHT, T.R., HANSEN, M., BERGSTROM, A. et al. Effects of apples and specific apple components on the cecal environment of conventional rats: Role of apple pectin. In: *BMC Microbiology*, 10, 2010: p. 13. <https://doi.org/10.1186/1471-2180-10-13>.
- LILLY, L.N., HEISS, C.J., MARAGOUidakis, S.F., et al. The Effect of Added Peanut Butter on the Glycemic Response to a High-Glycemic Index Meal: A Pilot Study. *J Am Coll Nutr.*, 38(4), 2019: pp. 351–357. <https://doi.org/10.1080/07315724.2018.1519404>.
- LISKA, D., KELLEY, M., MAH, E. 100% Fruit Juice and Dental Health: A Systematic Review of the Literature. In: *Frontiers in public health*, v. 7, 2019: p. 190. DOI: [10.3389/fpubh.2019.00190](https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00190).
- LIU, T., SHEN, H., WANG, F., et al. Thinned-Young Apple Polyphenols Inhibit Halitosis-Related Bacteria Through Damage to the Cell Membrane. In: *Frontiers in Microbiology*, 12, 2022: p. 745100. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.745100>.
- LUTZ, R., ASERIN, A., WICKER, L., et al. Structure and physical properties of pectins with block-wise distribution of carboxylic acid groups. In: *Food Hydrocoll.*, 23, 2009: pp. 786–794. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.04.009>.
- LUTZ, M.V., OECHSLIN, R., AMADO, R. Structural features of pectic substances from hemicellulose extracts of apples. In: *Advances in Pectin and Pectinase Research*, 2003: pp 137–145. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-017-0331-4_10.
- LYU, F., LUIZ, S.F., AZEREDO, D.R.P. et al. Apple Pomace as a Functional and Healthy Ingredient in Food Products: A Review. In: *Processes*, 8, 2020: p. 319. <https://doi.org/10.3390/pr8030319>.
- MA, B., CHEN, J., ZHENG, H. et al. Comparative assessment of sugar and malic acid composition in cultivated and wild apples. In: *Food Chemistry*, 172, 2015: pp. 86–91. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.032>.
- MA, B., DING, Y., LI, C. et al. Comparative Proteomic Analysis Reveals Key Proteins Linked to the Accumulation of Soluble Sugars and Organic Acids in the Mature Fruits of the Wild *Malus* Species. In: *Plants*, 8(11), 2019: p. 488. <https://doi.org/10.3390/plants8110488>.
- MA, B., YUAN, Y., GAO, M. et al. Determination of Predominant Organic Acid Components in *Malus* Species: Correlation with Apple Domestication. In: *Metabolites.*, 8(4), 2018: p. 74. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.032>.
- MAEDA, H., DUDAREVA, N. The shikimate pathway and aromatic amino acid biosynthesis in plants. In: *Annual Review of Plant Biology*, 63, 2012: pp. 73–105. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042811-105439>.
- MASON, S., MORRISON, D., MCCONELL, K., et al. Muscle redox signalling pathways in exercise. Role of antioxidants. In: *Free Radical Biology and Medicine*, 98, 2016: pp. 29–45. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2016.02.022>.
- MARQUES, C., SOTILES, A.R., FARIAS, F.O., et al. Full physicochemical characterization of malic acid: Emphasis in the potential as food ingredient and application in pectin gels. In:

- Arabian Journal of Chemistry*, 13 (12), 2020: pp. 9118-9129.
<https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.10.036>.
- MAURO, C., BIANCONI, M., POLETTI, S., et al. Metabolomic Profiling and Antioxidant Activity of Fruits Representing Diverse Apple and Pear Cultivars. In: *Biologie (Basel)* 10(5), 2021: p. 380. <https://doi.org/10.3390/biology10050380>.
- MENDOZA-WILSON, AM., CASTRO-ARREDONDO, SI., ESPINOZA-PLASCENCIA, A., et al. Chemical composition and antioxidant-prooxidant potential of a polyphenolic extract and a proanthocyanidin-rich fraction of apple skin. In: *Heliyon*, 2(2), 2016: e00073. <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2016.e00073>.
- MINK, P.J., SCRAFFORD, C.G., BARRAJ, L.M. et al. Flavonoid intake and cardiovascular disease mortality: A prospective study in postmenopausal women. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 85, 2007: pp. 895–909. <https://doi.org/10.1093/ajcn/85.3.895>.
- MITCHELL, T., KUMAR, P., REDDY, T., et al. Dietary oxalate and kidney stone formation. In: *American Journal of Physiology-Renal Physiology*, 316(3), 2019: pp. F409–F413. <https://doi.org/10.1152/ajprenal.00373.2018>.
- MORALES-QUINTANA, L., WAITE, J.M., KALCSITS, L., et al. Sun injury on apple fruit: Physiological, biochemical and molecular advances, and future challenges. In: *Science Horticulturae Amst.*, 260, 2020: p. 108866. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108866>.
- MOSEL, H.D., HERRMANN, K. Changes in catechins and hydroxycinnamic acid derivatives during development of apples and pears. In: *Journal of the Science of Food and Agriculture.*, 25, 1974: pp. 251–256. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740250304>.
- 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 Science and Technology*, 72(1), 2015: pp. 120-126. <http://dx.doi.org/10.15835/buasvmcn-fst:11140>.
- MUSTE, S. *Materii prime vegetale în Industria Alimentară* (ediție reeditată 2008). Cluj-Napoca: Academicpres, 2010, 175 p. ISBN 978-973-744-131-7.
- NAKASHIMA, S., ODA, C., MASUDA, S., et al. Isolation and structure elucidation of tetrameric procyanidins from unripe apples (*Malus pumila* cv. Fuji) by NMR spectroscopy. In: *Phytochemistry*. 83, 2012: pp. 144–152. DOI: 10.1016/j.phytochem.2012.07.011.
- NEDA, I., VLAZAN, P., POP, R.O., et al. Peptide and amino acids separation and identification from natural products. In: *Analytical Chemistry. Krull IS, editors*. Croatia: InTech; 2012: pp.135–146. ISBN 978-953-51-0837-5.
- NISAR, T., WANG, Z.C., ALIM, A., et al. Citrus pectin films enriched with thinned young apple polyphenols for potential use as bio-based active packaging. In: *CyTA Journal of Food*, 17, 2019: pp. 695–705. <https://doi.org/10.1080/19476337.2019.1640798>.
- ONCUL, N., KARABIYIKLI, S. Antibacterial effect of verjuice against food-borne pathogens. In: *British Food Journal*, v. 121, 10, 2019: pp. 2265-2276. <http://dx.doi.org/10.1108/BFJ-11-2018-0746>.
- OPREA, C., ZAHARIA, M. *Elemente de analiza datelor și modelare utilizând Excel*. București: Editura Universitară, 2011, 218 p. ISBN: 978-606-591-237-3.
- ORANESCU, E. *Aditivi alimentari, Necesitate si Risc*. Bucuresti: Ed. AGIR, 2008, 376 p. ISBN: 978-973-720-176-8.
- ORELLANA-ESCOBEDO, L., GARCIA-AMEZQUITA, L.E., OLIVAS, G.I. et al. Capsaicinoids content and proximate composition of Mexican chili peppers (*Capsicum* spp.) cultivated in the State of Chihuahua. In: *CyTA-Journal of Food*, 2012. DOI:10.1080/19476337.2012.716082.

