

OPTIMIZAREA PROCESULUI DE SORTARE A MĂSLINELOR ÎN SISTEMELE DE PROducțIE INDIVIDUALE SAU ÎN ÎNTreprinderile mICI

Teză de doctorat – Rezumat

pentru obținerea titlului științific de doctor la

Universitatea Politehnica Timișoara

în domeniul de doctorat Inginerie Industrială

autor ing. Roxana Mihaela BABANATIS MERCE

conducător științific Prof.univ.dr.ing.ec. Dumitru ȚUCU

Capitolul 1

NECESITATE, ACTUALITATE ȘI OPORTUNITATE. OBIECTIVELE TEZEI

1.1. Necesitatea, actualitatea și oportunitatea temei

Datorită evoluției tehnologice din segmentul agricol, în ultimii ani, s-a pus mare accent pe dezvoltarea sistemelor mecanizate de recoltare, dar, odată cu dezvoltarea acestor sisteme de recoltare a apărut și necesitatea sortării produselor recoltate, de unde implicit s-a pus problema dezvoltării și implementării sistemelor inteligente de sortare.

Procesul de recoltare poate fi considerat drept unul dintre cele mai importante evenimente din ciclul de viață a plantelor. Acesta, se aplică la sfârșitul dezvoltării fructului și începutul deteriorării/imbătrânirii lui. După recoltare, fructele, cu excepția celor care continuă să se coacă (maturizeze) și după recoltare, au cea mai înaltă calitate, dar și cea mai ridicată valoare economică, ceea ce implică ulterior și utilizarea celei mai adecvate tehnologii post-recoltare pentru a menține cel mai înalt nivel calitativ.

Pornind de la aceste necesități, teza studiază metodele actuale a procesului de sortare precum și optimizarea procesului de sortare a măslinelor, cu o posibilă implementare și la alte fructe/legume care pot fi identificate după culoare, determinând astfel gradul lor de maturitate.

Prin optimizarea procesului de sortare, se poate eficientiza calitatea uleiului de măslini, precum și calitatea măslinelor destinate consumului propriu-zis și se pot diminua pierderile datorate sortării manuale (eroare umană, întârzierea sortării etc.).

1.2 Obiectivele tezei

Principalul obiectiv al tezei de doctorat este optimizarea proceselor de sortare a măslinelor în scopul creșterii eficienței economice și a îmbunătățirii calității produsului final.

Din acest obiectiv principal putem deduce următoarele obiective secundare și anume:

1. Analiza stadiului actual al proceselor de sortare a măslinelor;
2. Analiza principalelor metode de sortare;
3. Analiza evoluției culorilor măslinelor în diferite stadii de maturitate;
4. Analiza formei geometrice a măslinelor;
5. Identificarea proceselor eficiente de sortare;
6. Identificarea factorilor care influențează sortarea pentru determinarea parametrilor care influențează sortarea;

7. Determinarea influențelor procesului de sortare asupra calității produselor realizate din măslini (ulei și celelalte subproduse de consum).

Teza urmărește optimizarea procesului de sortare a măslinelor în sistemele de producție individuale sau în întreprinderile mici, informatizarea metodelor de sortare de către intreprinzători, ajutând astfel cercetătorii să dezvolte dispozitive de sortare adecvate, eficiente și economice. Prin aceste elemente putându-se identifica și implementa sisteme de sortare optime.

În vederea atingerii obiectivului propus, s-a realizat un studiu de caz, al procesului de sortare, printr-o analiză a metodelor de sortare a măslinelor, în Grecia, iar pe baza rezultatelor experimentale, s-a propus un prototip de sortare automată, bazat pe senzori de culoare/cameră de luat vederi, realizând astfel un dispozitiv eficient și economic.

Capitolul 2

ANALIZA PROBLEMATICII PROCESULUI DE SORTARE A MĂSLINELOR

2.1 Scurt istoric

Măslinile sunt fructul măslinului. Măslinul este un arbore cunoscut în bazinul mediteraneanean încă din antichitate (cu aproximativ 6000 - 7000 de ani în urmă), făcându-l unul dintre cei mai vechi pomi cultivate din lume. Din antichitate și până în zilele noastre, măslinul, este cultivat cu precădere pentru fructele valoroase ale acestuia, măslinile, din care se obține uleiul de măslini și măslinile de consum .

Consumul uleiului de măslini precum și a măslinelor de masă poate aduce multe beneficii asupra organismului uman și anume:

- Menținerea unei inimi sănătoase; cercetările din ultimii ani au arătat că la oamenii care urmează o dietă mediteraneană probabilitatea de a suferi un accident vascular cerebral este redusă, iar bolile de inimă și problemele de tensiune arterială sunt și ele semnificativ reduse; acest lucru pare a fi asociat cu consumul de măslini și a uleiului de măslini, lucru datorat faptului că, măslinile au un conținut mare de polifenoli care ajută la relaxarea și dilatarea arterelor, menținând astfel tensiunea arterială în limite normale. Totodată măslinile sunt bogate în antioxidanți care neutralizează substanțele novice din corp protejând astfel celulele umane; în afară de cele amintite, trebuie ținut cont de faptul că, uleiul de măslini crește nivelul colesterolului bun în sânge, adică al colesterolului cu densitate ridicată (HDL) care elimină excesul de colesterol rău, colesterolul cu densitate scăzută (LDL) protejând astfel inima;
- Un corp mai sănătos, este bazat pe acidul oleic și antioxidanți (în mod special a oleocantalu), care se regăsesc în uleiul de măslini extravirgin, aceștia acționând ca niște agenți antiinflamatori naturali.

2.2 Morfologia măslinelor

Măslinile sunt cunoscute și consumate, în diverse forme, încă din antichitate. Există o mare varietate de soiuri, ceea ce presupune și o tipodimensiune diferită (figura 2.1). Astfel, măslinile pot fi mici (1.2-2.6 gr), bune pentru ulei, mijlocii (2.7-4.2 gr), bune atât pentru consum cât și pentru ulei și cele mari (4.3-10.5 sau mai mult), bune pentru consum.

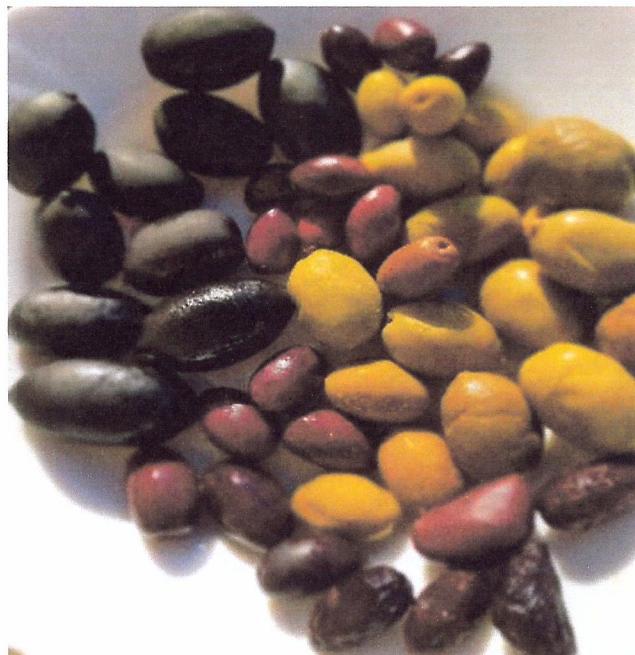


Fig. 0.1. Diferite tipodimensiuni de măslini

Culoarea măslinelor, la cele mai multe soiuri, este dată de gradul de maturitate atins. Astfel culoarea lor variază de la un verde intens la un negru intens. La începutul procesului de coacere măslinile sunt verzi, pe la mijlocul maturității au o culoare violet maronie, iar când s-a atins nivelul de maturitate maximă măslinile au o culoare neagră intensă (figura 2.2).

