

STUDIU PRIVIND PROPRIETĂȚILE FIZICO-CHIMICE ALE UNOR SOIURI DE MĂR CU PROVENIENȚE DIFERITE, CU POSIBIL IMPACT ASUPRA SĂNĂTĂȚII ORGANISMULUI UMAN

Conducător Științific: PROF. UNIV. DR. IORDĂNESCU OLIMPIA ALINA

Doctorand: Ing. IUGA ALINA CARMEN

Cuvinte cheie: *Malus domestica* Borkh., soiuri, calitate fructe, însușiri fizice, compoziție chimică, macroelemente, microelemente, antioxidanți.

Teza de doctorat intitulată "*Studiu privind proprietățile fizico-chimice ale unor soiuri de măr cu proveniențe diferite cu posibil impact asupra sănătății organismului uman*" este structurată pe două părți principale: Partea I. Stadiul actual al cunoașterii și Partea a II- a. Cercetări proprii, urmate de concluziile generale și elementele de originalitate.

Cele două părți principale ale tezei cuprind patru capitole:

- Capitolul 1. STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRILOR PRIVIND CALITATEA FRUCTELOR LA SOIURILE DE MĂR CU PROVENIENȚE DIFERITE;
- Capitolul 2. CARACTERIZAREA FIZICĂ A FRUCTELOR LA SOIURILE DE MĂR CU PROVENIENȚE DIFERITE;
- Capitolul 3. COMPOZIȚIA CHIMICĂ A FRUCTELOR SOIURILOR DE MĂR CU PROVENIENȚE DIFERITE
- Capitolul 4. ACTIVITATEA ANTIOXIDANTĂ ȘI CINETICA DE REACȚIE A COMPUȘILOR ANTIOXIDANȚI DIN SOIURILE DE MĂR CU PROVENIENȚE DIFERITE.

Lucrarea cuprinde un număr de 76 de tabele, 60 de figuri și 119 referințe bibliografice.

Motivația alegerii temei: Teza de doctorat intitulată "*Studiu privind proprietățile fizico-chimice ale unor soiuri de măr cu proveniențe diferite cu posibil impact asupra sănătății organismului uman*" a pornit din dorința de a ști cât mai multe despre fructele pe care le consumăm, încercând să răspundem la întrebarea dacă fructele consumate din gospodăriile cetățenilor sunt mai sănătoase, sau mai "curate" comparativ cu cele procurate din piețe sau supermarketuri.

În zilele noastre alimentația reprezintă factorul cel mai important pentru a avea și menține sănătatea la nivel înalt. Deoarece tot mai mult în zilele de azi se aud zvonuri cum că merele tratate nu sunt sănătoase, în lucrarea de față, fără a avea pretenția neapărat de noutate și epuizarea subiectului, poate doar o redescoperire și o viziune proprie asupra regelui fructelor, am încercat să facem o comparație a merelor ce se regăsesc în gospodăriile oamenilor cu cele pe care le găsim în supermarketuri, în ceea ce privește analiza acestora și caracteristicile merelor precum: mărime, greutate, zaharuri, substanță uscată etc.

Lucrarea de față se vrea, poate, o apologie a consumului de mere, deoarece e atât de la îndemâna oricui sănătatea, care, ne place să spunem, începe în grădină.

Ca **obiectiv principal** al studiului, am ales să urmărim câteva dintre caracteristicile merelor soiurilor *Starkrimson*, *Florina* și *Golden Delicious*, luând în studiu, prin comparație, câteva fructe ce se regăsesc în gospodăriile oamenilor de la sat, merele din supermarketuri, dar și cele de la Ferma Didactică din Lugoj. Ne-am axat pe evidențierea

calitatății acestor mere, atât ca aspect exterior, dar și ca valoare nutrițională, analizele făcute merelor, fiind, putem spune, o dovadă a proprietăților mai mult sau mai puțin calitative a mărului din ziua de astăzi.

Studiile necesare realizării tezei de doctorat au avut loc în perioada vară - toamnă 2018 și vară - toamnă 2019, timp în care fructele la maturitatea de consum, au fost recoltate/procurate și analizate. Menționăm, că din păcate perioada Covid 19 a condus la întârzierea publicării acestei lucrări, totuși în perioada respectivă am reușit publicarea unei lucrări ISI Q1 și pregătirea materialului în scopul susținerii publice.

SINTEZA CAPITOLULUI 1. STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRILOR PRIVIND CALITATEA FRUCTELOR LA SOIURILE DE MĂR CU PROVENIENȚE DIFERITE

În acest capitol, parte al primei părți a tezei, au fost prezentate informații referitoare la sortimentul de măr, importanța alimentară, terapeutică și chimică a mărului, prezentându-se stadiul actual al acunoașterii stric pe obiectivele urmărite în teza de doctorat.

Mărul (Malus domestica Borkh) face parte din fam. *Rosaceae*, subfamilia *Pomoideae*. În zilele noastre, mărul se cultivă ca specie de bază în zona climatului temperat, în ambele emisfere, extinzându-se către nord, până la paralela 63 (Chira, Lenuța, Pașca I, 2008), mergând foarte bine în zona pădurilor de foioase.

Dintre cele peste 10-12 mii de soiuri existente de măr, în creștere fiind acest număr, paradoxal, atât pe plan mondial, cât și la noi în țară se cultivă doar câteva soiuri de circulație internațională: Golden Delicious și mutantele sale, Red delicious și mutantele sale, Frumusețea Romei, Belle de Boskoop, Jonathan, Cox Orange Pepin, Mc Intosh, Granny Smith, Reinette de Canada, Gravenstein, Spartan, Morgenduft, Fuji, Mutsu, Braeburn, Elstar etc.

Bogăția mare de soiuri este consecința interesului deosebit față de acest fruct, dar și marea sa plasticitate ecologică. Diversificarea sortimentului de mere și creșterea calității fructelor mereu a fost un principal obiectiv în cercetarea românească. S-a insistat pe rezultatele de producție obținute în stațiunile de cercetare care prin aplicarea tehnologiilor corecte au scos în evidență potențialul productiv al soiurilor introduse și zonate.

În ceea ce privește calitățile organoleptice ale merelor, se spune că acestea sunt plasate pe locul IV, după struguri, portocale și piersici, alții plasându-le pe locul III, înaintea piersicilor (Iordănescu, Olimpia, Alina, Micu, Roxana, Elena, 2011). Drăgănescu Emil, însă, pune merele chiar pe locul al II-lea, după strugurii de masă (Drăgănescu, E., 2006).

Ca și compoziție chimică merele conțin: apă (microbiologic pură), glucide, acizi organici, vitamine (A, B2, B1, C etc), fibre alimentare (pectina), proteine, taninuri, macro- și microelemente (fier, calciu, magneziu, sulf, seleniu, fosfor etc.).

Totodată valoarea merelor e dată de faptul că acestea conțin fitonutrienți (sunt șase esențiali: carotenoizii, flavonoidele, acidul elagic, resveratrolul, glucoziolații, fitoestrogenii), dar și de pH-ul acestor fructe.