- ORTIZ, D., SHEA, T.B. Apple juice prevents oxidative stress induced by amyloid-beta in culture. *Journal of Alzheimer's Disease*, 6, 2004: pp.27–30. <https://doi.org/10.3233/jad-2004-6104>.
- ORTEGA-RIVAS, E., PEREZ-VEGA, S. Solid-liquid separations in the food industry: Operating aspects and relevant applications. In: *Journal of Food and Nutrition Research*, 50(2), 2011: pp. 86-105. ISSN: 1336-8672.
- PADUA, T.A., de ABREU, B.S., COSTA, T.E. et al. Anti-inflammatory effects of methyl ursolate obtained from a chemically derived crude extract of apple peels: potential use in rheumatoid arthritis. In: *Archives of Pharmacal Research*, 37(11), 2014: pp. 1487-95. <https://doi.org/10.1007/s12272-014-0345-1>.
- PANG, Y.Z., ABEYSINGHE, I.S.B., HE, J., et al. Functional Characterization of Proanthocyanidin Pathway Enzymes from Tea and Their Application for Metabolic Engineering. In: *Plant Physiology*, 161, 2013: pp. 1103–1116. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.112.212050>.
- PARK, S.W., SONG, K.J., KIM, M.Y. et al. Molecular cloning and characterization of four cDNAs encoding the isoforms of NAD-dependent sorbitol dehydrogenase from the Fuji apple. In: *Plant Science*, 162, 2002: pp. 513–519. DOI: 10.1016/S0168-9452(01)00599-4.
- PATOCKA, J., BHARDWAJ, K., KLIMOVA, B. et al. *Malus domestica*: A Review on Nutritional Features, Chemical Composition, Traditional and Medicinal Value. In: *Plants (Basel)*, 9(11), 2020: p. 1408. DOI: 10.3390/plants9111408.
- PENG, Q., CAI, Y., LAI, E. et al. The sucrose transporter MdSUT4.1 participates in the regulation of fruit sugar accumulation in apple. In: *BMC Plant Biology*, 20, 2020: p. 191. <https://doi.org/10.1186/s12870-020-02406-3>.
- PEREZ-LAMELA, C., FRANCO, I., FALQUE, E. Impact of High-Pressure Processing on Antioxidant Activity during Storage of Fruits and Fruit Products: A Review. In: *Molecules*, 26(17), 2021: pp. 5265. DOI: [10.3390/molecules26175265](https://doi.org/10.3390/molecules26175265).
- PERUSSELLO, A.C., ZHANG, Z., MARZOCHELLA, A., et al. Valorization of Apple Pomace by Extraction of Valuable Compounds. In: *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16, 2017: pp. 776–796. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12290>.
- PEȘTEANU, A., CALESTRU, O. Reglarea încărcăturii de rod la pomii de măr de soiul Golden Reinders prin diverse metode de rărire. In: *Știința agricolă*, 2, 2017. pp. 37-42. ISSN: 1857-0003.
- PITT, J.I., HOCKING, A.D., *Fungi and Food Spoilage*. London: Blackie Academic and Professional, UK. 1997. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-6391-4>.
- PRATELLI, R., PILOT, G. Regulation of amino acid metabolic enzymes and transporters in plants. *J. Exp. Bot.*, 65, 2014: pp. 5535–5556. <https://doi.org/10.1093/jxb/eru320>.
- PRETI, R., TAROLA, A.M. Study of polyphenols, antioxidant capacity and minerals for the valorisation of ancient apple cultivars from Northeast Italy. In: *European Food Research and Technology*. 247, 2021: pp. 273–283. DOI: 10.1007/s00217-020-03624-7.
- RAVN-HAREN, G., DRAGSTED, L.O., BUCH-ANDERSEN, T. et al. Intake of whole apples or clear apple juice has contrasting effects on plasma lipids in healthy volunteers. In: *European Journal of Nutrition*, 52, 2013: pp.1875-1889. <https://doi.org/10.1007/s00394-012-0489-z>.
- REIDEL, E.J., RENNIE, E., AMIARD, V. et al. Phloem loading strategies in three plant species that transport sugar alcohols. In: *Plant Physiology*, 149, 2009: pp. 1601–1608. <https://doi.org/10.1104/pp.108.134791>.
- REMLINGTON, R., CHAN, A., LEPORE, A., et al. Apple juice improved behavioral but not cognitive symptoms in moderate-to-late stage Alzheimer's disease in an open-label pilot study. In: *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*, 25(4), 2010: pp. 367-71. DOI: 10.1177/1533317510363470.
- RENARD, C.M., DUPONT, N., GUILLERMIN, P. Concentrations and characteristics of procyanidins and other phenolics in apples during fruit growth. In: *Phytochemistry*, 68, 2007: pp. 1128–1138. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2007.02.012>.

- REYES, F., DeJONG, T., FRANCESCHI, P., et al. Maximum Growth Potential and Periods of Resource Limitation in Apple Tree. In: *Frontiers in Plant Science*, 7, 2016: p. 233. DOI: [10.3389/fpls.2016.00233](https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00233).
- RICE, A.C., PEDERSON, C.S. Factors influencing growth of *Bacillus coagulans* in canned tomato juice. II. Acidic constituents of tomato juice and specific organic acids. In: *Journal of Food Science*, 19, 2006: pp. 124–133. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1954.tb17430.x>.
- RICHARD-FORGET, F.C., GOUPY, P.M. Enzymatic browning reactions in apple and apple products. In: *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 34, 1994: pp. 109–157. <https://doi.org/10.1080/10408399409527653>.
- RIFNA, E.J.; MISRA, N.N.; DWIVEDI, M. Recent advances in extraction technologies for recovery of bioactive compounds derived from fruit and vegetable waste peels: A review. In: *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(6), 2021: 719-752. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1952923>.
- ROLAND, J., BEUCHAT, L. Influence of temperature and water activity on growth and patulin production by *Byssoschlamys nivea* in apple juice. In: *Applied and Environmental Microbiology*, 47, 1984: pp. 205–207. <https://doi.org/10.1128/aem.47.1.205-207.1984>.
- ROPELEWSKA, E., SABANCI, K., ASLAN, M.F. Distinguishing Pickled and Fresh Cucumber Slices Using Digital Image Processing and Machine Learning. In: *Biology and Life Sciences Forum*, 16, 2022 : p. 1. DOI:[10.3390/IECHo2022-12477](https://doi.org/10.3390/IECHo2022-12477).
- ROSHAN, S., WONG, W. K., NORAZIAH, M, et al. Chemical composition changes of two water apple (*Syzygium samaragense*). In: *International Food Research Journal*, 19 (1), 2012: pp. 167-174. ID corpus: 73562227.
- RUMPEL, C., DIGNAC, M.F. Gas chromatographic analysis of monosaccharides in a forest soil profile: Analysis by gas chromatography after trifluoroacetic acid hydrolysis and reduction acetylation. In: *Soil Biology and Biochemistry*, 38, 2006: pp. 1478–1481. ISSN:0038-0717.
- RYAN, D.G., O'Neill, L.A.J. Krebs Cycle Reborn in Macrophage Immunometabolism. In: *The Annual Review of Immunology*, 38, 2020: pp. 289–313. <https://doi.org/10.1146/annurev-immunol-081619-104850>.
- SAITO, T., MIYAKE, M., TOBA, M. et al. Inhibition by apple polyphenols of ADP-ribotransferase activity of cholera toxin and toxin-induced fluid accumulation in mice. In: *Microbiology Immunology*, 46, 2002: pp. 249-55. <https://doi.org/10.1111/j.1348-0421.2002.tb02693.x>.
- SALCES, R.M.A., HERRERO, C., BARRANCO, A., et al. Classification of apple fruits according to their maturity state by the pattern recognition analysis of their polyphenolic compositions. *Food Chem.*, 93, 2005: pp. 113–123 DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.10.013.
- SANCHEZ, D., QUINONES, M., MOULAY, L. et al. Soluble fiber-enriched diets improve inflammation and oxidative stress biomarkers in Zucker fatty rats. In: *Pharmacology Research*, 64, 2011: pp. 31–35. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2011.02.005>.
- SANT'ANA, A.S., ROSENTHAL, A., MASSAGUER, P.R. The fate of patulin in apple juice processing: A review. In: *Food Research International*, 41, 2008: pp. 441–453. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2008.03.001>.
- SANT'ANA, A.S., SIMAS, R.C., ALMEIDA, C.A., et al. Influence of package, type of apple juice and temperature on the production of patulin by *Byssoschlamys nivea* and *Byssoschlamys fulva*. In: *International Journal of Food Microbiology*, 142, 2010: pp. 156–163. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.06.017>.
- SEMBRIES, S., DONGOWSKI, G., MEHRLAENDER, K. et al. Physiological effects of extraction juices from apple, grape, and red beet pomaces in rats. In: *International Journal of Food Microbiology*, 54, 2006: pp. 10269–10280. <https://doi.org/10.1021/jf0618168>.
- SERRADILLA, M.J., AKSIC, M.F., MANGANARIS, G.A. et al. Fruit Chemistry, Nutritional Benefits and Social Aspects of Cherries. In: *Cherries: Botany, Production and Uses*,