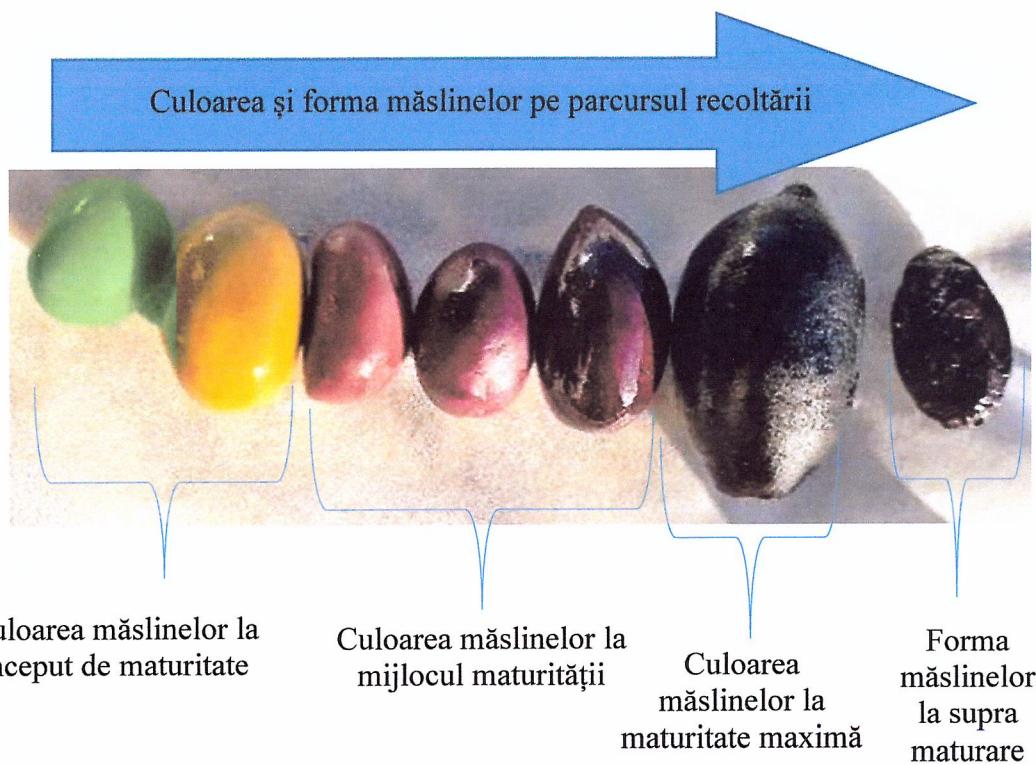


Fig. 0.2. Culoarea și forma măslinelor

2.3 Analiza funcțională și structurală a procesului de sortare a măslinelor (PSM) în vederea optimizării

Sortarea este a doua etapă importantă în procesul de valorificare a produsului agricol, după etapa de recoltare, deoarece contribuie la creșterea calității produsului finit. În cazul măslinelor, sortarea trebuie realizată cât mai repede, imediat după recoltare, datorită faptului că măslinile se deteriorează/maturizează destul de rapid după recoltare.

Sortarea măslinelor include etapele de identificare, de sortare și de depozitare intermediaрă, dacă este necesar.

Optimizarea procesului de sortare a măslinelor (PSM), este bazată pe o analiză asupra etapelor de informare, de sortare și de depozitare intermediaрă a măslinelor. Această analiză trebuie realizată înaintea procesului de sortare (figura 0.3).

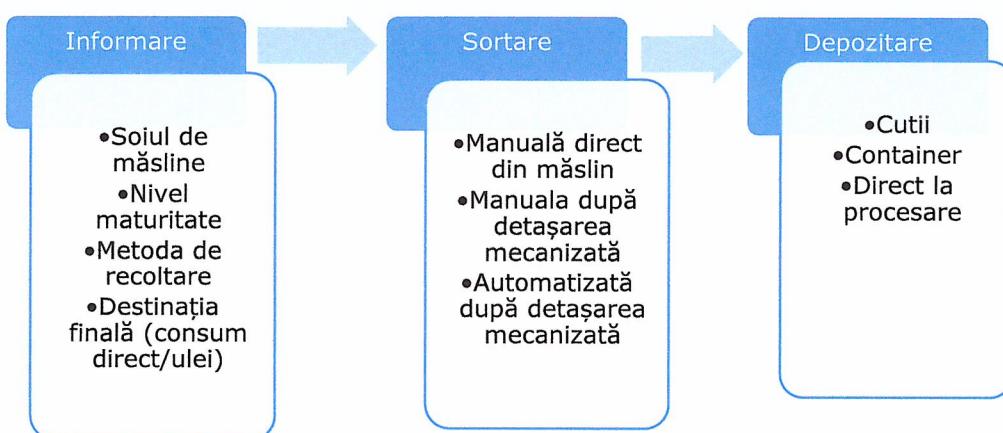


Fig. 0.3. Principiul funcțional al PSM

2.4 Funcții și factori esențiali în procesul de sortare a măslinelor (PSM)

În ultimii ani, a apărut o dezvoltare a sistemelor de sortare automatizate, dezvoltare datorată competitivității de pe piață, a lipsei forței de muncă și a creșterii consumului de alimente. Astfel, dacă până acum 20 de ani se folosea cu precădere sortarea manuală a măslinelor, în ultimii ani au fost dezvoltate o serie de sisteme speciale de sortare automată. Aceste sisteme sunt încă în stadiul de dezvoltare/cercetare și sunt scumpe, fiind inaccesibile pentru marea majoritate a micilor dezvoltatori.

În urma studiului realizat în Grecia, am identificat următoarele metode de sortare a măslinelor:

- **sortarea manuală** este o metodă des întâlnită la sortarea măslinelor. Acest lucru se datorează faptului că este cea mai eficientă metodă din punct de vedere a calității măslinelor obținute. La această metodă nu se folosesc dispozitive mecanice, iar sortarea este realizată de operatorul uman.

Sortarea manuală poate fi:

- sortare manuală direct din pom;
- sortare manuală de pe sol;
- sortare manuală la centrul de colectare;
- sortare manuală de pe benzi transportoare.