Fructoza conținută de mere este transformată în energie după consumarea acestora, prin urmare un măr nu este doar o „bombă” de vitamine, ci și o sursă de energie. În funcție de soiuri, de durata de coacere, de poziția și expunerea fructelor în coroană, de timpul de recoltare și depozitare, atât conținutul de fructoză, dar și cel de vitamine variază, fructoza fiind undeva între 55 și 75% (Schulte, Katja, 2023).

Organismul uman are o valoare optimă a pH-ului sângelui cuprinsă între 7.35 și 7.45, iar valorile care nu se regăsesc aici pot cauza dezechilibre și implicit probleme de sănătate. Cu toate acestea, valorile pH-ului corpului nostru

se pot regla prin consumarea de alimente acide sau alcaline, ajutându-l să rămână în valorile optime, deoarece se știe că în cazul bolilor, corpul are puterea de vindecare mai mare dacă valorile pH-ului sunt mai alcaline.

Conform Mureșan și colab. (2015), aciditatea scade în timpul dezvoltării fructelor, valorile variind în acest experiment între 1.60% și 0.51% la soiul Ionathan, între 0.91% și 0.25% la soiul Golden Delicious și între 0.80% și 0.24% la soiul Starkrimson.

În măr, polifenolii se regăsesc în coaja acestora, sau chiar sub aceasta, în imediata ei apropiere. De altfel, în urma analizelor compușilor fenolici din coajă și pulpă, s-a constatat că acolo unde există conținut mare de compuși fenolici în coajă, vor exista în același timp concentrații mari și în pulpă, dar și invers (Veberic, R., Stampar, F., 2005).

SINTEZA CAPITOLULUI 2. CARACTERIZAREA FIZICĂ A FRUCTELOR LA SOIURILE DE MĂR CU PROVENIENȚE DIFERITE

Acest captiol face parte din partea a doua a tezei de doctorat, *Cercetări proprii*, și cuprinde prezentarea materialului biologic utilizat, metodele folosite pentru determinarea calității fructelor, precum și rezultatele obținute în urma cercetărilor efectuate.

Scopul cercetării a fost studierea, caracterizarea și compararea materialului biologic reprezentat de soiuri de măr regăsite atât în curțile și grădinile oamenilor simpli de la țară, cât și pe rafturile unor supermarketuri, fie de la țară, fie de la oraș, dar și soiuri de mere provenite din Ferma didactică de la Lugoj.

Obiectivele acestui capitol au fost:

- Determinarea caracteristicilor externe ale fructelor (diametrul și înălțimea fructelor, masa fructului, aspectul fructului)
- Determinarea caracteristicilor interne ale fructelor (culoarea și fermitatea pulpei, aprecierea gustativă)
- Stabilirea duratei de păstrare a fructelor în condiții naturale

Caracterizarea morfologică a fructelor a presupus determinarea aspectelor exterioare ale fructului: formă, mărime (diametrul mare, diametrul mic, înălțimea fructului), culoarea și aspectul pielii și determinarea caracteristicilor interne ale fructului apreciate vizual (culoarea și aspectul pulpei, consistența miezului) și prin degustare (gustul, aroma și consistența miezului). Elementele măsurabile au fost determinate cu ajutorul șublerului electronic în conformitate cu protocoalele caracteristice literaturii de specialitate (Cosmulescu și Baci, 2003 ; Mitre V., 2008), în timp ce culoarea pielii și a pulpei, forma fructului și a pedunculului au fost determinate vizual și descrise conform ghidului descriptiv ECPGR (Lateur, M. și col., 2022).

Rezultate privind mărimea și masa fructelor soiurilor de măr cu proveniențe diferite în cei doi ani de experimentare

La soiul *Starkrimson*, merele provenite din locațiile Șiria 3, 4 și 5 au obținut fructe mai mari decât cele provenite din supermarket sau chiar din Ferma Lugoj, acolo unde s-a aplicat tehnologia de cultură standard pentru plantațiile comerciale. Din punct de vedere al stabilității masei fructului în cei doi ani de experimentare, fructele soiului *Starkrimson* provenite din locația Șiria 4 au înregistrat o masă constantă și relativ bună (190.0 g), urmând cele provenite din Supermarket (148.65 g) și din Ferma Lugoj (145.16 g). Fructele din locațiile Șiria 3 și Șiria 5 au oscilat în privința masei acestora, deși în medie masa acestora a avut valori peste media experienței (170.98 g și 177.56 g).

La soiul *Florina*, cea mai mare stabilitate la indicatorul mărimea fructelor s-a observat la cele provenite din Ferma Lugoj (6.9 cm), urmate de cele provenite din locația Șiria 3 (6.4 cm) și cele din locația Șiria 4 (6.34 cm). Din

punct de vedere al stabilității masei fructului în cei doi ani de experimentare, fructele soiului Florina provenite din locațiile Șiria 4 (155.33 g) și Șiria 3 (151.18 g) au înregistrat o masă constantă dar relativ redusă, în timp ce fructele provenite din Supermarket (160.82 g) și din Ferma Lugoj (160 g) au avut o masă bună și au oscilat destul de puțin în cei doi ani de experimentare.

În ceea ce privește mărimea fructelor soiului *Golden Delicious* s-au remarcat cele provenite din Ferma Lugoj (6.66 cm), deși a existat o oarecare variație a parametrului, în anul 2019 de aici raportându-se fructele cu o valoare care a depășit media experienței (7.12 cm). Masa fructelor soiului Golden Delicious a avut oscilații destul de mari atât între locațiile de proveniență, cât și între cei doi ani de experimentare, cea mai mare valoare înregistrându-se la fructele procurate din Supermarket. Stabilitatea cea mai mare a indicatorului s-a înregistrat la fructele provenite din Supermarket, care au avut și cea mai ridicată valoare a greutateii (180.49 g) și la cele provenite din locația Șiria 4 (160.63 g).

Referitor la *aspectul exterior al fructelor* soiurilor de măr cu proveniențe diferite, putem afirma că la toate cele trei soiuri de măr studiate, aspectul comercial cel mai plăcut s-a observat în cazul fructelor procurate din Supermarket, dar în cazul soiurilor *Starkrimson* și *Florina*, și fructele provenite din Ferma Lugoj și din locația Șiria 5 au avut un aspect comercial plăcut putând astfel concura într-o oarecare măsură fructele regăsite în magazine și supermarketuri. Din păcate, în cazul soiului *Golden Delicious* fructele din locațiile studiate nu s-au ridicat la nivelul celor procurate din supermarket, nici în ceea ce privește culoarea fructului, nici în cea a aspectului comercial.

Privind *caracteristicile interne ale fructelor*, rezultatele noastre ar putea fi sintetizate astfel: referitor la gust, rezultatele au fost destul de interesante la soiul *Starkrimson*, în sensul, că fructele provenite din locațiile Șiria 4 și Ferma Lugoj au dezvoltat aromă de pepene galben, cele din locația Șiria 1 de pepene alb, celelalte, inclusiv cele din supermarket având doar aroma caracteristică soiului, lucru ce denotă o influență pozitivă a agrofondului și mai puțin a tehnologiei de cultură. În cazul celorlalte două soiuri, fructele au dezvoltat gustul caracteristic soiului iar aroma a fost influențată parțial de agrofond (fructele din Ferma Lugoj dezvoltând o aromă mai intensă).