- Quero-García, J., Lezzoni, A., Puławska, J., Lang, G. Ed.: CAB International, 2017, pp. 420-435. DOI 10.1079/9781780648378.0420.
- SETORKI, M., ASGARY, S., EIDI, A. et al. Effects of apple juice on risk factors of lipid profile, inflammation and coagulation, endothelial markers and atherosclerotic lesions in high cholesterolemic rabbits. In: *Lipids in Health and Disease*, 8, 2009: p. 39. <https://doi.org/10.1186%2F1476-511X-8-39>.
- SETORKI, M., ASGARY, S., EIDI, A. et al. Effects of acute verjuice consumption with a high-cholesterol diet on some biochemical risk factors of atherosclerosis in rabbits. In: *Medical Science Monitor*, 16(4), 2010: pp. 124-130. PMID: 20357713.
- SHAH, M., GRIFFIN, I.J., LIFSCHITZ, C.H., et al. Effect of orange and apple juices on iron absorption in children. In: *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, 157, 2003: pp. 1232–1236. <https://doi.org/10.1001/archpedi.157.12.1232>.
- SHAHIDI, F., AMBIGAIPALAN, P. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – A review. In: *Journal of Functional Foods*, 18, 2015: pp. 820–897. <https://doi.org/10.1016/J.JFF.2015.06.018>.
- SHARMA, M., KAUSHIK, P. Biochemical Composition of Eggplant Fruits: A Review. In: *Applied Sciences*, 11(15), 2021: p. 7078. <https://doi.org/10.3390/app11157078>.
- SHOJI, T., MUTSUGA, M., NAKAMURA, T., et al. Isolation and structural elucidation of some procyanidins from apple by low-temperature nuclear magnetic resonance. *Journal of Agriculture, Food, Chemistry*, 51, 2003: pp. 3806–3813. <https://doi.org/10.1021/jf0300184>.
- SHINOHARA, K., OHASHI, Y., KAWASUMI, K. et al. Effect of apple intake on fecal microbiota and metabolites in humans. In: *Anaerobe*, 16, 2010: pp. 510–515. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anaerobe.2010.03.005>
- SHROFF, P., GONDIVKAR, S.M., KUMBHARE, S.P., et al. Analyses of the Erosive Potential of Various Soft Drinks and Packaged Fruit Juices on Teeth. *J Contemp Dent Pract.*, 19(12), 2018: pp. 1546–1551. <http://dx.doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2463>.
- SIDDIQ, M., UEBERSAX, M. A. Vegetable Fermentation and Pickling. In: *Handbook of Vegetables and Vegetable Processing*, S. Ghnimi & N. Guizani, 2nd edition, 2018. ISBN: 9781119098959.
- SILVA, F.V.M., GIBBS, P.A., NUNEZ, H., et al. Thermal processes: pasteurization. In: *Encyclopedia of Food Microbiology*, Editors: Batt CA, Tortorello ML. 2nd, Vol 3, 2014: pp. 577–595. <http://hdl.handle.net/2292/22378>.
- SILVA, K.M., ZIELINSKI, A., BENVENUTTI, L., et al. Effect of fruit ripening on bioactive compounds and antioxidant capacity of apple beverages. In: *Food Science and Technology (Campinas)*, 39 (6), 2018: 294-300. <https://doi.org/10.1590/fst.25317>.
- SIMKIN, A.J., FARALLI, M., RAMAMOORTHY, S. et al. Photosynthesis in non-foliar tissues: Implications for yield. In: *The Plant Journal*, 101, 2020: pp. 1001–1015. <https://doi.org/10.1111/tpj.14633>.
- SINGH, N., BABY, D., RAJGURU, J.P. et al. Inflammation and cancer. In: *Annals of African Medicine*, 18, 2019: pp. 121–126. <https://doi.org/10.4103%2Faam.aam.56.18>.
- SINGLA, R.K., DUBEY, A.K., GARG, A., et al. Natural Polyphenols: Chemical Classification, Definition of Classes, Subcategories, and Structures. In: *Journal of AOAC International*, vol. 102, no. 5, 2019: pp. 1397-1400. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.19-0133>.
- SINGLENTON, V.L., ORTHOFER, R., LAMUELA-RAVENTOS, R.M. Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent. In: *Methods in Enzymology*, 299, 1999: pp. 152-178. [http://dx.doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1).
- SONG, Y.Q., MANSON, J.E., BURING, J.E. et al. Associations of dietary flavonoids with risk of type 2 diabetes, and markers of insulin resistance and systemic inflammation in women: A

- prospective study and cross-sectional analysis. In: *Journal of the American College of Nutrition*, 24, 2005: pp. 376–384. <https://doi.org/10.1080/07315724.2005.10719488>.
- SORIANO-MALDONADO, A., HIDALGO, M., ARTEAGA, P., et al. Effects of regular consumption of vitamin C-rich or polyphenol-rich apple juice on cardiometabolic markers in healthy adults: a randomized crossover trial. In: *European Journal of Nutrition*, 53 2014: pp. 1645–1657. DOI: 10.1007/s00394-014-0670-7.
- SPANOS, G.A., WROLSTAD, R.E. Phenolics of apple, pear, and white grape juices and their changes with processing and storage. A review. In: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40, 1992: pp. 1478–1487. <https://doi.org/10.1021/jf00021a002>.
- STEPANSKY, A., LEUSTEK, T. Histidine biosynthesis in plants. In: *Amino Acids*, 30, 2006: pp. 127–142. <https://doi.org/10.1007/s00726-005-0247-0>.
- SRIVASTAVA, S., TYAGI, S.K. Effect of Enzymatic Hydrolysis on the Juice Yield from Apple Fruit (*Malus Domestica*) Pulp. In: *International Journal of Biotechnology and Bioengineering Research*, V 4 (4), 2013, pp. 299–306. ISSN 2231-1238.
- SUN, L., CHEN, W., MENG, Y., et al. Interactions between polyphenols in thinned young apples and porcine pancreatic α -amylase: Inhibition, detailed kinetics and fluorescence quenching. In: *Food Chemistry*, 208, 2016: pp. 51–60. DOI:10.1016/j.foodchem.2016.03.093.
- SWEETMAN, C., DELUC, L.G., CRAMER, G.R. et al. Regulation of malate metabolism in grape berry and other developing fruits. In: *Phytochemistry*, 70, 2009: pp. 1329–1344. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2009.08.006>.
- TABAC, C., ARTS, I., SMIT, H. et al. Chronic obstructive pulmonary disease and intake of catechins, flavonols, and flavones. In: *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 164, 2001: pp. 61–64. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.164.1.2010025>.
- TAMBLYN, K.C., CONNER, D.E. Bactericidal activity of organic acids in combination with transdermal compounds against *Salmonella typhimurium* attached to broiler skin. In: *Food Microbiology*, 14, 1997: pp. 477–484. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-51.3.208>.
- TANAKA, F., HAYAKAWA, F., TATSUKI, M. Flavor and Texture Characteristics of ‘Fuji’ and Related Apple (*Malus domestica* L.) Cultivars, Focusing on the Rich Watercore. In: *Molecules*, 25(5), 2020: p. 1114. <https://doi.org/10.3390/molecules25051114>.
- TANIWAKI, M., HOCKING, A., PITT, J., et al. Growth and mycotoxin production by food spoilage fungi under high carbon dioxide and low oxygen atmospheres. *Int. J. Food Microbiol.* 132, 2009: pp. 100–108. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.04.005>.
- TANG, W.H.W., HAZEN, S.L. The contributory role of gut microbiota in cardiovascular disease. *J. Clin. Invest.*, 124, 2014: pp. 4204–4211. <https://doi.org/10.1172%2FJCI72331>
- TATAROV, P. *Chimia produselor alimentare*. Chisinau: Ed. MS Logo, 2017, 450 p. ISBN 978-9975-4264-2-8.
- TATAROV, P., MACARI, A. *Bazele teoretice a conservării*. Ciclu de prelegeri. Catedra Tehnologia Conservării, Chişinău: Ed. Tehnica-UTM, 2006, 112 p.
- TESTA, R., MIGLIORE, G., SCHIFANI, G., et al. Chemical–Physical, Sensory Analyses and Consumers’ Quality Perception of Local vs. Imported Loquat Fruits: A Sustainable Development Perspective. In: *Agronomy*, 10(6), 2020: p. 870; <https://doi.org/10.3390/agronomy10060870>.
- THAKUR, A., SINGH, Z. Responses of ‘Spring Bright’ and ‘Summer Bright’ nectarines to deficit irrigation: fruit growth and concentration of sugars and organic acids. In: *Scientia Horticulturae*, 135, 2012: pp. 112–119. <http://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.12.013>.
- TIAN, J., SCHOLTE, K., BOREWICZ, K., et al. Effects of pectin supplementation on the fermentation patterns of different structural carbohydrates in rats. *Molecular Nutrition & Food Research*, 60 (10), 2016: pp. 2256 – 2266. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201600149>.