- ***sortarea semi-mecanizată*** este tipul de sortare care se bazează pe sortarea automată/mecanizată după mărimea măslinelor precum și pe sortarea manuală după culoare. Ea este împărțită în trei zone distincte și anume: zona de eliminare a frunzelor, a crenguțelor și a altor obiecte terțe, spălare, urmată apoi de zona de ordonare și zona de sortare după mărime, în continuare urmând a se folosi metoda de sortare manuală;
- ***sortarea automatizată*** a apărut în ultimii ani ca o necesitate a cerințelor de pe piață: o productivitate cât mai mare și o calitate cât mai bună a produsului finit. Cu toate acestea, în ciuda dezvoltării tehnologice, există încă ramuri industriale care utilizează sortarea manuală urmărind evitarea costurilor de operare și de întreținere ridicate, o astfel de industrie este și industria măslinelor.

În Grecia, marea majoritate a procesatorilor, dar și a cultivatorilor de măslini sunt reprezentați de micii dezvoltatori, din acest motiv, cel mai des, se folosește sortarea manuală.

2.5 Studiu practic privind analiza critică a soluțiilor tehnice și a sistemelor actuale de sortare a măslinelor în Grecia

Această analiză a fost realizată în regiunile Macedonia (nordul Greciei) și Thesalia (Grecia centrală) [80], unde au fost preluate în studiu mai multe livezi de măslini, în anul 2017 (lunile Noiembrie și Decembrie) și 2018 (lunile Noiembrie și Decembrie). S-a ales perioada lunilor Noiembrie și Decembrie deoarece este perioada optimă de recoltare și sortare. Astfel, se poate studia și analiza procesul de sortare la mai multe firme/intreprinderi care au ca domeniu de activitate procesarea măslinelor.

Rezultatele acestei analize ne arată faptul că, în această zonă, predominant soiul de măslini cu destinație pentru consumul propriu-zis (fructul fiind mai mare) urmat de celealte soiuri hibride, fiind denumite generic măslinile cu dublă destinație (pentru ulei și pentru consum). Astfel, soiurile de consum și cele hibride reprezintă un total de 77% din capacitatea livezii, pe când doar un procent de 23% îl reprezintă măslinile cu destinație pentru ulei, figura 2.4. Aceste cercetări au arătat faptul că indiferent de soiul de măslini, pentru obținerea unor produse de o calitate superioară, care să ofere competitivitate pe piața de consum, în continuarea procesului tehnologic este necesar să se introducă și faza de sortare a măslinelor. Din analiza în teren s-a constatat că, doar în trei cazuri nu a fost necesară realizarea operației de sortare a măslinelor, fiind vorba de măslinile a căror destinație este obținerea uleiului, ulei caruia nu i s-a impus o calitate premium. În toate celealte cazuri, sortarea se realizează manual (figura 2.5), ori la fața locului, ori la un depozit (propriu sau un centru de colectare-procesare), existând și 2% cazuri când sortarea nu este necesară. Momentan nu sunt utilizate dispozitive automate de sortare.

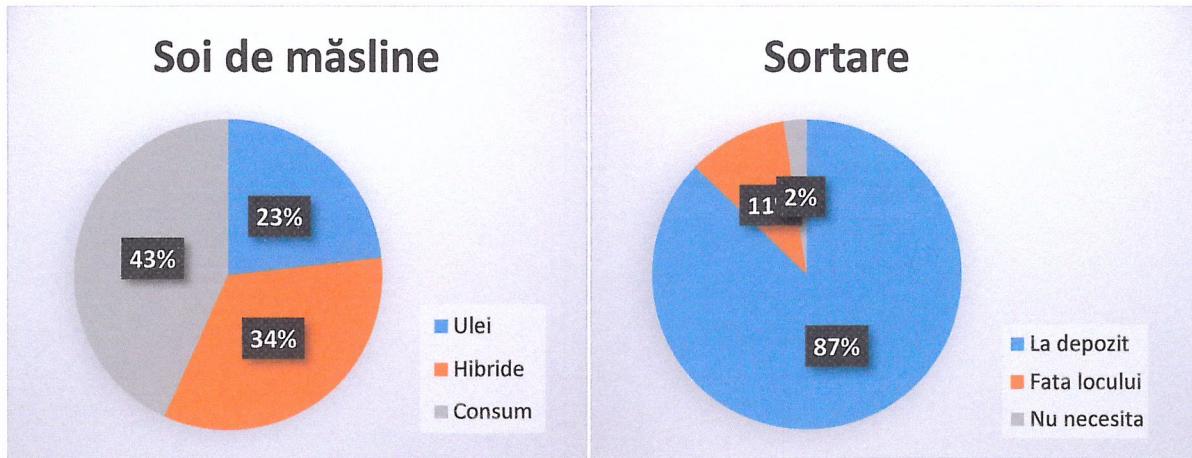


Fig. 0.4. Soi de măslini

Fig. 0.5. Sortare

În momentul în care sortarea se realizează la un depozit, atunci putem întâlni două metode de sortare (figura 2.6), una manuală de pe masa de lucru și una semiautomată, tot prin selecție manuală, dar de pe banda transportoare, existând și 3% cazuri când sortarea nu este necesară (statistic nesemnificativ).

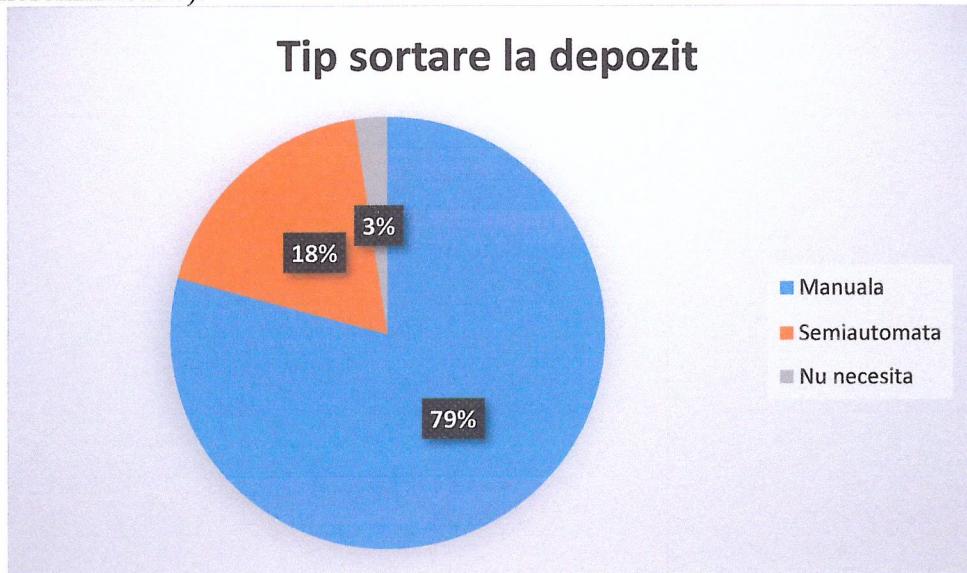


Fig. 0.6. Tip sortare la depozit după recoltare

Capitolul 3

CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND CONCEPEREA UNUI MODEL EXPERIMENTAL AL ECHIPAMENTULUI DE SORTARE OPTICĂ A MĂSLINELOR

3.1 Stabilirea elementelor conceptuale pe baza analizei valorii

Analiza valorii asupra procesului de sortare a măslinelor a fost realizată în scopul identificării

datelor tehnice și economice care pot îmbunătăți procesul de sortare.