În ceea ce privește *durata de păstrare a fructelor* în condiții naturale, putem afirma că în cazul fructelor soiului *Starkrimson*, durata de păstrare a fructelor în condiții naturale a fost cuprinsă între 4 săptămâni în cazul celor provenite din locația Șiria 1 și 18 săptămâni în cazul celor procurate din supermarket; în cazul fructelor soiului *Florina*, durata de păstrare a variat între 4 săptămâni în cazul celor provenite din locația Șiria 1 și 14 săptămâni în cazul celor procurate din supermarket, în timp ce fructele soiului *Golden Delicious* au avut o durată de păstrare în condiții naturale care a variat între 6 săptămâni în cazul merelor provenite din locația Șiria 1 și 16 săptămâni în cazul celor provenite din supermarket. De asemenea, fructele provenite din Ferma Lugoj și din locația Șiria 5 au avut o durată de păstrare bună de 12 săptămâni, cu doar o lună mai puțin decât fructele obținute prin tehnologie de cultură dirijată.

SINTEZA CAPITOLULUI 3. COMPOZIȚIA CHIMICĂ A FRUCTELOR SOIURILOR DE MĂR CU PROVENIENȚE DIFERITE

În Capitolul 3 s-a urmărit evaluarea calității fructelor pe baza însușirilor chimice.

Scopul cercetării a fost determinarea principalilor compuși chimici ai merelor prelevate din locații diferite, respectiv din curțile producătorilor locali din localitatea Șiria, supermarketuri și Ferma Lugoj pentru a vedea dacă compoziția chimică a fructelor produse în sistem gospodăresc poate compensa eventualele deficiențe de aspect sau mărime a fructelor care sunt de multe ori întâlnite în cazul aplicării unei agrotehnici mai sumare.

Obiectivele acestui capitol au fost:

- Determinarea conținutului de umiditate
- Determinarea conținutului în substanța uscată (zaharuri solubile)
- Determinarea pH-ului fructelor
- Determinarea principalelor macroelemente și microelemente din fructe.

Determinările și analizele chimice complexe au fost realizate în cadrul Platformei de Cercetare a USVT și în Laboratorul disciplinei de Pomicultură și au vizat următoarele aspecte: Determinarea umidității fructelor; Determinarea conținutului în substanță uscată refractometrică (SU%Bx); Determinarea pH-ului; Determinarea conținutului în macro și micro-minerale. Datele obținute pentru caracterizarea chimică au fost prelucrate și interpretate statistic folosind diferențele cele mai puțin semnificative (LSD) la o probabilitate de 0,05. Datele chimice sunt prezentate ca valori medii SD și au fost analizate folosind testul t. Valorile $p < 0,05$ au fost considerate semnificative statistic. Analiza componentelor principale (PCA) a fost aplicată la valorile FAME și metoda de grupare a lui Ward a fost efectuată folosind distanța euclidiană, conform Statistics 10.0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, SUA).

Rezultate privind umiditatea, conținutul în zaharuri și pH-ul fructelor soiurilor studiate în funcție de proveniența acestora (media experienței)

Referitor la *umiditatea fructului*, este interesant faptul, că fructele provenite din gospodăriile oamenilor din localitatea Șiria, județul Arad au acumulat cel mai mare conținut în umiditate ca valoare medie la soiurile *Florina* și *Golden Delicious*. Pentru *Starkrimson*, fructele provenite din zona Șiria au acumulat o valoare medie a umidității de 83.15%, cu un procent mai redusă decât la merele provenite din Ferma Lugoj (84.18%) și peste procentul merelor procurate din supermarket care a avut o valoare a umidității de 80.99%. Fructele soiului *Florina* provenite din cele cinci locații de experimentare au acumulat un conținut mediu de umiditate de 85.15%, fiind urmate de fructele obținute în Ferma Lugoj 83.21% și în final de fructele din supermarket 80.99%. Fructele soiului *Golden Delicious* provenite din zona Șiria au acumulat o umiditate de 84.28%, fiind urmate de cele obținute în Ferma Lugoj (82.18%) și apoi de cele procurate din supermarket (80.67%).

Una dintre explicațiile acumulării unei cantități mai mari de umiditate în fruct în zona Șiria ar fi legată de factorii climatici (zonă cu un regim de precipitații mai ridicat) dat și de faptul că pomii de unde au fost procurate fructele sunt mai viguroși, cu un potențial mai ridicat de valorificare a apei freatică din sol.

Ca și o concluzie finală privind acumularea *zaharurilor solubile în fruct*, putem afirma că fructele procurate de la Ferma Lugoj și din supermarket au acumulat cantități mai mari comparativ cu media experienței din cele cinci locații ale zonei Șiria Arad. Astfel, media zaharurilor acumulate de fructele soiului *Starkrimson* în locația Șiria a fost de 14.59%Brix, față de 16.65%Brix (Ferma Lugoj) și 15.95%Brix (Supermarket); pentru fructele soiului *Florina*, valoarea medie a zaharurilor solubile din fructele locației Șiria a fost de 12.95%Brix, față de 15.05%Brix (Lugoj) și 14.416.2%Brix (Supermarket), în timp ce în cazul soiului *Golden Delicious*, zaharurile solubile acumulate în fructele provenite din zona Șiria au avut o valoare medie de 14.33%Brix, comparative cu 16.2%Brix la Lugoj și 15.25%Brix la cele din supermarket.

În cazul acestui parametru, acumularea zaharurilor în cantități mai ridicate în fructele produse cu respectarea verigilor din tehnologia de cultură se datorează măsurilor tehnice aplicate (tăieri corespunzătoare, tratamente fitosanitare etc.).

Privind *aciditatea fuctelor*, ca valoare medie a experienței, putem afirma că la soiul *Starkrimson* valoarea pentru locația Șiria Arad a fost de 5.62, față de 5.89 (Lugoj) și 5.19 (Supermarket); la soiul *Florina* a fost de 5.27, față de 5.42 (Lugoj) și 5.23 (Supermarket), în timp ce la soiul *Golden Delicious* aciditatea medie a fructelor provenite din locația Șiria a fost 5.39, comparativ cu 5.4 (Lugoj) și 5.33 (Supermarket).

În cazul pH-ului, valorile cele mai ridicate s-au înregistrat în merele provenite de la Ferma Lugoj iar cele mai reduse în cazul celor provenite din supermarket.

Chiar dacă nu s-a calculat raportul zaharuri/aciditate, rezultatele obținute de noi confirmă o acumulare echilibrată a celor doi indicatori de gust în fructele procurate de la Ferma Lugoj, în cele provenite din locațiile Șiria 2 și Șiria 4 și mai puțin în cazul celor provenite din supermarket, care deși au avut un conținut destul de ridicat de zaharuri solubile, au avut o aciditate mică.

Rezultate privind conținutul în macro și microelemente al fructelor soiurilor studiate în funcție de proveniența acestora

Conținutul de Ca (ppm) determinat ca medie a experienței în fructele celor 3 soiuri analizate, a au avut cele mai ridicate valori în fructele din soiul *Golden Delicious* (764 ppm), recoltate din punctul Șiria 2, respectiv *Florina* (726 ppm), recoltate din punctul Șiria 3. Pe de altă parte, cel mai redus conținut de Ca (129 ppm) a fost determinat în fructele din soiul *Golden Delicious*, procurate din supermarket.