- TIAN, J., WU, X., ZHANG, M., et al. Comparative study on the effects of apple peel polyphenols and apple flesh polyphenols on cardiovascular risk factors in mice. In: *Clinical and Experimental Hypertension*, 40, 2018: pp. 65–72. <https://doi.org/10.1080/10641963.2017.1313851>.
- TIJERO, V., GIARARDI, F., BOTTON, A. Fruit Development and Primary Metabolism in Apple. *Agronomy*, 11(6), 2021: p. 1160. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061160>
- TOMOHIKO, N., KUNIHISA, I., YASUO, S., et al. Chronic ingestion of apple pectin can enhance the absorption of quercetin. *J. Agric. Food Chem.*, 57, 2009: pp. 2583–2587. <https://doi.org/10.1021/jf803547h>
- TROYAN, Z. A., BONENKO, ZH. N., YURCHENKO, N. V. I dr. Krasnodarskiy NII khraneniya i pererabotki sel'skokhozyaystvennoy produktsii) Alycha - tsennoye universal'noye syr'ye dlya proizvodstva raznoobraznykh konservov. *Dostizheniye nauki i tekhniki*. APK., N 3, 2002, str. 28-30. [Rusă]
- TSAO, R., YANG, R., XIE, S. et al. Which polyphenolic compounds contribute to the total antioxidant activities of apple? In: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 2005: pp. 4989–4995. DOI: 10.1021/jf048289h.
- TSAO, R., YANG, R., YOUNG, J.C., et al. Polyphenolic profiles in eight apple cultivars using high-performance liquid chromatography (HPLC). In: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 2003: pp. 6347–6353. <https://doi.org/10.1021/jf0346298>.
- VALLEE-MARCOTTE, B., VERHEYDE, M., POMERLEAU, S., et al. Health Benefits of Apple Juice Consumption: A Review of Interventional Trials on Humans. In: *Nutrients*. 16; 14(4), 2022: p. 821. <https://doi.org/10.3390/nu14040821>.
- VALOIS, S., MERWIN, I.A., PADILLA-ZAKOUR, O.I. Characterization of fermented cider apple cultivars grown in upstate New York. *J. Am. Pomol. Soc.*, 60, 2006: pp. 113–128. https://www.researchgate.net/publication/287715266_Characterization_of_fermented_cider_apple_cultivars_grown_in_Upstate_New_York.
- VAN der SLUIS, A.A., DEKKER, M., de JAGER, A., et al. Activity and concentration of polyphenolic antioxidants in apple: Effect of cultivar, harvest year, and storage conditions. *Journal Agric. Food. Chem.*, 49, 2001: pp. 3606–3613. DOI: 10.1021/jf001493u.
- VEERIAH, S., BALAVEKATRAMAN, K.K., BOHMER, F.D., et al. Intervenția cu suc de mere tulbure are ca rezultat activități biologice alterate ale probelor de ileostomie colectate de la voluntari individuali. *EURO.J.Nutr.*, 47, 2008: 226–234. DOI: 10.1007/s00394-008-0726-7
- VIDAL, S., FRANCIS, L., GUYOT, S., et al. The mouth-feel properties of grape and apple proanthocyanidins in a wine-like medium. In: *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 2003: pp. 564–573. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.1394>.
- VIERU, R., CEAUȘESCU, ME., BACHEȘ, E., et al. *Cartea preparatorului de conserve de fructe*. București: Ed. Tehnica, 1981, 414 p.
- VILLANUEVA, E.E. An overview of recent studies of tomato (*Solanum lycopersicum* spp) from a social, biochemical and genetic perspective on quality parameters. Alnarp-Sweden: *Sveriges lantbruksuniversitet*. (Introductory Paper), 2018. [villanueva e 181211.pdf](https://www.slu.se/en/publications/villanueva_e_181211.pdf).
- VIMOLMANGKANG, S., ZHENG, H., PENG, Q. et al. Assessment of sugar components and genes involved in the regulation of sucrose accumulation in peach fruit. In: *J. Agric. Food. Chem.*, 64, 2016: pp. 6723–6729. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b02159>.
- VRHOVSEK, U., RIGO, A., TONON, D., et al. Quantitation of polyphenols in different apple varieties. In: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 2004: pp. 6532–6538. <https://doi.org/10.1021/jf049317z>.
- WACHER, C., DIAZ-RUIZ, G., TAMANG, J.P. Fermented vegetable products. In: *Fermented Foods and Beverages of the World*. Tamang, J.P., Kailasapathy, K. (Eds.) CRC Press, Taylor & Francis Group, Florida, US, 2010, pp. 151–182. <https://doi.org/10.1201/EBK1420094954>.

- WANG, X., OUYANG, Y., LIU, J. et al. Fruit and vegetable consumption and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. In: *The BMJ*, 349, 2014: g 4490. DOI: [10.1136/bmj.g4490](https://doi.org/10.1136/bmj.g4490).
- WEI, M., WANG, H., MA, T., et al. Comprehensive Utilization of Thinned Unripe Fruits from Horticultural Crops. In: *Foods*, 30, 10(9), 2021: p. 2043. DOI: 10.3390/foods10092043.
- WEI, X., LIU, F. CHEN, C. et al. The *Malus domestica* sugar transporter gene family: Identifications based on genome and expression profiling related to the accumulation of fruit sugars. *Front. Plant Sci.*, 5, 2014: p. 569. <https://doi.org/10.3389%2Ffpls.2014.00569>.
- WHITE, S.J., CARRAN, E.L., REYNOLDS, A.N. et al. The effects of apples and apple juice on acute plasma uric acid concentration: A randomized controlled trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 107, 2018: pp. 165–172. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqx059>.
- WILCZYNSKI, K., KOBUS, Z., DZIKI, D. Effect of Press Construction on Yield and Quality of Apple Juice. In: *Sustainability*, 11, 2019: p. 3630. doi:10.3390/su11133630.
- WILLETT, W., Balancing life-style and genomics research for disease prevention. In: *Science*, 296, 2002: pp. 695-698. <https://doi.org/10.1126/science.1071055>.
- WOJDYLO, A., OSZMIANSKI, J. Antioxidant Activity Modulated by Polyphenol Contents in Apple and Leaves during Fruit Development and Ripening. In: *Antioxidants (Basel)*, 9(7), 2020: p. 567. DOI: [10.3390/antiox9070567](https://doi.org/10.3390/antiox9070567).
- WOLFE, K., WU, X., LIU, R.H. Antioxidant activity of apple peels. In: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 2003: pp. 609–614. DOI: 10.1021/jf020782a.
- WOODS, R., WALTERS, H., RAVEN, J., et al. Food and nutrient intakes and asthma risk in young adults. In: *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78, 2003: pp. 414-421. <https://doi.org/10.1093/ajcn/78.3.414>.
- WOODSIDE, J. V., YOUNG, I. S., MCKINLEY, M. C. Fruit and vegetable intake and risk of cardiovascular disease. In: *Proceedings of the Nutrition Society*, 72(4), 2013: pp. 399-406. DOI: [10.1017/S0029665113003029](https://doi.org/10.1017/S0029665113003029).
- WOROBO, R.W., SPLITTSTOESSER, D.F ‘Chapter 12: Microbiology of Fruit Products’, in: *Processing Fruit Science and Technology*, 2nd edn, CRC Press, Boca Raton, 2005, p. 864 <https://doi.org/10.1201/9781420040074>.
- WU, B.H., GENARD, M., LESCOURET, F., et al. Influence of assimilate and water supply on seasonal variation of acids in peach (cv Suncrest). In: *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 2002: pp. 1829–1836. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1267>.
- XIE, D.Y., SHARMA, S.B., PAIVA, N.L., et al. Role of anthocyanidin reductase, encoded by BANYULS in plant flavonoid biosynthesis. In: *Science*, 299, 2003: pp. 396–399. <https://doi.org/10.1126/science.1078540>.
- 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. In: *International Journal of Molecular Sciences*, 21, 2020: p. 4797. <https://doi.org/10.3390/ijms21134797>.
- YAMAKI, S. Isolation of vacuoles from immature apple fruit flesh and compartmentation of sugars, organic acids, phenolic compounds and amino acids. In: *Plant and Cell Physiology*, 25, 1984: 151–166. ISSN: 0032-0781.
- YAMAKI, S. Metabolism and accumulation of sugars translocated to fruit and their regulation. In: *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 79, 2010: pp. 1–15. <https://doi.org/10.2503/jjshs1.79.1>.
- YAMAKI, S., INO, M. Alteration of cellular compartmentation and membrane permeability to sugars in immature and mature apple fruit. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 117, 1992: pp. 951–954. <https://doi.org/10.21273/JASHS.117.6.951>.

- 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>.
- YAO, Y.X., LI, M., LIU, Z. et al. Molecular cloning of three malic acid related genes MdPEPC, MdVHA-A, MdcyME and their expression analysis in apple fruits. *Sci. Hortic. Amst.*, 122, 2009: pp. 404–408. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2009.05.033>
- YAO, Y.X., LI, M., ZHAI, H. et al. Isolation and characterization of an apple cytosolic malate dehydrogenase gene reveal its function in malate synthesis. *J. Plant Physiol.*, 168, 2011: pp. 474–480. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2010.08.008>
- YASTREBOV, M.S. Spravochnik mastera konservnogo proizvodstva. II zdaniye, pererabotannoye i dopolnennoye. Moskva: Pishchevaya promyshlennost', 1980, pp. 132. [Rusă]
- YUAN, L., LIJUN, S., CHEN, W.Q., et al. Interaction between polyphenols in thinned young apples and porcine pancreatic alpha-amylase: inhibition, detailed kinetics and fluorescence quenching. In: *Food Chemistry*, 208, 2016: pp. 51–60. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.093>.
- YUAN, R. Effects of temperature on fruit thinning with ethephon in ‘Golden Delicious’ apples. *Scientia Horticulturae*, 113, 2007: pp. 8–12. DOI: [10.1016/j.scienta.2007.01.005](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.01.005).
- ZIBAE-NEZHAD, M. J., MOHAMMADI, E., BEIGI, M. A. B., et al. The Effects of Unripe Grape Juice on Lipid Profile Improvement. In: *Cholesterol*, 2012: pp. 1–3. <http://dx.doi.org/10.1155/2012/890262>.
- ZHANG, J., CHEN, W., SHUAI, L., et al. Antibacterial activity and preservative properties of thinned young apples extracts for fish flesh. In: *Journal of Food Processing and Preservation*. 42, 2017: e13435. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13435>.
- ZHANG, L.Y., PENG, Y.B., PELLESCI-TRAVIER, S. et al. Evidence for apoplasmic phloem unloading in developing apple fruit. In: *Plant Physiology*, 135, 2004: pp. 574–586. <https://doi.org/10.1104/pp.103.036632>.
- ZHANG, L., WANG, C., JIA, R. et al. Malate metabolism mediated by the cytoplasmic malate dehydrogenase gene *MdcyMDH* affects sucrose synthesis in apple fruit. In: *Horticulture Research*, v. 9, 2022: p.194. <https://doi.org/10.1093/hr/uhac194>.
- ZHANG, Y., LI, P., CHENG, L. Developmental changes of carbohydrates, organic acids, amino acids, and phenolic compounds in ‘Honeycrisp’ apple flesh. In: *Food Chemistry*, 123, 2010: pp. 1013–1018. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2010.05.053>.
- 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. In: *Food Chemistry*, 131, 2012: pp. 106–110. <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. In: *Journal of Zhejiang University-SCIENCE 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. In: *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 57(4), 2014: pp. 457–461. DOI: 10.1007/s13765-014-4013-4
- ZHENG, H.Z., HWANG, I.W., KIM, S.K., et al. Optimization of carbohydrate-hydrolyzing enzyme aided polyphenol extraction from unripe apples. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 53, 2010: pp. 342–50. ISSN: 1738-2203.
- ZHAO, Y., BI, J., YI, J., et al. Dose-dependent effects of apple pectin on alleviating high fat-induced obesity modulated by gut microbiota and SCFAs. In: *Food Science and Human Wellness*, v 11 (1), 2022: pp. 143–154. <https://dx.doi.org/10.1016/j.fshw.2021.07.015>.
- ZHUANG, Y., CHEN, L., SUN, L. et al. Bioactive characteristics and antioxidant activities of nine peppers. In: *Journal of Functional Foods*, 4 (1), 2012: pp. 331–338. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2012.01.001>.