În această parte a cercetării studiem și analizăm costul procesului de sortare și rentabilitatea procesului de sortare.

Analiza valorii a fost aplicată, în parte, tuturor metodelor actuale de sortare întâlnite în Grecia și anume:

- Sortarea manuală direct din pom;
- Sortarea manuală de pe sol;
- Sortarea manuală în depozit;
- Sortarea semiautomată de pe benzi transportoare.

Pentru această analiză s-a folosit media datelor centralizate în tabelul 2.3 – Anexa 1 și anume producția dată de o livadă de măslini cu o suprafață de 1.2 ha, având un număr de 500 de măslini, cu o producție anuală de 30.000 kg de măslini.

3.2 Prezentarea schemei logice a prototipului de sortare

Schema logică (figura 3.1) pentru conceperea prototipului de sortare. Astfel, sistemul ar trebui să detecteze măslina pe banda transportoare, dacă nu, se repetă ciclul până la detectarea măslinei. După detectare, se realizează o analiză de culoare, dacă măslina este recunoscută ca fiind verde, este degajată de pe banda transportoare în coșul colector 1. Dacă nu este detectată ca fiind verde, atunci măslina este analizată din nou pentru culoarea neagră, dacă este sesizată ca neagră, atunci este degajată în coșul colector 2. În cazul în care măslina nu este sesizată la culoarea neagră, atunci este degajată în coșul colector 3 și se va repeta ciclul.

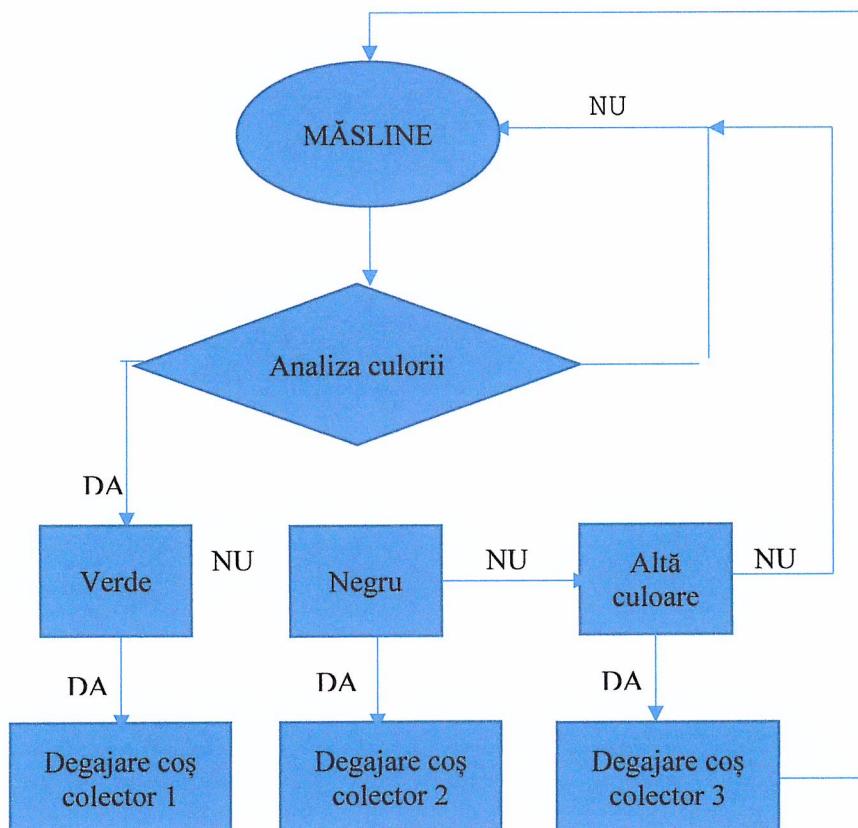


Fig. 0.1. Schema logică

3.3 Concluzii

Operația de sortare a măslinelor este necesară atât pentru producția măslinelor de consum cât și pentru producția uleiului de măslini. Din acest motiv etapa de sortare este o etapă vitală în procesul tehnologic, de ea depinzând calitatea produselor obținute, fie că este vorba de măslini cu destinație de consum propriu zis, fie că este vorba de uleiul de măslini.

În zilele noastre se întâlnesc următoarele metode de sortare:

- Manuală direct din pom;
- Manuală de pe sol;
- Manuală la depozit;
- Semi-automată pe benzi transportoare;
- Automată după recunoașterea imaginilor (încă în dezvoltare).

Metoda manuală direct din pom, este o metodă foarte precisă prezentând un nivel calitativ înalt, dar este foarte lentă și costisitoare dacă se dorește o sortare rapidă (prin angajarea mai multor persoane de deservire).

Metoda manuală de pe sol, este asemănătoare cu metoda sortării manuale direct din pom, din punct de vedere calitativ obținându-se aproximativ aceleași rezultate, dar este și costisitoare, cu diferența că este ceva mai rapidă și cu mențiunea că avem măslini picate pe sol prin scuturare sau natural (coapte).

Metoda manuală la depozit, este o metodă bazată pe materia primă adusă în depozit, măslinele, ceea ce facilitează sortarea. Astfel este o metodă mai rapidă față de primele două metode.

Metoda semi-automată, este o metodă tot mai des folosită de întreprinderile mai mari, dar și de unii dintre micii întreprinzători. Este o metodă mult mai rapidă față de metodele prezentate anterior, ea prezintă avantajul că măslinele pot fi spălate și sortate după dimensiune, astfel ajungând la etapa de sortare după culoare doar măslinele care îndeplinesc condițiile calitative minime.

Metoda automată este, teoretic, metoda cea mai eficientă. Această metodă este, încă, în fază de dezvoltare chiar dacă pe piață sunt unele dispozitive care folosesc sortarea după imagine. Colorile măslinelor, precum și tipodimensiunile acestora variază în funcție de soi și gradul de maturitate atins în momentul culegerii, ceea ce face foarte dificilă recunoașterea acestora după imagini.

Idealul ar fi o sortare automată cu un cost al utilajului scăzut și cu o productivitate cât mai crescută.

Capitolul 4

CERCETARI EXPERIMENTALE PRIVIND OPTIMIZAREA PROCESULUI DE SORTARE OPTICĂ A MĂSLINELOR

În această etapă a cercetării s-a urmărit optimizarea procesului de sortare prin implementarea sistemelor optice de recunoaștere în două etape distincte.

Etapa I – În această etapă (subcapitolul 4.1) sunt realizate cercetările experimentale bazate pe utilizarea senzorilor de culoare în procesul de sortare.

Etapa II – În această etapă (subcapitolul 4.2) sunt realizate cercetările experimentale bazate pe utilizarea imaginilor preluate de la camera video în procesul de sortare.

4.1 Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de sortare cu senzori de culoare

În această etapă a cercetării, a fost realizat un prototip de sortare, figura 4.1. în scopul determinării preciziei și a vitezei optime.