Referitor la conținutul de magneziu, cele mai ridicate valori au fost determinate în merele din soiul *Florina*, recoltate în punctele Șiria 1 (406 ppm), Șiria 3 (396 ppm) și provenite din Supermarket (407 ppm). În general, cel mai ridicat conținut de Mg a fost determinat în fructele din soiul *Florina*, iar cel mai redus, în fructele din soiul *Golden Delicious*.

Conținutul de potasiu determinat în merele recoltate din cele 3 soiuri analizate variază în limite largi, fiind cuprinse în intervalul 262 – 1963 ppm. Dintre cele 3 soiuri, cele mai ridicate valori au fost determinate în merele din soiul *Florina*, cu cea mai ridicată valoare de 1963 ppm determinată la probele din Supermarket. O valoare ridicată (1833 ppm) a fost determinată și la merele din soiul *Starkrimson*, recoltate din punctul Șiria 4.

Conținutul de fosfor a fost cuprins între 136–708 ppm. Cele mai ridicate valori au fost determinate în punctele de recoltare Șiria 1 - pentru soiul *Starkrimson* (626 ppm), Șiria 2 – pentru soiurile *Florina* (589 ppm) și *Golden Delicious* (585 ppm), respectiv Șiria 3 – pentru soiul *Florina* (708 ppm). Cea mai redusă valoare, de 136 ppm, a fost determinată la soiul *Starkrimson*, în probele recoltate de la Ferma Lugoj.

Din punctul de vedere al conținutului în cupru, s-a constatat că valoarea cea mai ridicată, de 3.574 ppm Cu a fost determinată în probele provenite din soiul *Florina*, recoltate din punctul Șiria 3. Și cele mai scăzute valori au fost determinate tot la soiul *Florina*, în probele provenite din Supermarket, respectiv Ferma Lugoj (0.430 ppm).

Conținutul în cadmiu determinat în probele recoltate din cele 3 soiuri analizate, are cea mai mare valoare în merele din soiul *Florina* provenite din Supermarket (0.0675 ppm). Alte valori notabile au fost determinate în probele recoltate din soiul *Golden Delicious* procurate din supermarket, respectiv Ferma Lugoj (0.0445 ppm).

Conținutul de Ni determinat în probele de măr analizate este situat în intervalul 0.129–0.473 ppm. Cele mai ridicate valori au fost determinate în fructele recoltate din soiul *Golden Delicious* din locațiile Șiria 4 (0.473 ppm), respectiv Ferma Lugoj (0.455 ppm), respectiv probele recoltate din soiul *Starkrimson*, din locația Șiria 4 (0.422 ppm).

Conținutul în Zn determinat în probele analizate este situat în intervalul 0.905– 6.389 ppm, cele mai importante valori fiind înregistrate în punctele de recoltare Șiria 5, la soiurile *Golden Delicious* (6.389 ppm Zn), respectiv Starkrimson (6.086 ppm Zn). Comparând valorile determinate la cele 3 soiuri, se observă că probele recoltate din soiul *Florina* au cel mai redus conținut în Zn.

Conținutul în Fe al probelor recoltate este cuprins în intervalul 3.009–12.199 ppm. Cele mai ridicate valori au fost determinate în probele recoltate din soiul *Florina* din locația Șiria 4 (12.199 ppm), respectiv *Golden Delicious* din locația Șiria 2 (9.103 ppm).

Analizând valorile conținutului în Mn determinate în probele de fructe recoltate din cele 3 soiuri s-a constatat că acesta este încadrat între 0.408– 3.816 ppm. Analizând soiurile între ele, se observă că soiul *Florina* are cel mai ridicat conținut în Mn în toate punctele de recoltare, iar probele recoltate din punctul Șiria 4 are cel mai ridicat conținut în Mn (3.816 ppm). Cea mai scăzută valoare a fost determinată la soiul *Starkrimson*, provenit din punctul de recoltare Șiria 4 (0.408 ppm). În general, probele recoltate din soiul *Starkrimson* au avut cel mai scăzut conținut de Mn (excepție probele recoltate din punctul Șiria 1).

Cumulând cele mai sus afirmate, putem conchide că fructele provenite din zona Șiria au un conținut de macroelemente mai ridicat comparativ cu cele provenite din Supermarket și Ferma Lugoj (cu excepția potasiului și magneziului care au avut valori destul de bune și în fructele procurate din magazin). Contaminarea fructelor cu metale grele, în special cadmiu și plumb s-a remarcat mai ales în cazul fructelor soiului *Florina*, cu precădere a celor procurate din Supermarket, a celor provenite din locația Șiria 5 și mai puțin a celor de la Ferma Lugoj. Al doilea nivel de contaminare cu metale grele ca valoare medie s-a remarcat în fructele soiului *Starkrimson*, cele provenite din supermarket, cele din Ferma Lugoj și cele din locațiile Șiria 5 și Șiria 1 având un conținut mai ridicat comparativ cu celelalte iar în cazul soiului *Golden Delicious* metale grele în conținut ceva mai ridicat s-au regăsit în aceleași locații ca și în cazul soiului *Starkrimson*.

SINTEZA CAPITOLULUI 4. ACTIVITATEA ANTIOXIDANTĂ ȘI CINETICA DE REACȚIE A COMPUȘILOR ANTIOXIDANȚI DIN SOIURILE DE MĂR CU PROVENIENȚE DIFERITE

Scopul cercetării a fost determinarea activității antioxidante a merelor prelevate din locații diferite, respectiv din curțile producătorilor locali din localitatea Șiria, supermarketuri și Ferma Lugoj dar și din diversele părți ale fructului pentru a vedea dacă conținutul compușilor chimici cu activitate antioxidantă variază pe soi și pe component a fructului (pulpă versus pieliță).

Obiectivele acestui capitol au fost:

- Determinarea activității antioxidante a extractelor din coaja și miezul de mere la cele trei soiuri evaluată ca și capacitate de captare a radicalilor liberi
- Determinarea activității antioxidante a extractelor din coaja și miezul de mere la cele trei soiuri evaluată prin studiul cineticii de reacție a compușilor antioxidanți din extracte cu radicalul liber DPPH•

În cazul merelor soiului *Golden Delicious*, cele mai mari activități antioxidante s-au observat pentru probele din Șiria, pentru extractele din coajă valorile RSA la finalul analizelor fiind 96.65 (± 0.72) % și 95.25 (± 0.27) %. În general, activitatea antioxidantă a soiului *Golden Delicious* a fost cu 1-5 % mai mare pentru extractele din coajă, în comparație cu cele din miez, cu excepția probelor din supermarket, unde diferențele au fost mai mari.

La soiul *Florina*, probele din Lugoj au prezentat valori RSA la 1 minut de monitorizare spectrofotometrică de 89.1 (\pm 1.95) % pentru extractele din coajă de mere și doar 45.86 (\pm 2.17) % pentru extractele din miez, în timp ce la finalul analizei, valorile RSA au fost destul de apropiate: 93.47 (\pm 0.5) % și 90.85 (\pm 4.92) %. Același comportament a fost observat și pentru probele din Șiria. Valori mai mici au fost obținute atât pentru proba “c” de la Șiria 3, și mai ales pentru probele din supermarket, pentru care activitatea antioxidantă din miez a fost foarte mică (25.64 (\pm 3.05) %).