- Hotărârea Guvernului cu privire la aprobarea „Cerințelor de calitate și comercializare pentru fructe și legume proaspete” nr. 929 din 31.12.2009. În: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*. 2010, nr. 5-7, art. 26.
- Hotărârea Guvernului cu privire la aprobarea Reglementării tehnice „Gemuri, jeleuri, dulceturi, piureuri și alte produse similare” nr. 216 din 27.02.2008 În: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*. 2008, nr. 49-50, art. 311.
- Hotărârea Guvernului cu privire la Reglementarea tehnică „Oțeturi și acid acetic de uz alimentar”, nr. 1403 din 09.12.2008. În: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*. 2008, nr. 226-229.
- Hotărârea Guvernului cu privire la Reglementarea tehnică „Sucuri și anumite produse similare destinate consumului uman”, nr. 1111 din 06.12.2010. În: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*. 2010, nr. 247-251, art. 1234.
- Hotărârea Guvernului cu privire la Reglementarea tehnică ”Zahăr. Producerea și comercializarea”, nr. 774 din 03.07.2007. În: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*. 2007, nr. 103-106.
- Hotărârea Guvernului pentru aprobarea Regulamentului sanitar privind sarea alimentară, nr. 596 din 03.08.2011. În: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*. 2011, nr. 131-133.
- Hotărârea Guvernului pentru aprobarea Regulamentului sanitar privind aditivii alimentari, nr. 229 din 29.03.2013. În: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*. 2013, nr. 69-74.
- Hotărârea Guvernului pentru aprobarea Regulilor privind criteriile microbiologice pentru produsele alimentare nr. 221 din 16.03.2009. În: *Monitorul Oficial*. 2009, nr. 59-61 art. 272
- ISO 6658:2017. Sensory analysis – Methodology –General guidance. *International Organization for Standardization*: Geneva, Switzerland, 2017.
- Klar-Sol Super Disponibil: https://erbsloeh.com/fileadmin/user_upload/pdf/Wine/technical_data_sheet/GB/klarsol_super-wine-juice-technical_data_sheet-english-erbsloeh.pdf.
- M 04-92-2020 Пищевые продукты, продовольственное сырье, пищевые и кормовые добавки. Методика измерений массовой доли фруктозы, глюкозы, лактозы и сахарозы методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель». [online] [accesat 05.03.2022] Disponibil: https://www.lumex.ru/complete_solutions/20aru03_12_19.php
- OIV Compendium of international methods of wine and must analysis. Paris. 2007 [online] Disponibil: <https://www.oiv.int/public/medias/7907/oiv-vol1-compendium-of-international-methods-of-analysis.pdf>
- OMAIA153/2010 – Ordinul nr. 153 din 14.07.2010 cu privire la aprobarea standardelor naționale. În: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*. 2010, nr. 124-125, art. 445 [online] Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=98133&lang=ro
- OMTGD *Ministerul transporturilor și gospodăriei drumurilor*. Ordinul Nr. 172 din 09.12.2005. Normele de consum de combustibil și lubrifianti în transport auto.
- Pectinex® Ultra AFP <https://biosolutions.novozymes.com/en/juice-fruit-vegetables/apples-pears>
- SM SR EN ISO 4833-1:2014 Microbiologia lanțului alimentar – Metodă orizontală pentru enumerarea microorganismelor – Partea 1: Numărarea coloniilor la 30°C prin tehnica plăcii de turnare.
- SM SR ISO 21527-2:2014 Microbiologia produselor alimentare și furajelor. Metodă orizontală pentru enumerarea drojdiilor și mucegaiurilor. Partea 2: Tehnica de numărare a coloniilor din produse cu activitatea apei mai mică sau egală cu 0,95.
- USDA National Nutrient Database for Standard Reference. [online] [accesat 21.12.2022] Disponibil: <https://data.nal.usda.gov/dataset/usda-national-nutrient-database-standard-reference-legacy-release>
- Voran [online] Disponibil: <https://www.voran.at/en/product-overview/produkt> , https://www.voran.at/fileadmin/Voran/Maschinen/Preisliste_2020_EN.pdf

ANEXE

Anexa 1

Tabelul 1. Compoziția merelor (*Malus domestica*), proaspete cu coajă

Componente	Valoare la 100 g
Energie (kcal)	52
Energie (kJ)	218
Apă (g)	85,56
Carbohidrați totali (g)	13,81
§ Fibre alimentare totale (g)	2,21
§ Fibre insolubile (g)	1,54
§ Fibre solubile (g)	0,67
Zaharuri totale (g)	10,39
Fructoză (g)	5,9
Glucoză (dextroză) (g)	2,43
Zaharoză (g)	2,07
Amidon (g)	0,05
Proteine (g)	0,26
Lipide totale (grăsimi) (g)	0,17
Acizi grași, total polinesaturați (g)	0,051
Acizi grași, total mononesaturați (g)	0,007
Acizi grași, saturați totali (g)	0,028
Vitamina C, acid ascorbic total (mg)	4,6
Tiamină B ₁ (mg)	0,017
Riboflavină B ₂ (mg)	0,026
Niacina B ₃ (mg)	0,091
Vitamina B ₆ (mg)	0,041
Folat B ₉ , DFE (μg)	3,0
Vitamina A, RAE (μg)	3,0
Vitamina A, UI (UI)	54
Vitamina E (alfa-tocoferol) (mg)	0,18
Vitamina K (filochinonă) (μg)	2,2
Calciu, Ca (mg)	6,0
Fier, Fe (mg)	0,12
Magneziu, Mg (mg)	5,0
Fosfor, P (mg)	11,0
Potasiu, K (mg)	107
Sodiu, Na (mg)	1,0
Zinc, Zn (mg)	0,04
* Polifenoli totali (mg)	110,20
* Flavanoli (mg)	96,33
* Hidroxicinamați (mg)	14,21
* Flavonoli (mg)	5,66
* Dihidrochalconi (mg)	4,17
# Antocianine (mg)	1,62

Notă: conform USDA (National Nutrient Database for Standard Reference); § date conform Li et al., 2002; * date conform Vrhovsek et al., 2004; # numai în mere roșii.