Prototipul (Figura 4.1) sortează măslinile prin intermediul a doi senzori de culoare negru (4) și verde (5), măslinile fiind preluate de la punctul de alimentare (7) și transportate prin fața senzorilor prin intermediul benzii transportoare (3). Cu ajutorul extractorului (6) măslinile sunt împinsе în tăvile de colectare, tava de colectare pentru măslinile negre (1) și tava de colectare pentru măslinile verzi (2). Procesorul (8) oferă posibilitatea de setare și modificare a parametrilor de lucru.

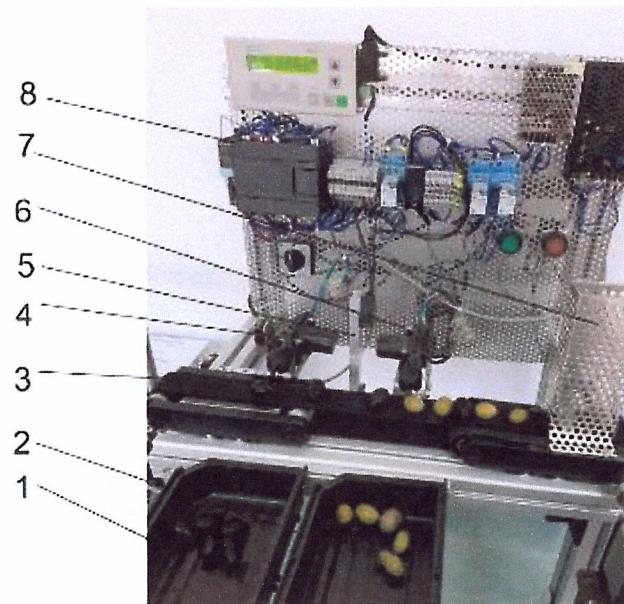


Fig. 0.1. Prototip sortare măslini

Procesorul prototipului (8) a fost programat să acționeze atunci când senzorii de culoare (4 și 5) detectează o maslină de o anumită culoare și să transmită comanda extractorului destinat cularii respective.

Acest echipament experimental a fost realizat în perioada 2017-2018 cu scopul de a sorta măslinile după culoare utilizând senzori de culoare.

Principiul de funcționare a prototipului de sortare bazat pe senzori de culoare este următorul: măslinile cu ajutorul benzii transportoare trec prin fața senzorilor de culoare. Primul senzor la detectarea unei măslini de culoare verde dă semnal de oprire a benzii transportoare și de degajare a măslini de pe banda transportoare. Dacă nu se detectează nici o măslină atunci banda transportoare rămâne în funcțiune. Acest ciclu este valabil și pentru al doilea senzor, care detectează măslinile de culoare neagră.

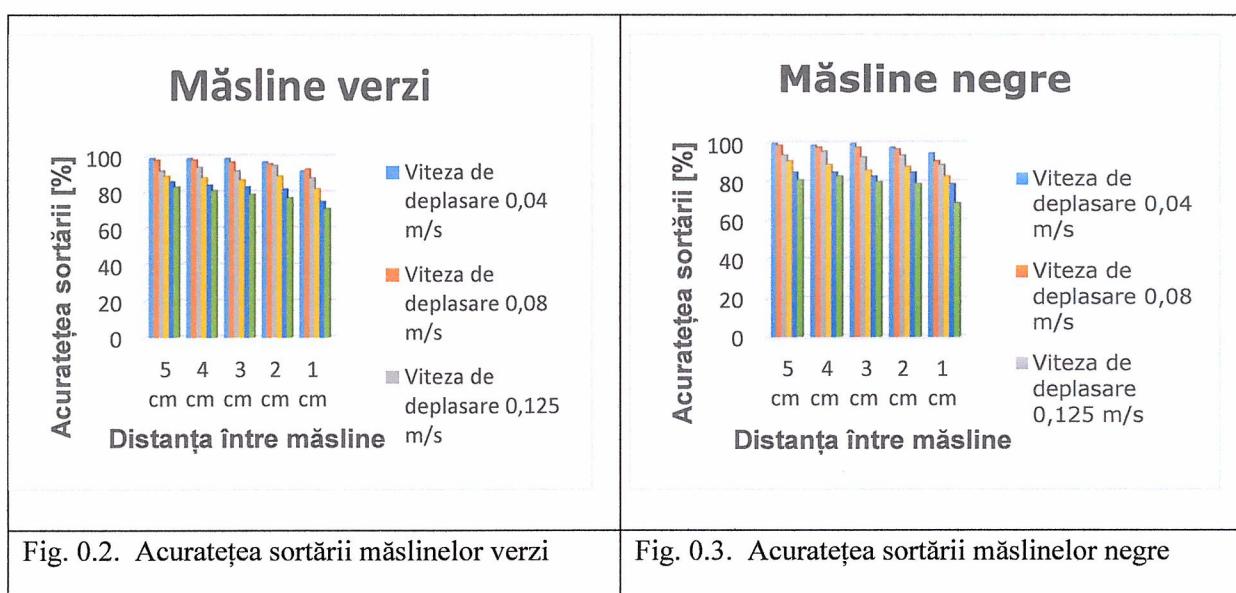
Testarea prototipului a fost realizată cu măslini negre și verzi puse pe banda transportoare la o distanță prestabilită între ele, iar viteza de deplasare a benzii transportoare fiind variabilă. Astfel la prima testare am folosit o viteză de deplasare mică de 0,04 m/s împreună cu o distanță între măslini mai mare și anume de 5 cm, urmând ca la următoarele testări să modificăm de mai multe ori acești parametri, ajungând să creștem viteza de deplasare până la 0,251 m/s și să micșoram distanța dintre măslini până la o valoare minimă

posibilă. La toate testele, în parte, s-a folosit câte 100 de măslinile negre și câte 100 de măslinile verzi.

4.1.1 Rezultate și concluzii

În urma acestei etape a cercetării avem generate două concluzii importante.

Concluzia I, atunci când am folosit măslinile de culori foarte apropiate, din același soi și din aceeași perioadă de maturitate (verzi și negre) rezultatele au fost satisfăcătoare, însă indicând că faptul că, o dată cu creșterea vitezei benzii transportoare au apărut și erorile de recunoaștere ducând, evident, la o sortare cu erori, figura 4.3 și 4.4 [96, 97].



Se poate observa faptul că, în cazul măslinelor verzi, precizia sortării la viteze mai mari ($0,218 \text{ m/s}$ și $0,251 \text{ m/s}$) scade în jurul valorii de 80% acolo unde avem distanță între măslini de 5 cm, 4 cm și 3 cm. Tot la aceeași distanță între măslini, dar la viteze mai mici ($0,04$ și $0,08 \text{ m/s}$) precizia de sortare este ridicată având valori cuprinse între 97% și 100%.

În cazul măslinelor negre rezultatele au fost asemănătoarea și anume o precizie scăzută la viteze mai mari ($0,218$ și $0,251 \text{ m/s}$) pentru toate valorile distanței între măslini mai puțin la valoarea de 1 cm unde precizia a scăzut sub 70%. Iar la vitezele de deplasare de $0,04$ și $0,08 \text{ m/s}$ cu o distanță de 5, 4 și 3 cm precizia fiind cuprinsă între 98% și 100%.