Activitatea antioxidantă pentru fructele soiului *Starkrimson* a avut o comportare similar cu cea a soiului *Florina* pentru probele provenite din locațiile de la Șiria; pentru probele din supermarket, activitățile antioxidante pentru extractele din coajă de mere Starkimson au fost duble în comparație cu cele pentru extractele din miez, pe tot parcursul monitorizării spectrofotometrice (48.37 (\pm 1.57) % și 26.05 (\pm 2.27) % la 1 minut de monitorizare, respectiv 90.39 (\pm 0.65) % și 44.89 (\pm 4.16) % la finalul monitorizării.

Activitatea antioxidantă maximă în cazul extractelor din coajă de mere *Golden Delicious*, *Florina* și *Starkimson*, cultivate în zona de vest a țării a fost cuprinsă, cu unele excepții, între 79.1-96.7 %, iar pentru cele din miez de 74.2-96.6 %, o activitate antioxidantă mai ridicată prezentând fructele procurate din locațiile de la Șiria.

Cinetica de reacție a radicalilor liberi pentru ultimul interval de timp a indicat existența efectului antioxidant important și după finalizarea analizei pentru cazul extractelor din miez de mere, valorile acestor viteze pentru soiurile *Golden delicious* și *Florina* din Lugoj, datorându-se cel mai probabil concentrației mai mari de epicatechină, procianidine B2 și C1 (conform datelor de literatură) care se găsesc în miezul merelor studiate.

Continuarea cercetărilor

Considerăm că cercetările legate de studiul comparativ al fructelor produse în sistem familial și în sistem conventional ar trebui să continue; deși promovăm fructele biologice trebuie să fim atenți la locația din care acestea provin, ne referim aici la analizele de sol sau alte analize de mediu care ar trebui realizate pentru a vedea dacă în zonele respective există surse de poluare; deci o cercetare complex plantă-sol se impune în continuare.

Contribuții proprii ale autorului:

Cercetările efectuate au implicat un studiu amănunțit asupra soiurilor *Starkrimson*, *Florina* și *Golden Delicious*, provenite din locații diferite – cinci puncte de colectare din zona Șiria, județul Arad, supermarketuri din Arad și Timișoara și Ferma Lugoj a USVT, axându-se pe trei direcții diferite: urmărirea aspectelor legate de proprietățile fizice ale fructelor, precum și a duratei de păstrare a acestora în condiții naturale; determinarea calității organo-leptice a fructelor, realizându-se analize fizico-chimice complexe care au vizat: conținutul în zaharuri solubile, aciditatea, compoziția fructelor în macro- și microelemente, și nu în ultimul rând determinarea activității antioxidante a fructelor, studii care au presupus o muncă de finețe, susținută și realizată împreună cu colectivul de chimiști de la Platforma de Cercetare a USVTimișoara.

Elementele de originalitate principale care pot fi atribuite acestei teze de doctorat sunt:

- Studiarea mai multor aspect ale fructelor soiurilor de măr *Starkrimson*, *Florina* și *Golden Delicious*, provenite din cinci locații diferite ale zonei Șiria, județul Arad, comparativ cu fructe procurate din supermarketuri din județele Arad și Timiș și cu fructi produse în cadrul Fermei Lugoj, fermă aparținătoare USV Timișoara, în care se desfășoară activitate de cercetare și producție pomicolă;
- Realizarea unor analize chimice complexe și complete asupra fructelor, care pun față în față fructele produse în sistem gospodăresc și cele în sistem conventional, și care prin prin rezultatele obținute permit alegerea acestora pentru

profilaxia și terapia unor maladii, dat fiind faptul că în ultima perioadă există tendința înlocuirii produselor de sinteză cu produse biologice.

STUDY ON THE PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF APPLE VARIETIES OF DIFFERENT ORIGINS WITH POSSIBLE IMPACT ON HUMAN HEALTH

Scientific coordinator: Professor IORDĂNESCU OLIMPIA ALINA, PhD

Doctoral candidate: Ing. IUGA ALINA CARMEN

Key words: *Malus domestica* Borkh., varieties, fruit quality, physical properties, chemical composition, macroelements, microelements, antioxidants.

The doctoral thesis entitled "*Study on the physical-chemical properties of apple varieties of different origins with possible impact the human health*" is structured in two main parts: Part I. Current state of knowledge and Part II. Personal research, followed by general conclusions and originality elements.

The two main parts of the thesis cover four chapters:

- Chapter 1. CURRENT STATE OF RESEARCH ON QUALITY OF THE FRUIT IN APPLE VARIETIES OF DIFFERENT ORIGINS;
- Chapter 2. PHYSICAL CHARACTERISTICS OF THE FRUIT IN APPLE VARIETIES OF DIFFERENT ORIGINS;
- Chapter 3. CHEMICAL PROPERTIES OF THE FRUIT IN APPLE VARIETIES OF DIFFERENT ORIGINS;
- Chapter 4. ANTIOXIDANT ACTIVITY AND REACTION KINETICS OF ANTIOXIDANT COMPOUNDS IN APPLE VARIETIES OF DIFFERENT ORIGINS.

The paper contains 76 tables, 60 figures and 119 bibliographic references.

Motivation of the choice of theme: The doctoral thesis entitled "*Study on the physical-chemical properties of apple varieties of different origins with possible impact the human health*" started from the desire to know as much as possible about the fruit we consume, trying to answer the question of whether the fruit consumed from people's households are healthier, or "cleaner" compared to those purchased from markets or supermarkets.

Nowadays nutrition is the most important factor to have and maintain good health. Since rumors are increasingly heard that treated apples are not healthy, in this paper, without necessarily claiming to bring novelty or exhaustion of the subject, perhaps just a rediscovery and a personal vision of the king of fruits, we tried to draw a comparison of apples found in people's households with those found in supermarkets, in terms of their analysis and characteristics of apples such as size, weight, sugars, dry matter, etc.

This paper aims, rather, to be an advocate of eating apples, because it is so within everyone's reach to be healthy, which, we like to say, starts in the garden.

As **main objective** of the study, we have chosen to observe some of the characteristics of varieties like *Starkrimson*, *Florina* and *Golden Delicious*, taking in study, by comparison, some fruits found in people's households in the village, apples from supermarkets, but also those from the Didactic Farm in Lugoj. We have focused on highlighting the quality of these apples, both in terms of external appearance, but also in terms of nutritional value, the analysis of the apples being, we can say, a proof of the more or less qualitative properties of today's apple.

The studies necessary to complete the doctoral thesis were conducted in the periods summer – autumn 2018 and summer – autumn 2019, when the ripe fruits were harvested/procured and analyzed. We would like to mention that, unfortunately, the Covid 19 period led to the delay in publishing this thesis. However, during that period we managed to publish one ISI Q1 paper and prepared the material for public presentation.