Schemele tehnologice de fabricare ale conservelor de legume și fructe

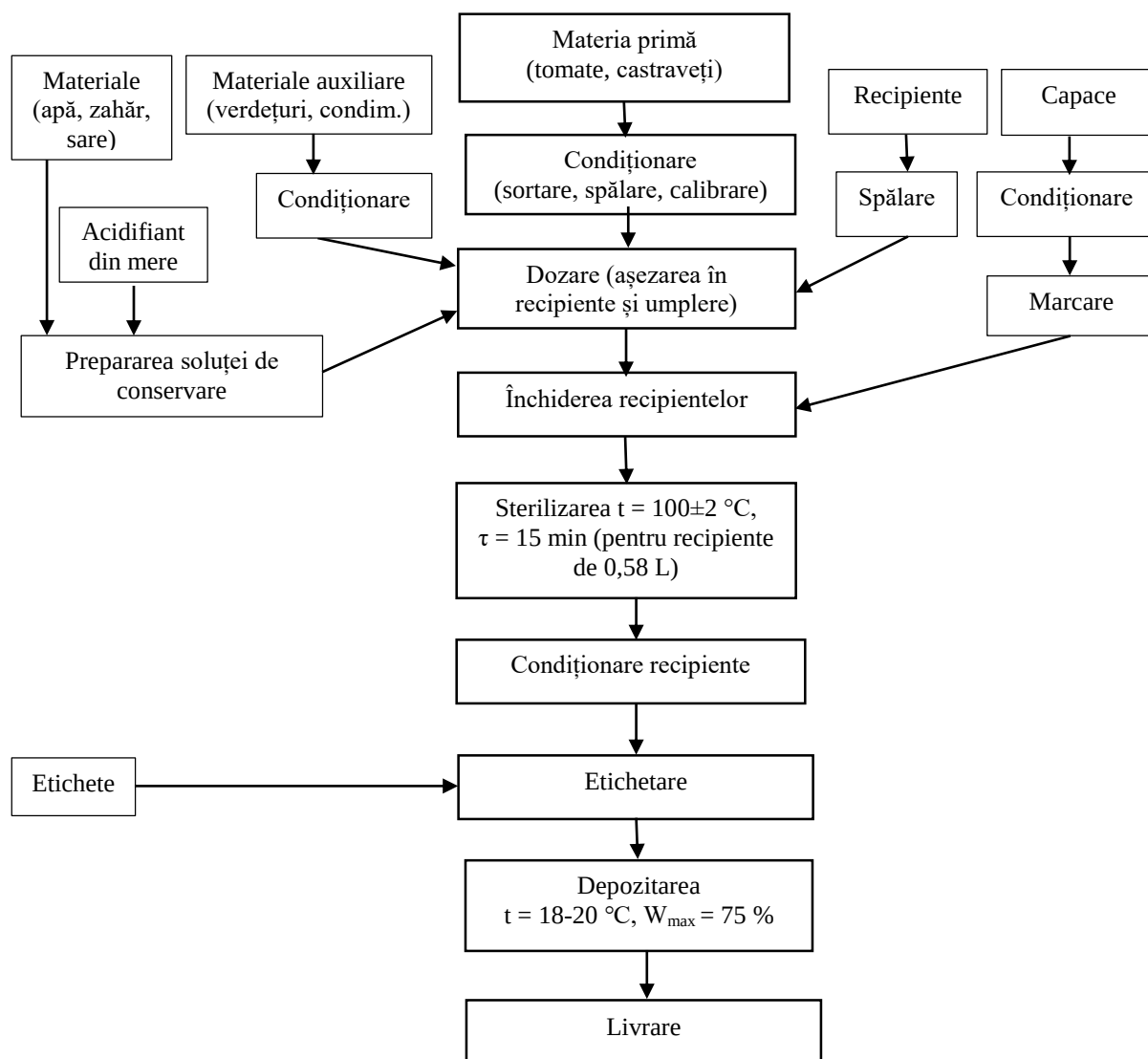


Fig. A 2.1. Schema tehnologică de obținere a tomatelor marinate și castraveților conservați cu utilizarea acidifiantului din mere (Crucirescu, 2022b; 2023b)

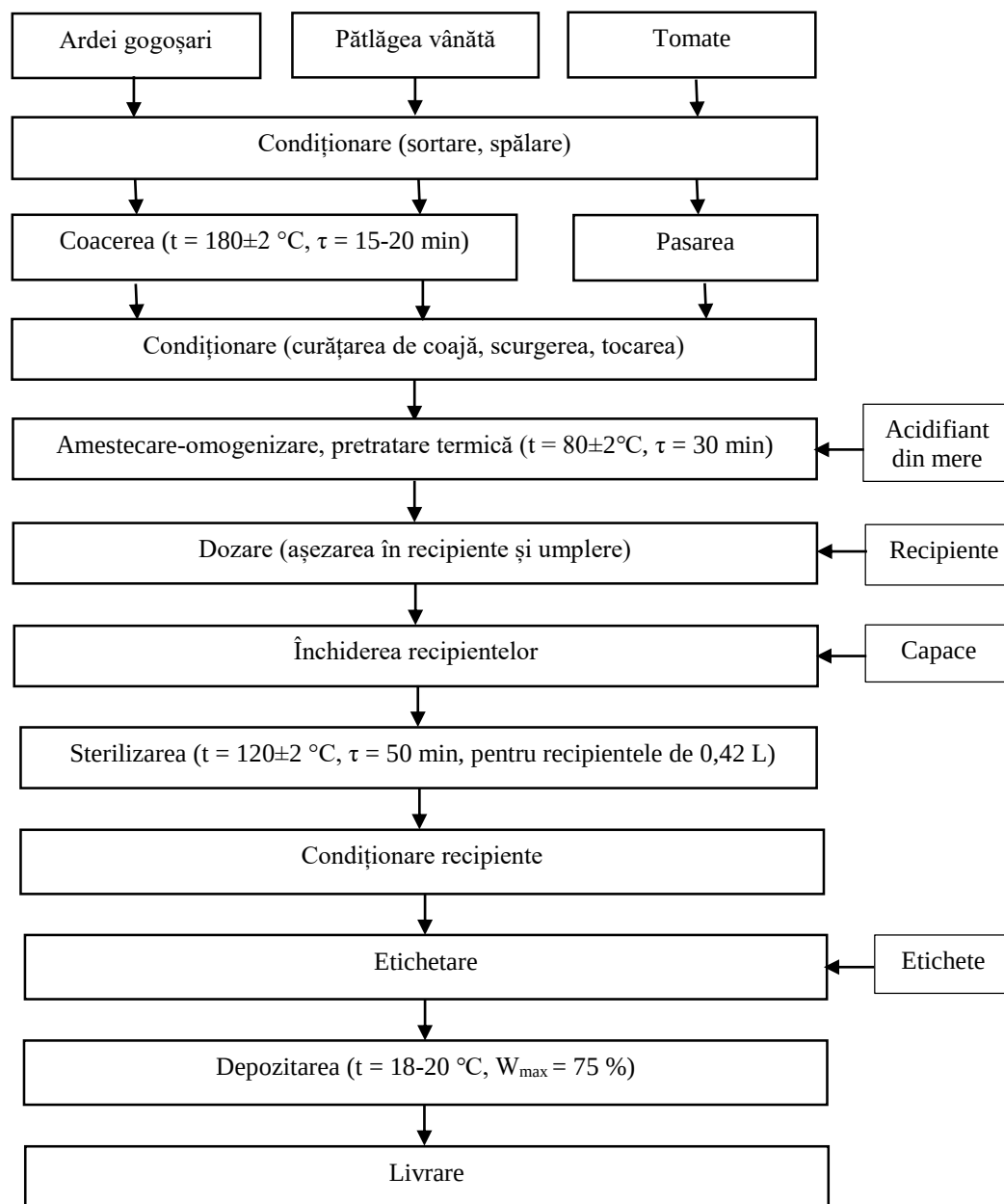


Fig. A 2.2. Schema tehnologică de obținere a tocanei din legume de tip „Zacusca” cu utilizarea acidifiantului din mere (Crucirescu, 2023a)