Concluzia II, când au fost utilizate măslinile de diferite culori, de diferite soiuri și de diferite mărimi, rezultatele au indicat multe erori cauzate de recunoașterea culorii. Acest lucru a fost cauzat de diferențele soiuri precum și de diferențele culori ale măslinelor în diferențele stadii de maturitate.

În grupa 1 măslinile verzi, nu au avut o rată mare de identificare, în unele cazuri ajungând la valori de 38% ceea ce prezintă o rată de identificare foarte scăzută.

Măslinile din grupa 2, măslinile negre, au fost în continuare identificate, dar măslinile maro nu au fost identificate de senzor decât în unele cazuri particulare (depinzând de factori externi precum și de zona de citire), valorile au fost centralizate în graficele din figurile 4.5 și 4.6.

Măsline verzi / grupa 1

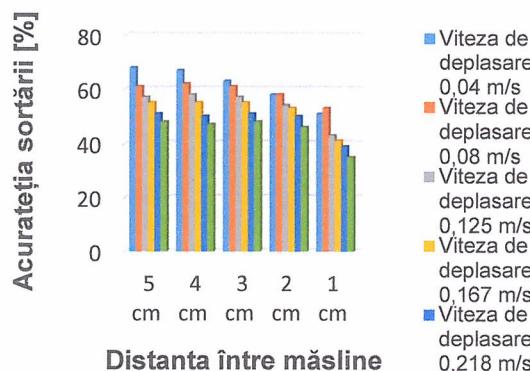


Fig. 0.4. Acuratețea sortării măslinelor din grupa 1

Măsline negre / grupa 2

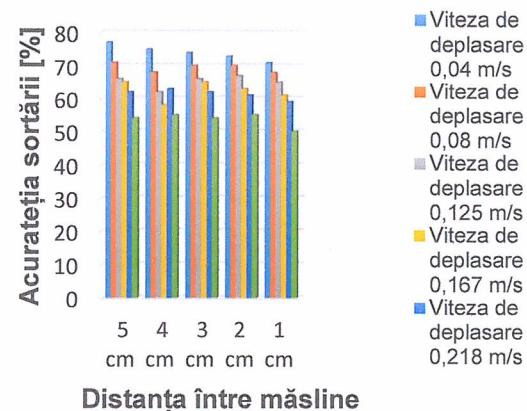


Fig. 0.5. Acuratețea sortării măslinelor din grupa 2

La folosirea măslinelor verzi, dar de nuanțe diferite (soiuri diferite, grad de maturitate diferit etc.), precizia de sortare a scăzut semnificativ, chiar și la viteze mici ale benzii transportoare. Astfel, la deplasări de 0,04 m/s și 0,08 m/s și distanță între măsline de 4 și 5 cm s-au înregistrat valorile cele mai mari de aproximativ 80%. Odată cu creșterea vitezei și micșorând distanța între măsline, precizia sortării a scăzut semnificativ ajungând la valori apropiate de 40%.

În cazul măslinelor din grupa 2, acuratețea preciziei de recunoaștere a senzorilor a fost mai ridicată față de măslinile din grupa 1. Cu toate acestea, valorile preciziei au rămas tot scăzute, la distanța între măsline de 4 și 5 cm ajugând până la 70%, iar la viteze mai mari și la distanță mai mică valorile preciziei sortării aflându-se în jur de 50%.

Concluzia III, culoarea măslinelor nu influențează, în acest caz, timpul necesar sortării, care este compus din timpul necesar extractiei măslinelor din cele două zone de degajare, ceea ce ne arată faptul că trebuie folosit un dispozitiv de extracție mult mai rapid, ca de exemplu un dispozitiv tip pistol cu aer sau o bandă transportoare cu mai multe cai de evacuare, ceea ce necesită mecanisme mai performante și mai costisitoare.

4.2 Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de sortare prin analiza culorii

În această etapă a cercetării, a fost reconcepțuit și îmbunătățit echipamentul, prototipul, de sortare pentru o eficientizare mai bună a sortării prin recunoașterea culorilor.

Prototipul a fost realizat în 2020 și se bazează pe principiul recunoașterii culorii cu ajutorul unei camere web care pozează măslinile și în continuare analizează culoarea [108, 109], figura 4.7.



Fig. 0.6. Prototip intelligent de sortare

Realizarea prototipului a fost bazată pe schema de dezvoltare a prototipului, figura 4.8 și pe schema logică, figura 4.9.

Schema de dezvoltare cuprinde două faze distincte. Prima fază, fiind faza de dezvoltare din punct de vedere tehnic (hardware), iar a doua fază fiind faza de dezvoltare a programului (software) de analiză și de recunoaștere a culorii.