SUMMARY OF CHAPTER 1. CURRENT STATE OF RESEARCH ON QUALITY OF THE FRUIT IN APPLE VARIETIES OF DIFFERENT ORIGINS

In this chapter, part of the first part of the thesis, information has been presented on the variety of apple, the nutritional, therapeutic and chemical importance of apple, presenting the current state of knowledge strictly on the objectives pursued in the thesis.

The apple (Malus domestica Borkh) comes from the family *Rosaceae*, subfamily *Pomoidae*. Today, apples are grown as a basic species in temperate climate areas, in both hemispheres, extending to the 63rd parallel north (Chira, Lenuța, Pașca I, 2008), doing very well in the deciduous forest area.

From more than 10-12 thousand existing apple varieties, an increasing number, paradoxically, both worldwide and in our country, only a few international varieties are grown: Golden Delicious and its mutants, Red delicious and its mutants, Rome Beauty, Belle de Boskoop, Jonathan, Cox Orange Pepin, Mc Intosh, Granny Smith, Reinette de Canada, Gravenstein, Spartan, Morgenduft, Fuji, Mutsu, Braeburn, Elstar etc.

The great abundance of varieties is a consequence of the great interest in this fruit, but also of its great ecological plasticity. Diversifying the variety of apples and increasing the quality of the fruit has always been a main objective of Romanian research. Emphasis has been placed on the production results obtained in research stations which, by applying the correct technologies, have highlighted the productive potential of the varieties introduced and zoned.

Insofar as apples' organoleptic qualities are concerned, they are said to be ranked IVth after grapes, oranges and peaches, other ranking them IIIrd, before peaches (Iordănescu, Olimpia, Alina, Micu, Roxana, Elena, 2011). However, Drăgănescu Emil ranks apples IIInd, after table grapes (Drăgănescu, E., 2006).

As chemical composition apples contain: water (microbiologically pure), carbohydrates, organic acids, vitamins (A, B2, B1, C etc.), dietary fiber (pectin), proteins, tannins, macro- and microelements (iron, calcium, magnesium, sulfur, selenium, phosphorus, etc.).

Furthermore, the value of apples is given by the fact that they contain phytonutrients (there are six essential ones: carotenoids, flavonoids, ellagic acid, resveratrol, glycosylates, phytoestrogens), but also by the pH of these fruits.

The fructose contained in apples is converted into energy after they are eaten, so an apple is not just a vitamin "bomb" but also a source of energy. Depending on the variety, ripening time, position and exposure of the fruit in the crown, harvesting and storage time, both fructose and vitamin content vary, with fructose being somewhere between 55 and 75% (Schulte, Katja, 2023).

The human body has an optimal blood pH value between 7.35 and 7.45, and values outside this range can cause imbalances and health problems. However, our body's pH values can be adjusted by eating acidic or alkaline foods, helping it to stay within the optimal range, as it is known that the body has more healing power in the case of disease if the pH values are more alkaline.

According to Mureşan and collaborators (2015), acidity decreases during fruit development, with values in this experiment varying between 1.60% and 0.51% in Jonathan variety, between 0.91% and 0.25% in Golden Delicious variety and between 0.80% and 0.24% in Starkrimson variety.

In apples, polyphenols are found in the peel, or even under the peel in its immediate vicinity. Analyses of the phenolic compounds in the peel and pulp have shown that where there is a high content of phenolic compounds in the peel, there will also be high concentrations in the pulp, and vice versa (Veberic, R., Stampar, F., 2005).

SUMMARY OF CHAPTER 2. PHYSICAL CHARACTERISTICS OF THE FRUIT IN APPLE VARIETIES OF DIFFERENT ORIGINS

This chapter is part of the second part of the doctoral thesis, *Personal research*, and includes a presentation of the biological material used, the methods used to determine the quality of the fruit and the results of the research carried out.

The purpose of the research was to study, characterize and compare the biological material represented by apple varieties found both in the backyards and gardens of simple country people and on the shelves of supermarkets, either in the country or in the city, as well as apple varieties from the Lugoj Didactic Farm.

The objectives of this chapter were to:

- Determine the external characteristics of the fruits (fruit diameter and height, fruit mass, fruit appearance)
- Determine the internal characteristics of the fruit (color and firmness of the pulp, taste assessment)
- Establish the storage period of the fruits under natural conditions

The morphological characterization of the fruit involved the determination of the external aspects of the fruit: shape, size (large diameter, small diameter, fruit height), color and appearance of the skin and the determination of the internal characteristics of the fruit visually (color and appearance of the pulp, consistency of the core) and by tasting (taste, aroma and consistency of the core). The measurable elements were determined by means of a digital caliper in accordance with the protocols characteristic of the specialized literature (Cosmulescu and Baciu, 2003 ; Mitre V., 2008), while skin and pulp color, fruit and peduncle shape were visually determined and described according to the ECPGR descriptive guide (Lateur, M. and col., 2022).

Results on fruit size and mass of apple varieties of different origins in the two years of experimentation

With the *Starkrimson* variety, apples originating from the locations Şiria 3 ,4 and 5 obtained bigger fruits than those originating from the supermarket or even from the Lugoj Farm, where standard cultivation technology for commercial plantations has been applied. In terms of fruit mass stability during the two years of experimentation, Starkrimson fruits from the location Şiria 4 recorded a steady and relatively good mass (190.0 g), followed by those originating from the Supermarket (148.65 g) and from the Lugoj Farm (145.16 g). Fruits from the locations Şiria 3 and Şiria 5 oscillated in terms of their mass, although on average their mass was above the average of the experiment (170.98 g and 177.56 g).

With the *Florina* variety, the highest stability for the fruit size indicator was observed for fruit from Lugoj Farm (6.9 cm), followed by the ones from the location Şiria 3 (6.4 cm) and those from the location Şiria 4 (6.34 cm). In terms of fruit mass stability during the two years of experimentation, Florina variety of fruits from locations Şiria 4 (155.33 g) and Şiria 3 (151.18 g) have recorded a steady but relatively low mass, while fruit from Supermarket (160.82

g) and from Lugoј Farm (160 g) had a good mass and fluctuated relatively little during the two years of experimentation.

With regard to the size of the fruits from the *Golden Delicious* variety, those originating from Lugoј Farm stood out (6.66 cm), although there has been some variation in the parameter, with fruit reported here in 2019 with a value above the experimental average (7.12 cm). Mass of the Golden Delicious variety fluctuated quite widely both between locations of origin and between the two years of experimentation, with the highest value being recorded for fruit purchased from the Supermarket. The indicator was most stable for Supermarket fruit, which also had the highest weight value (180.49 g) and for those from the location Şiria 4 (160.63 g).

With regard to *the external appearance* of the fruit of apple varieties with different origins, we can state that for all three apple varieties studied, the most pleasing commercial appearance was observed in the case of fruit purchased from supermarkets, but in the case of *Starkrimson* and *Florina*, the fruit from the Lugoј Farm and from the Şiria 5 location also had a pleasing commercial appearance, thus being able to compete to some extent with fruit found in shops and supermarkets. Unfortunately, in the case of *Golden Delicious*, the fruits from the locations studied did not match the fruits from supermarkets, neither in terms of fruit color nor in terms of commercial appearance.