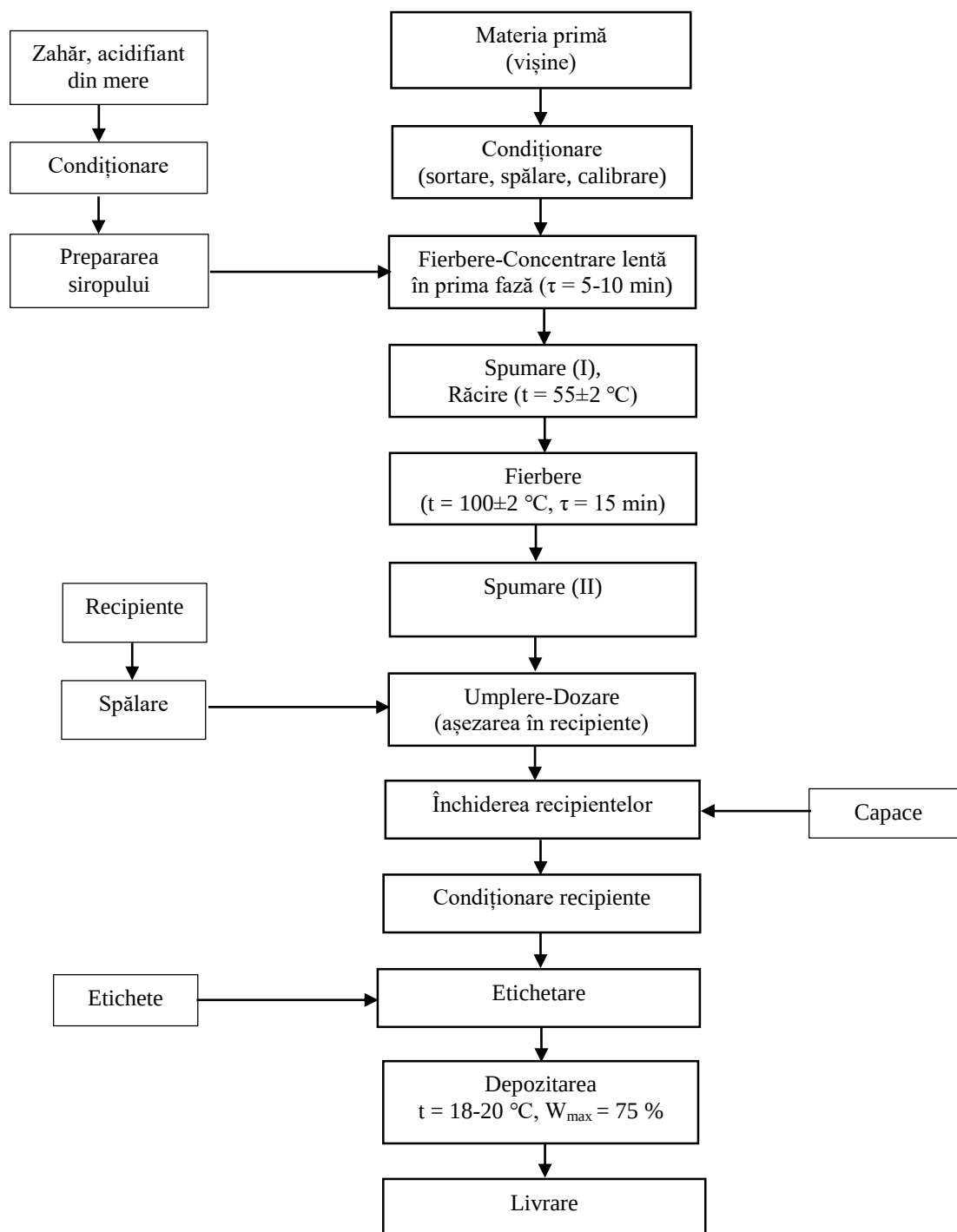


Fig. A 2.3. Schema tehnologică de obținere a dulceții de vișine cu utilizarea acidifiantului din mere

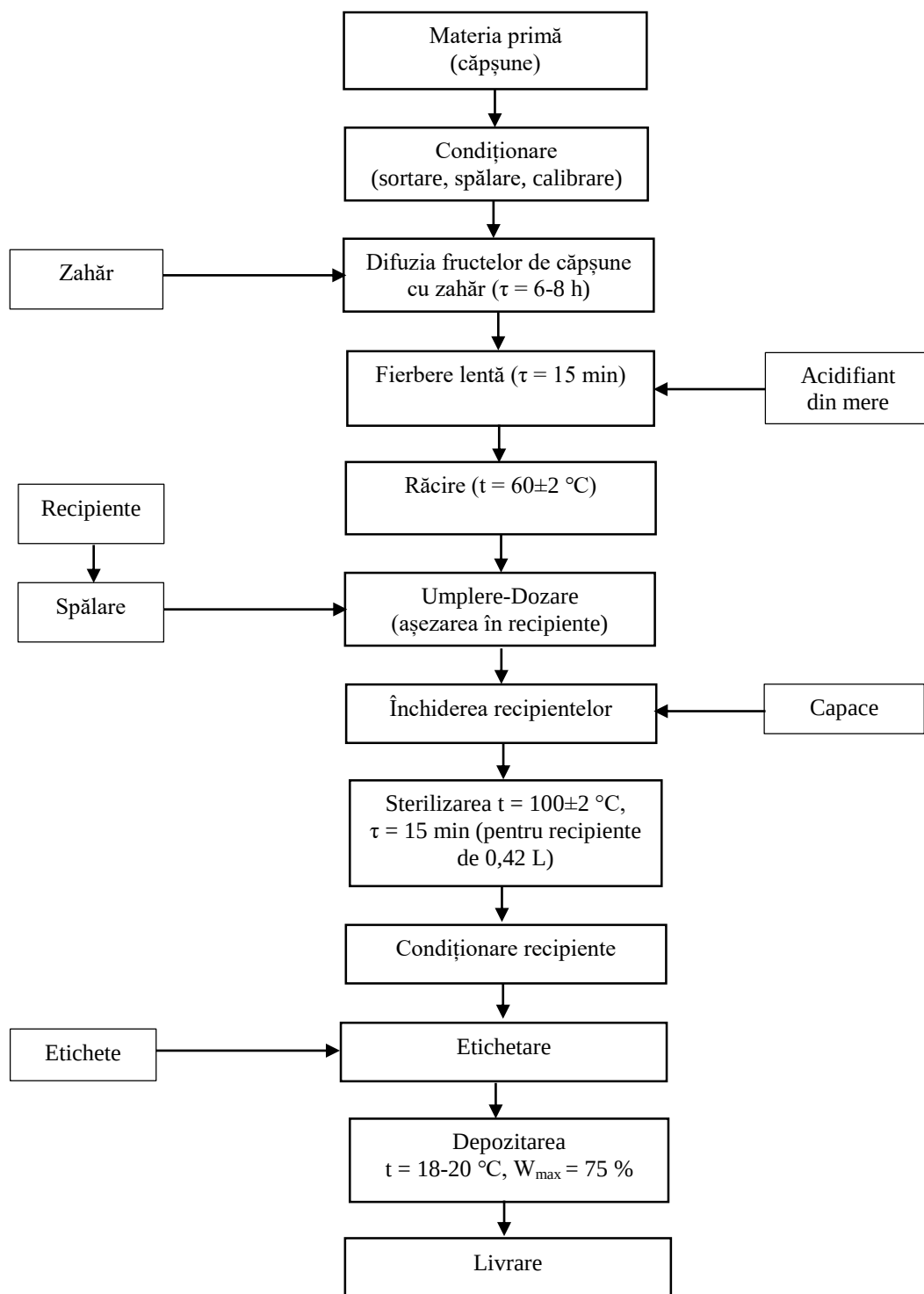


Fig. A 2.4. Schema tehnologică de obținere a căpșunelor conservate cu utilizarea acidifiantului din mere



Fig. A 3.1. Brevet de invenție nr. 1286, din 2018.03.27



Fig. A3.2. Brevet de invenție nr. 4757, din 2020.06.15

Declarația privind asumarea răspunderii

Subsemnatul, CRUCIRESCU Diana, declar pe răspundere personală că materialele prezentate în teza de doctorat sunt rezultatul propriilor cercetări și realizări științifice. Conștientizez că, în caz contrar, urmează să suport consecințele în conformitate cu legislația în vigoare.

Numele, prenumele

CRUCIRESCU Diana

Semnătura

Data

Curriculum Vitae

INFORMAȚII PERSONALE



Cruciurescu Diana

Strada Onisifor Ghibu, 2/3, ap. 4, Chișinău, Republica Moldova, MD - 2071

+373 22 51 58 58 +373 60 93 34 45

dcruciurescu@mail.ru

Sexul feminin | Data nașterii 22/08/1979 | Naționalitatea MDA

EXPERIENȚA PROFESIONALĂ

- 02.01.2017 – **Cercetător științific categoria 17**
până în prezent Laboratorul Verificarea Calității Produselor Alimentare
IP Institutul Științifico-Practic de Horticultură și Tehnologii Alimentare,
Chișinău, R. Moldova
- 01.12.2008 – **Cercetător științific categoria 16**
02.01.2017 Laboratorul Verificarea Calității Produselor Alimentare
IP Institutul Științifico-Practic de Horticultură și Tehnologii Alimentare,
Chișinău, R. Moldova
- 09.01.2008 – **Cercetător științific stagiar categoria 14**
01.12.2008 Laboratorul Verificarea Calității Produselor Alimentare
Institutul de Tehnologii Alimentare, Chișinău, R. Moldova

STUDII

- 01.11. 2018 – **Studii doctorale**
până în prezent Tehnologia produselor alimentare de origine vegetală.
Școala doctorală Universitatea Tehnică din Moldova, Chișinău, R.Moldova
- 01.09.97 – **Studii superioare integrale**
01.06.2003 Inginer licențiat cu profilul Tehnologia industriei alimentare
Tehnologia vinului și a produselor obținute prin fermentare
Universitatea Tehnică din Moldova, Chișinău, R. Moldova
- 01.09.97 – **Studii superioare integrale**
01.06.2002 Inginer licențiat cu profilul Tehnologia industriei alimentare
Tehnologia panificației
Universitatea Tehnică din Moldova, Chișinău, R. Moldova
- 01.09.1994 – **Studii superioare de scurtă durată**
25.02.1999 Inginer-tehnolog inferior cu profilul Tehnologie
Tehnologia vinificației și a produselor prin fermentare
Colegiul Național de Viticultură și Vinificație, Chișinău, R. Moldova

FORMARE

- febr 2022- **Bursa de Excelență a Federației Mondiale a Savanților**
martie 2023 Proiect "Use of apple acidifier in preserving fruit and vegetables"
- 23-24 mai **Curs de scriere academică**
2019 Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău
- 22-23 febr **Seminar științifico-practic**
2019 Francophone University Agency in Chisinau, "Recherche doctorale entre
changement et qualite"