Fig. 0.7. Schema de dezvoltare a prototipului de recunoaștere a culorii

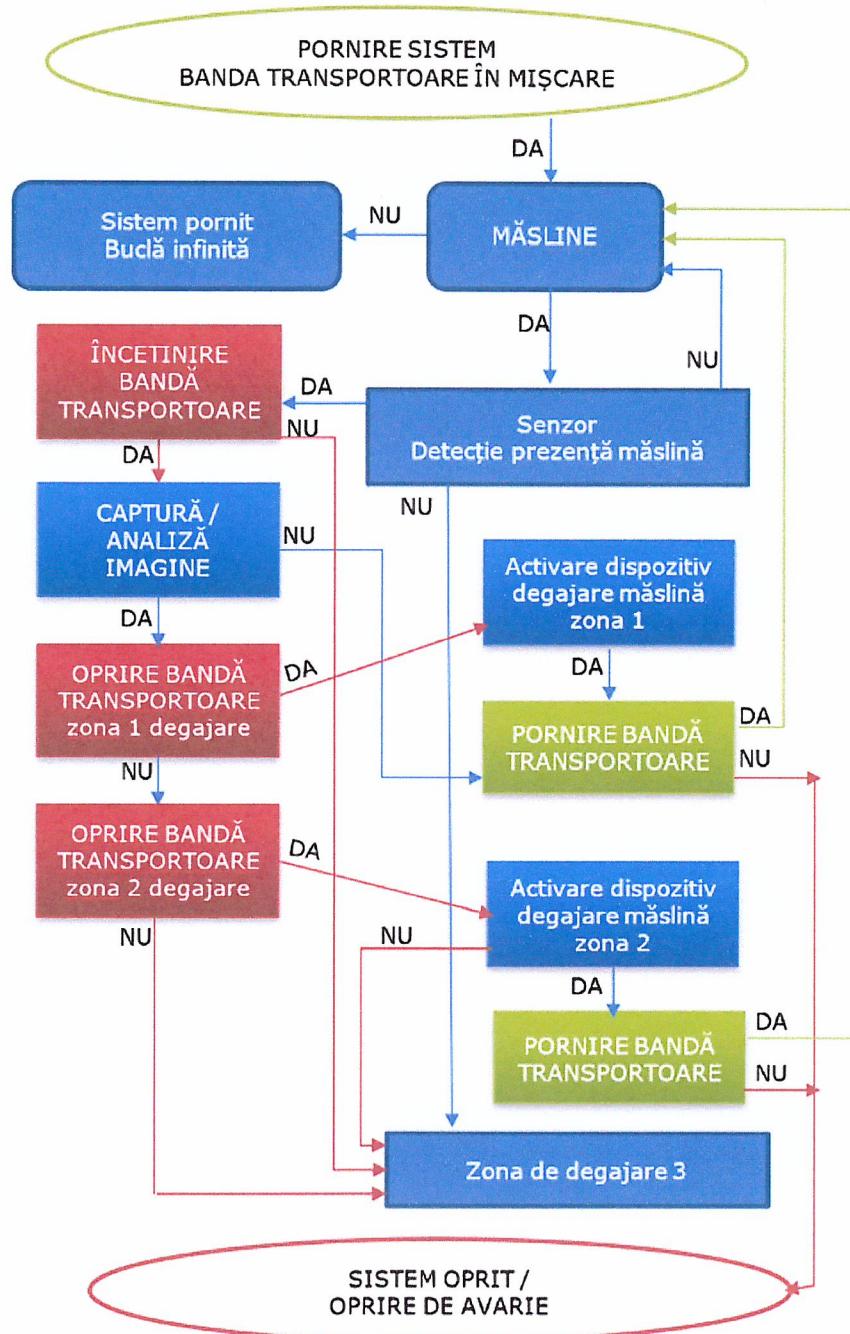


Fig. 0.8. Schema logică a setărilor și funcționării prototipului bazat pe senzori de culoare

4.2.1 Rezultate și concluzii

Varianta prototipului intelligent de recunoaștere, la care s-a dezvoltat un program de învățare a culorilor (nuanța de culoare pe care trebuie să o recunoască) a dus la o îmbunătățire a dispozitivului (prototipului) de sortare.

Toate testele au avut rezultate promițătoare, iar rata de recunoaștere fiind mai mare de 95% la măslinile de culoare neagră și maro, iar la măslinile de culoare verde ajungând până la 100% pe cele două zone de recunoaștere.

Dintre cele două metode și anume metoda cu trei zone de sortare și metoda cu două zone de sortare cea mai eficientă metodă a fost metoda cu două zone de sortare, rezultatele testelor efectuate se regăsesc în tabelele comparative 4.1 și 4.2.

Se mai poate trage concluzia că, cea mai eficientă combinație este metoda de sortare cu două zone de degajare, la care culoarea verde să fie sortată pe zona 1 de degajare, rezultatele testelor arătând o precizie de 100%.

Tabel 0.1 Tabel comparativ între cele două metode de degajare, cu zona 1 de degajare

Viteza de deplasare [m/s]]		0,04	0,08	0,125	0,167	0,218	0,251	
		Acuratețea sortării [%]						
Zona de degajare 1	Cu trei zone de degajare	N	99.5	99.5	98.5	98	99	95.5
		V	99.5	100	98	99	99	99.5
Zona de degajare 1	Cu două zone de degajare	N	99	96	98	99	97	96
		V	100	100	100	100	100	100

V-verde; N-negru.

Tabel 0.2 Tabel comparativ între cele două metode de degajare, cu zona 2 de degajare

Viteza de deplasare [m/s]]		0,04	0,08	0,125	0,167	0,218	0,251	
		Acuratețea sortării [%]						
Zona de degajare 2	Cu trei zone de degajare	N	98.5	99	98	96.5	98.5	94.5
		V	100	99	99.5	99	99.5	99.5
Zona de degajare 2*	Cu două zone de degajare	N	100	100	100	100	100	100
		V	100	100	100	100	100	100

*Zona 2 de degajare la metoda cu două zone de degajare este zona 3 de la metoda cu trei zone de degajare

V-verde; N-negru.

În tabelul 4.3 sunt prezentate timpii necesari sortării între cele două metode. La metoda cu trei zone de degajare a fost calculată suma timpului necesar sortării pe zona 1 și 2 de degajare, iar în tabel este prezentată media timpilor pentru cele două metode de sortare.

Tabel 0.3 Tabel comparativ între cele două metode de degajare, cu zona 2 de degajare

Timp de sortare la metoda cu trei zone de degajare [s]	Timp de sortare la metoda cu două zone de degajare [s]
2.37	0.83

Astfel se poate observa că, cea mai rapidă metodă este metoda de sortare cu două zone de degajare.

Concluzionând, se poate spune că, metoda de sortare cu două zone de sortare este cea mai eficientă metodă dintre cele două, iar dacă pe zona 1 de degajare este analizată culoarea verde, atunci avem un procent de 100% a sortării.

Capitolul 5

CONCLUZII. CONTRIBUȚII PERSONALE ȘI PERSPECTIVELE CERCETĂRII

Odată cu dezvoltarea tehnologică din ultimii ani, au apărut și aplicațiile pentru progresul tehnologic în automatizarea agriculturii. Astfel, în ultima perioadă au fost alocate tot mai multe resurse îmbunătățirii și dezvoltării de noi sisteme cât mai eficiente în domeniul agricol. Printre acestea se regăsesc și sistemele de sortare automată a fructelor și legumelor. Scopul principal al acestor sisteme automate de dezvoltare este o eficientizare cât mai mare a liniilor de producție cu pierderi cât mai mici și o creștere a calității produselor finite, cu o acoperire mare a nevoilor pieței de consum. Cercetarea s-a axat pe studiul sortării măslinelor (în special sortarea măslinelor negre și verzi) prin sisteme automate bazate pe recunoașterea culorii.

Pentru o sortare cât mai eficientă a măslinelor în funcție de culoare, sortarea a fost realizată prin utilizarea senzorilor de culoare și a camerelor de înaltă definiție.

Analiza culorii a fost realizată prin utilizarea spectrofotometrului special, dar și în timp real, prin utilizarea camerei de înregistrare a imaginilor de înaltă definiție.

Pe baza analizei culorii s-a programat dispozitivul de sortare astfel încât să optimizăm sortarea crescând eficiența sortării automate.

La final, concluzionăm că cercetarea a confirmat previziunile inițiale și anume faptul că activitățile de sortare impun o abordare specială a managementului unor astfel de sisteme.

5.1. Contribuții personale

Lucrarea prezintă un număr semnificativ de contribuții personale, atât teoretice cât și aplicative, dar mai cu seamă și experimentale, bazate pe realizarea unui prototip de sortare, dar și pe un studiu documentar precum și pe toate cercetările teoretice și experimentale efectuate pe parcursul perioadei de cercetare.

5.1.1 Contribuții teoretice

Cele mai semnificative contribuții teoretice din prezența cercetare sunt:

- determinarea maturității fructelor pe baza culorii în timp real;
- extinderea cercetărilor bazate pe sortarea automată, funcție de culoare și la alte categorii de fructe;
- posibilități noi de cercetare asupra dispozitivelor de sortare bazate pe culoarea fructelor, dar și asupra altor activități care pot aduce la o mai bună productivitate adăugând operații de tratament, spălare, procesare și asa mai departe;

- analiza imaginilor, măslinelor, în timp real;
- dezvoltarea și implementarea unui program prin care să se poată determina maturitatea fructului bazat pe spectrul de culoare;
- dezvoltarea unui prototip bazat pe parametrii studiului teoretic, dar și pe baza studiului experimental asupra culorii măslinelor.