With regard to *internal characteristic of the fruits*, our results can be summarized as follows: related to taste, the results were fairly interesting with the *Starkrimson* variety, meaning that the fruits originating in the locations Şiria 4 and Lugoј Farm developed a flavour of melon, those from the location Şiria 1 of white melon, while the others, including those from the supermarket only had the flavor characteristic of the variety, which indicates a positive influence of the agrofoundation and less of the cultivation technology. In the case of the other two varieties, the fruits developed the characteristic taste of the variety and the flavor was partially influenced by the agrofoundation (the fruits from Lugoј Farm developed a more intense flavor).

With regard to *the storage period of the fruit* under natural conditions, we can state that for the *Starkrimson* variety, the storage period under natural conditions was between 4 weeks for fruit from the location Şiria 1 and 18 weeks for those bought at the supermarket; with the *Florina* variety, the storage period varied between 4 weeks for those from the location Şiria 1 and 14 weeks for those bought at the supermarket, while fruit from the *Golden Delicious* variety had a storage period under natural conditions which varied between 6 weeks in the case of apples from the location Şiria 1 and 16 weeks for those from the supermarket. Also, fruit from the Lugoј Farm and the Şiria 5 location had a good storage period of 12 weeks, just one month less than fruit from the controlled cultivation technology.

SUMMARY OF CHAPTER 3. CHEMICAL PROPERTIES OF THE FRUIT IN APPLE VARIETIES OF DIFFERENT ORIGINS

In Chapter 3 fruits were assessed based on their chemical characteristics.

The purpose of the research was to determine the main chemical compounds of apples taken from different locations, i.e. from the yards of local producers in Şiria, supermarkets and Lugoј Farm in order to determine whether the chemical compounds of fruits produced in the household can compensate for any shortcomings in the appearance or size of the fruit, which are often encountered in the application of a more basic agro-technique.

The objectives of this chapter were to:

- Determine moisture content
- Determine the dry matter content (soluble sugars)

- Determine pH of the fruits
- Determine the main macro- and micro-nutrients in fruit.

The determinations and complex chemical analyses were carried out in USVT Research Platform and in the Pomiculture Laboratory and focused on the following aspects: Determine moisture content of the fruit; Determination of refractometric dry matter content (SU%Bx); Determine pH; Determine the main macro- and micro-nutrients in fruit. Data obtained for the chemical characterization was statistically processed and interpreted using Least Significant Differences (LSD) at a probability of 0.05. Chemical data is presented as average SD values and was analyzed using t-test. p-values < 0.05 were considered statistically significant. Principal component analysis (PCA) was applied to the FAME values and Ward's clustering method was performed using Euclidean distance according to Statistics 10.0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, SUA).

Results related to moisture, sugar content and pH of the fruit varieties, studied depending on their origin (average of the experiment)

Related to *fruit moisture*, it is interesting to point out that fruit coming from people's households in Şiria, Arad County accumulated the highest average moisture content in varieties *Florina* and *Golden Delicious*. With *Starkrimson*, the fruit from Şiria area accumulated an average moisture of 83.15%, one percent lower than apples from Lugoş Farm (84.18%) and above the percentage of supermarket apples that had a moisture value of 80.99%. Fruits from the variety *Florina* from the five experimental sites accumulated an average moisture content of 85.15%, followed by fruits obtained at Lugoş Farm 83.21% and, finally, fruits from the supermarket 80.99%. Fruits from the variety *Golden Delicious* coming from Şiria area accumulated moisture of 84.28%, followed by the ones from Lugoş Farm (82.18%) and, finally, those from the supermarket (80.67%).

One of the explanations for the accumulation of a higher amount of moisture in the fruit in the Yria area would be related to climatic factors (area with a higher precipitation regime) and the fact that the trees from which the fruit was procured are more vigorous, with a higher potential for groundwater utilization.

As a final conclusion on the accumulation of soluble sugars in the fruit, we can state that fruit obtained from Lugoş Farm and from the supermarket accumulated higher quantities compared to the average experiment across the five locations from Şiria Arad. Thus, the average sugars accumulated by fruits from the variety *Starkrimson* in Şiria was 14.59%Brix, as opposed to 16.65%Brix (Lugoş Farm) and 15.95%Brix (Supermarket); with fruits from *Florina* variety, the average soluble sugars in fruit from Şiria was 12.95%Brix, as opposed to 15.05%Brix (Lugoş) and 14.416.2%Brix (Supermarket), while in the case of *Golden Delicious* variety, soluble sugars accumulated in fruit from Şiria area had an average of 14.33%Brix, compared to 16.2%Brix in Lugoş and 15.25%Brix for those from the supermarket.

In the case of this parameter, the higher accumulation of sugars in fruit produced in accordance with the cultivation technology is due to the technical measures applied (appropriate pruning, phytosanitary treatments, etc.).

With regard to *fruit acidity*, as an average of the experiment, we can say that with the *Starkrimson* variety, the value for the location Şiria Arad was 5.62, compared to 5.89 (Lugoş) and 5.19 (Supermarket); with *Florina* variety it was 5.27, compared to 5.42 (Lugoş) and 5.23 (Supermarket), while with *Golden Delicious* variety, the average acidity of fruit from the location Şiria was 5.39, compared to 5.4 (Lugoş) and 5.33 (Supermarket).

With regard to pH, the highest values were recorded for apples from Lugoș Farm and the lowest for apples from supermarkets.

Even if the sugar/acidity ratio was not calculated, our results confirm a balanced accumulation of the two taste indicators in the fruits purchased from Lugoș Farm, in those coming from the Șiria 2 and Șiria 4 locations and less in those coming from the supermarket, which, although they had a fairly high soluble sugar content, had a low acidity.

Results on the macro- and micronutrient content of fruits of the studied varieties according to their origin

The Ca content (ppm) determined as the average of the experiment in the fruits of the 3 varieties analyzed, had the highest values in the fruits of the variety *Golden Delicious* (764 ppm), harvested from the location Șiria 2, respectively *Florina* (726 ppm), harvested from the location Șiria 3. On the other hand, the lowest Ca content (129 ppm) was determined in fruits from the variety *Golden Delicious*, bought at the supermarket.

Concerning magnesium content, the highest values were determined in apples of the variety *Florina*, harvested from the locations Șiria 1 (406 ppm), Șiria 3 (396 ppm) and from the Supermarket (407 ppm). In general, the highest Mg content was determined in fruits of the variety *Florina*, and the lowest, in fruits of the variety *Golden Delicious*.

The potassium content determined in the apples harvested from the 3 varieties analyzed varies within wide limits, ranging from 262 – 1963 ppm. Of the 3 varieties, the highest values were determined in apples of the variety *Florina*, with the highest value of 1963 ppm determined on samples from the Supermarket. A high value (1833 ppm) was also determined in apples from *Starkrimson* variety, harvested in the location Șiria 4.

Phosphorus content was between 136–708 ppm. The highest values were determined Cele mai ridicate valori at the harvesting locations Șiria 1 - for *Starkrimson* variety (626 ppm), Șiria 2 – *Florina* (589 ppm) and *Golden Delicious* varieties (585 ppm), respectively Șiria 3 – for the *Florina* variety (708 ppm). The lowest value, 136 ppm, was determined for the *Starkrimson* variety, in samples harvested from Lugoș Farm.