- 01.09.97 – **Studii superioare integrale**
 01.06.2003 Inginer licențiat cu profilul Tehnologia industriei alimentare
 Tehnologia vinului și a produselor obținute prin fermentare
 Universitatea Tehnică din Moldova, Chișinău, R. Moldova
- 01.09.97 – **Studii superioare integrale**
 01.06.2002 Inginer licențiat cu profilul Tehnologia industriei alimentare
 Tehnologia panificației
 Universitatea Tehnică din Moldova, Chișinău, R. Moldova
- 01.09.1994 – **Studii superioare de scurtă durată**
 25.02.1999 Inginer-tehnolog inferior cu profilul Tehnologie
 Tehnologia vinificației și a produselor prin fermentare
 Colegiul Național de Viticultură și Vinificație, Chișinău, R. Moldova
- 01.09.1996 – **Cursuri teoretice și instruire practică**
 30.09.1996 Laborant-chimist, Colegiul Național de Viticultură și Vinificație, Chișinău, R. Moldova

Participare la proiecte științifice naționale și internaționale

1. Proiect de cercetare instituțională 15.817.05.03A Dezvoltarea tehnologiilor de procesare a materiei prime agroalimentare indigene în asigurarea calității și siguranței alimentelor (2015-2019).
2. Proiect de cercetare în cadrul proiectului "Crearea tehnologiilor de procesare a materiei prime agroalimentare de origine vegetală și animal pentru obținerea produselor alimentare de generație nouă" (2020).
3. Proiect de cercetare instituțională 06.407.004A "Tehnologii avansate de prelucrare a materiei prime agricole și a produselor de zootehnie" (2008-2012).

Participări la manifestări științifice (naționale și internaționale)

1. Conferința științifică internațională „Perspectivele și Problemele Integrării în Spațiul European al Cercetării și Educației”, Ediția a VIII-a, Cahul, 15 martie 2022;
2. International conference EEC „Ecological & Environmental Chemistry”, 7th ed, UTM, Chișinău, March 3-4, 2022;
3. Conferințele internaționale ale Studenților, Masteranzilor și Doctoranzilor, UTM, Chișinău, (2019, 2020, 2021, 2022);
4. IV Всероссийская научно-практическая конференция «Технологии переработки отходов с получением новой продукции», Вятский государственный университет, Киров, Россия, 30 ноября 2022 г.;
5. International conference CASEE „Sustainable agriculture in the context of climate change and digitalization”, 12th ed, State Agrarian University of Moldova, Chișinău, June 22-24, 2022;
6. Simpozionul Științific Internațional „Sectorul agroalimentar – realizări și perspective”, Universitatea Agrară de Stat din Moldova, Chișinău, 19-20 noiembrie 2021;
7. International Euro-Aliment Symposium „Food connects people and shares science in a resilient world”, 10th ed, Dunărea de Jos University of Galați, România, October 7-8, 2021;
8. Conferința Științifico-Practică Națională „Inovația: factor al dezvoltării social-economice”, Ediția a V-a, Cahul, 17 decembrie 2020.
9. International Conference „Modern Technologies in the Food Industry”, MTFI-2018, TUM, Chisinau, October 18-20, 2018.

Date statistice privind lucrările publicate

Articole în reviste (cotate Web of Science și Scopus, B⁺) - 3, materiale ale comunicărilor științifice - 10, brevete de invenții – 2.

PREMII ȘI DISTINCȚII

1. **Excellence grant of the World Federation of Scientists** for the research project "Use of apple acidifier in preserving fruit and vegetables", 2022-2023.
2. **Government grant of excellence** in 2021-2022 for PhD studies and achievements.
3. **Diplomă de onoare** a fost decernată: **Crucirescu D.** Pentru: Argumentarea necesității producerii acidifiantului din mere și obținerea acestuia. *Conferința Tehnico-Științifică a Studenților, Masteranzilor și Doctoranzilor*, UTM, 23-25 martie 2021.
4. **Diploma of participation** awarded to **Crucirescu D.** for participation at the *International Scientific Symposium „Agriculture and Food Industry – Achievements and Perspectives”*, SAUM, 19-20 November 2021.
5. **Diplomă de participare** se acordă **Crucirescu D.** pentru participarea în cadrul *Conferinței Științifico-Practice Naționale "Inovația: factor al dezvoltării social-economice"*, Ediția V-a, Cahul, 17 decembrie 2020
6. **Medalia de aur** și **Diplomă** au fost acordate: Golubi R., Iorga E., Bucarciuc V., Arnăut S., **Crucirescu D.** Pentru: Procedeu de obținere a acidifiantului din mere. *Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT 2019*, ediția XVI-a, 20-23 noiembrie 2019.
7. **Medalia de aur** și **Diplomă** au fost acordate: Golubi R., Iorga E., Bucarciuc V., Arnăut S., **Crucirescu D.** Pentru: Procedeu de obținere a acidifiantului din mere. MD 1286 Z din 2019.05.31 *Expoziției Internaționale Specializate INFOINVENT 2019*, ediția XVI-a, 20-23 noiembrie 2019.
8. **Diplomă de participare** a fost decernată: Golubi R., Iorga E., Bucarciuc V., Arnăut S., **Crucirescu D.** Pentru: Procedeu de obținere a acidifiantului din mere. *Alimente - Băuturi - Cosmetice - Materiale igienice – Medicamente, Salonul Inovării și Cercetării UGAL INVENT-2019*, Universitatea "Dunăria de Jos" Galați, Ediția a IV-a, 16-18 octombrie 2019.
9. **Diplomă gradul III** a fost decernată: **Crucirescu D.** Pentru: Fructele de mere în faza timpurie de coacere – materie primă pentru obținerea acidifiantului natural. *Conferința Tehnico-Științifică a Studenților, Masteranzilor și Doctoranzilor*, UTM, 26-29 martie 2019.
10. **Medalia de argint** și **Diplomă** au fost acordate: Golubi R., Iorga E., Bucarciuc V., Arnăut S., **Crucirescu D.** Pentru: Process for apple acidifier obtaining (Procedeu de obținere a acidifiantului din mere). Cerere de brevet cu Nr. depozit s 2018 0026, data depunerii cererii 27.03.2018. *European Exhibition of creativity and Innovation EuroInvent 2018*, Ediția a X-a, Iași, România, 17-19 mai 2018.
11. **Medalia de aur** și **Diplomă** Inventica 2018 au fost acordate: Golubi R., Iorga E., Bucarciuc V., Arnăut S., **Crucirescu D.** Pentru: Process for apple acidifier obtaining (Procedeu de obținere a acidifiantului din mere). MD 1286 Z din 2019.05.31. *The XXII-th International Exhibition of Reseach, Innovation and Tehnological Transfer "INVENTICA 2018"* Iași, România, 27-29 iunie 2018.
12. **Special Award** is awarded to: Golubi R., Iorga E., Bucarciuc V., Arnăut S., **Crucirescu D.** For: Process for apple acidifier obtaining (Procedeu de obținere a acidifiantului din mere). MD 1286 Z din 2019.05.31. *The XXII-th International Exhibition of Reseach, Innovation and Tehnological Transfer "INVENTICA 2018"* Iași, România, 27-29 iunie 2018.
13. **Diplomă de participare** a fost decernată: Golubi R., Iorga E., Bucarciuc V., Arnăut S., **Crucirescu D.**, Fiodorov S. For: Natural acidifier produced from apples in the early ripening

phase. In: Technical University of Moldova. *Proceedings of the International Conference Modern Technologies in the Food Industry-2018* Chisinau, 18-20 octombrie 2018.

14. **Diplomă gradul I** a fost decernată studentei: Șterban Diana (**Crucirescu Diana**) gr. TP-971 FTMIA *Cel mai bun student al anului 2000/2001*. Chișinău, 27 noiembrie 2001.

COMPETENȚE PERSONALE

Limba maternă Limba română

Alte limbi străine
cunoscute

Limba engleză

Limba rusă

ÎNȚELEGERE		VORBIRE		SCRIERE
Ascultare	Citire	Participare la conversație	Discurs oral	
A2 - Utilizator elementar	B1 - Utilizator independent	A2 – utilizator elementar	A2 - Utilizator elementar	A2 - Utilizator elementar
B2 - Utilizator independent	B2 - Utilizator independent	B2 - Utilizator independent	B2 - Utilizator independent	B2 - Utilizator independent

Competență digitală

AUTOEVALUARE				
Procesarea informației	Comunicare	Creare de conținut	Securitate	Rezolvarea de probleme
Utilizator independent	Utilizator independent	Utilizator independent	Utilizator independent	Utilizator independent
▪ o bună stăpânire a instrumentelor Microsoft Office™ (Word™, Excel™ și PowerPoint™)				

Date de contact de serviciu (adresă, telefon, e-mail)

Instituția Publică „Institutul Științifico-Practic de Horticultură și Tehnologii Alimentare”, str. Vierului, 59, MD-2011, or. Codru, mun. Chișinău, Republica Moldova
Tel.: +373 22 28 50 13, cancelaria@isphta.maia.gov.md, dcrucirescu@mail.ru