5.1.2 Contribuții experimentale

Această lucrare oferă multe contribuții experimentale, iar cele mai importante sunt:

- studiul asupra culorii măslinelor;
- studiul recunoașterii culorilor prin intermediul senzorului de culoare;
- studiul recunoașterii culorilor prin intermediul camerei de filmat;
- analiza culorilor măslinelor cu ajutorul spectrofotometrului;
- determinarea parametrilor de lucru la sortarea automată;
- analiza PSM-ului în vederea optimizării sistemelor de sortare a măslinelor;
- dezvoltarea unui program, pentru determinarea culorilor măslinelor astfel încât să fie definite corect culorile, destinație sortării;
- implementarea sistemului optim de sortare a măslinelor;
- dezvoltarea unor prototipuri de sortare a măslinelor.

5.1.3 Contribuții aplicative

- scăderea costurilor de producție, prin sortarea automată a măslinelor, atât pentru măslinile de consum cât și pentru cele destinate procesării în ulei;
- îmbunătățirea și optimizarea sortării;
- stabilirea optimă a parametrilor de sortare;
- definirea culorilor din spectrul de culoare, referință după care urmează a fi sortate măslinile;
- creșterea vitezei de sortare;
- îmbunătățirea productivității, cu precădere și a calității prin dezvoltarea PSM-urilor optime pentru fiecare soi de măslini.

5.2 Perspective de dezvoltare ulterioară a cercetării

În prezența cercetare au fost dezvoltate o serie de direcții noi, cum ar fi:

- dezvoltarea cercetărilor și la alte fructe, fructe la care prin studierea culorii lor se poate determina nivelul de maturitate precum și valorile nutritive ale acestora;
- dezvoltarea cercetărilor experimentale destinate recunoașterii culorilor prin folosirea camerei web;
- posibilitatea demarării de noi cercetări asupra sistemelor automate de sortare a fructelor;
- posibilitatea determinării existenței defectelor, deteriorării, dezvoltării improprii și a patogenilor asupra fructelor prin dezvoltarea sistemelor de analiză a imaginilor;
- dezvoltarea unui prototip de sortare automată bazat pe recunoașterea culorilor diferitelor tipuri de fructe.

Bibliografie selectivă

- 1 Antonis Aggelakis. Transformarea digitală și producția agricolă: factori, efecte, provocări și condiții pentru adoptarea de noi sisteme tehnologice. Publicație de cercetări IME GSEVEE - imegsevee.gr, Iulie 2020 Atena
- 2 Argiopoulos Georgos. Metode moderne de recoltare și prelucrare a măslinelor. Facultatea de Agricultură din Kalamata Grecia, 2010
- 3 Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment Agriculture Department. Post-collection apple management. Electronic version, Ed. Press and Information Office. Nicosia Cyprus, 2014
- 4 Nikos Charitonidis. The Ripening of fruits and vegetables. E-article at docplayer.gr 2020
- 5 Ministerul Agriculturii și dezvoltării din Cipru. Nutritional value of Olive products and their importance in the Mediterranean diet and Human health. Tipografia Cipru, Vol. 12, 2011
- 6 Niki Tavernarakis. LESSON 1: FROM OLIVE TO OIL ESTABLISHMENT AND OLIVE HARVEST RECEIPT OLIVE OIL RECEIPT TEI OF CRETE - STEG - PLANT PRODUCTION DEPARTMENT COURSE: AGRICULTURAL.
- 7 Preedy, V. R., & Watson, R. R. (Eds.). (2010). Olives and olive oil in health and disease prevention.
- 8 <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169094/nutrients>
- 9 Gavidou Nona, Zografou Efi. Olive oil, chemical composition and properties. Alexandreio Technological Educational Institute of Thessaloniki School of Health and Welfare Professions Department of Aesthetics-Cosmetology, 2008
- 10 Enzo Perri, Andrea Raffaelli, and Giovanni Sindona. Quantitation of Oleuropein in Virgin Olive Oil by Ionspray Mass Spectrometry-Selected Reaction Monitoring. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1999
- 11 <https://en.wikipedia.org/wiki/Oleuropein>
- 12 Kouroumplis P., Lappas E. Factors that Affect the Olive Oil Quality: Olive harvesting methods. HELLENIC MEDITERRANEAN UNIVERSITY SCHOOL OF HEALTH SCIENCES DEPARTMENT OF SCIENCES OF NUTRITION & DIETETICS. Thesis, 2019
- 13 Therios, I. *Olives*. Athens, Ed. Columns Design, 2014
- 14 Corpul Unic de Control Alimentarui Reguli de comercializare și etichetare a uleiului de măslini. Direcția de Evaluare și Aprobări directivă publicată, din Grecia, 2015
- 15 Therios, I. *Olive production*. Athens, Ed. CABI, 2007
- 16 Peri, C. The extra virgin Olive Oil Handbook, Wiley-Blackwell, Italy 2014
- 17 Tsimidou, Maria. (2006). Olive Oil Quality. Olive Oil: Chemistry and Technology. DOI:10.1201/9781439832028.ch6.
- 18 García, José & Seller, Silvia & Camino, M.. (1996). Influence of Fruit Ripening on Olive Oil Quality. Journal of Agricultural and Food Chemistry - J AGR FOOD CHEM. DOI: 44. 10.1021/jf950585u
- 19 Alexopoulos Theodoos. Implementation of codex standard 66-1981 / revision 2013 relating to the specifications and defects of table olive olives. Thesis. ATEI Kalamata Food Technology School. 2017
- 20 R. M. Babanatis Merce, T. Babanatsas and D. O. Glavan: " Experimental study on the automatic selection of olives", MSE 2019, Trends in New Industrial Revolution, 290, 2019
- 21 R. M. Babanatis Merce, T. Babanatsas, S. Maris, D. Tucu and O. C. Glhergan: "Study of an automatic olives sorting system", 46th Symposium on Actual Tasks on Agricultural Engineering, Zagreb, 46, pp 485-490, 2018
- 22 Roxana Mihaela BABANATIS-MERCE, Theoharis BABANATSAS, Dan Ovidiu GLAVAN, Andreea Ioana GLAVAN, Adina BUCEVSCHI, Marcello Calvete GASPAR: " Automated tool for olive color recognition in sorting system development", Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 64, Issue I, 2021
- 23 Roxana Mihaela BABANATIS-MERCE, Theoharis BABANATSAS, Dan Ovidiu GLAVAN, Raul MIRCEA, Andreea Ioana GLAVAN, Adina BUCEVSCHI, Marcello Calvete GASPAR: "Programming optical sensors to increase performance of olive sorting system", Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 64, Issue I, 2021
- 24 Nusairat, J.E. *Rust for the IoT. Building Internet of Things Apps with Rust and Raspberry Pi*. Apress, Berkeley, CA, pp 391-427, 2020

- 25 Hunt J. *A First Python Program*. In: *A Beginners Guide to Python 3 Programming*. Undergraduate Topics in Computer Science. Springer, pp 23-31, 2019
- 26 Hyun Mun Kim, Woo-Shik Kim and Dae-Sung Cho. *A new color transform for RGB coding*. 2004 International Conference on Image Processing, pp. 107-110, vol. 1, Singapore, 2004.
- 27 https://www.rapidtables.com/web/color/RGB_Color.html, accessing 25.11.2020.