In terms of copper content, the highest value of 3.574 ppm Cu was determined in samples from the variety *Florina*, harvested from the location Șiria 3. The lowest values were also determined for the variety *Florina*, in samples from the Supermarket, respectively Lugoș Farm (0.430 ppm).

The cadmium content determined in the samples collected from the 3 varieties analyzed has the highest value in apples of the variety *Florina* collected from the Supermarket (0.0675 ppm). Other notable values were determined in samples of the variety *Golden Delicious* procured from the supermarket, respectively Lugoș Farm (0.0445 ppm).

The Ni content determined in the analyzed apple samples is in the range 0.129–0.473 ppm. The highest values were determined in fruit harvested from the variety *Golden Delicious* from the locations Șiria 4 (0.473 ppm), respectively Lugoș Farm (0.455 ppm), and samples harvested from the variety *Starkrimson*, in the location Șiria 4 (0.422 ppm).

The Zn content determined in the analyzed samples is in the range 0.905– 6.389 ppm, with the highest values being recorded at harvesting points Șiria 5, for the varieties *Golden Delicious* (6.389 ppm Zn) and *Starkrimson* (6.086 ppm Zn). Comparing the values determined for the 3 varieties, it can be seen that the samples from *Florina* have the lowest Zn content.

The Fe content of the collected samples is in the range 3.009–12.199 ppm. The highest values were determined in samples of the variety *Florina* from the location Șiria 4 (12.199 ppm), respectively *Golden Delicious* from the location Șiria 2 (9.103 ppm).

By analyzing the Mn content values determined in the fruit samples collected from the 3 varieties, it was found that the Mn content ranges between 0.408– 3.816 ppm. Analyzing the varieties with each other, it can be observed that Florina variety has the highest Mn content in all the harvesting points, and the samples harvested from point Şiria 4 has the highest Mn content (3.816 ppm). The lowest value was determined for the variety Starkrimson from the harvest point Şiria 4 (0.408 ppm). In general, samples harvested from the Starkrimson variety had the lowest Mn content (except for samples harvested from the point Şiria 1).

Summing up the above, we can conclude that fruits from the Şiria area have a higher macroelement content compared to those from the Supermarket and Lugoj Farm (except for potassium and magnesium, which had quite good values also in fruits purchased from the store). Contamination of fruits with heavy metals, especially cadmium and lead, was especially noticeable in *Florina* variety, especially in those purchased from the Supermarket, those from the Şiria 5 location and less in those from the Lugoj Farm. The second level of heavy metal contamination as average value was observed in *Starkrimson* variety, those from supermarket, Lugoj Farm and Şiria 5 and Şiria 1 having a higher content compared to the others, while in *Golden Delicious* variety heavy metals in slightly higher content were found in the same locations as in *Starkrimson* variety.

SUMMARY OF CHAPTER 4. ANTIOXIDANT ACTIVITY AND REACTION KINETICS OF ANTIOXIDANT COMPOUNDS IN APPLE VARIETIES OF DIFFERENT ORIGINS

The purpose of the research was to determine the antioxidant activity of apples taken from different locations, i.e. from the yards of local producers in the locality of Şiria, supermarkets and Lugoj Farm, but also from different parts of the fruit to see if the content of chemical compounds with antioxidant activity varies by variety and by component of the fruit (pulp versus peel).

The objectives of this chapter were to:

- Determine the antioxidant activity of apple peel and core extracts in the three varieties evaluated as free radical trapping capacity.
- Determine the antioxidant activity of apple peel and core extracts in the three varieties assessed by studying the reaction kinetics of antioxidant compounds in the extracts with the DPPH free radical•

For *Golden Delicious* apples, the highest antioxidant activities were observed for the samples from Şiria, for the peel extracts the RSA values at the end of the analysis were 96.65 (± 0.72) % and 95.25 (± 0.27) %. In general, the antioxidant activity of Golden Delicious variety was 1-5% higher for extracts from the peel compared to those from the core, except for supermarket samples, where the differences were higher.

In the *Florina* variety, samples from Lugoj showed RSA values at 1 minute of spectrophotometric monitoring of 89.1 (± 1.95) % for apple peel extracts and only 45.86 (± 2.17) % for core extracts, while at the end of the analysis, the RSA values were quite close: 93.47 (± 0.5) % and 90.85 (± 4.92) %. The same behaviour was noticed also for samples from Şiria. Lower values were obtained both for sample “c” from Şiria 3, and especially for samples from the supermarket, for which antioxidant activity in the core was very low (25.64 (± 3.05) %).

Antioxidant activity for *Starkrimson* fruit variety behaved similarly to *Florina* for samples from the Şiria sites; for supermarket samples, antioxidant activities for *Starkrimson* apple peel extracts were double those for core extracts throughout spectrophotometric monitoring (48.37 (± 1.57) % and 26.05 (± 2.27) % 1 minute from monitoring, respectively 90.39 (± 0.65) % and 44.89 (± 4.16) % at the end of the monitoring process.

Maximum antioxidant activity in apple peel extracts *Golden Delicious*, *Florina* and *Starkimson*, cultivated in the western part of the country ranged, with some exceptions, between 79.1-96.7 %, and for those in the core 74.2-96.6 %, a higher antioxidant activity with fruit sourced from the Şiria locations.

The reaction kinetics of free radicals for the last time interval indicated the existence of the significant antioxidant effect even after the completion of the analysis for the apple core extracts, the values of these rates for the varieties *Golden delicious* and *Florina* from Lugoj, most likely due to the higher concentration of epicatechin, procyanidins B2 and C1 (according to literature data) found in the core of the studied apples.

Further research

We believe that the research related to the comparative study of fruits produced in family and conventional systems should continue; although we promote organic fruits, we must pay attention to the location where they come from, we are referring here to soil analysis or other environmental analysis that should be conducted to see if there are sources of pollution in those areas; so, complex plant-soil research is still required.

Personal contribution of the author:

The research involved a detailed study on the *Starkrimson*, *Florina* and *Golden Delicious* varieties, coming from different locations - five collection points in the area of Şiria, Arad County, supermarkets in Arad and Timisoara and the USVT Lugoj Farm, focusing on three different directions: the follow-up of aspects related to the physical properties of the fruit, as well as their storage period in natural conditions; the determination of the organoleptic quality of the fruit, performing complex physico-chemical analyses that focused on: soluble sugar content, acidity, macro- and microelement composition of the fruit, and last but not least the determination of the antioxidant activity of the fruit, studies that involved a detailed work, supported and carried out together with the team of chemists from the USVTimisoara Research Platform.

The main elements of originality attributable to this doctoral thesis are:

- Studying several aspects of *Starkrimson*, *Florina* and *Golden Delicious* apple varieties from five different locations in the Şiria area, Arad County, compared with fruits from supermarkets in Arad and Timis counties and with fruits produced at Lugoj Farm, a farm belonging to USV Timisoara, where research and pomiculture production are carried out;
- Carrying out complex and complete chemical analyses on fruits, which put face to face the fruits produced in a domestic and conventional system, and which, through the results obtained, allow their choice for the prophylaxis and therapy of certain diseases, given the fact that lately there is a tendency to replace synthetic products with biological products.