

RESEARCHES REGARDING APPLES SORTING PROCESS BY THEIR SIZE

/

CERCETĂRI PRIVIND PROCESUL DE SORTARE A MERELOR DUPĂ DIMENSIUNI

Ph.D. Eng. Popa L., Ph.D. Eng. Ciupercă R., Ph.D. Eng. Nedelcu A.,
Ph.D. Eng. Voicu E., Eng. Ștefan V., Eng. Petcu A.

INMA Bucharest / Romania

Tel: 021.269.32.76; E-mail: lucretia_popa@yahoo.com

Abstract: Article comprises the results of theoretical and experimental researches related to apple sorting process by size. Apple calibration allows to sell them at an appropriate price by dimensional groups, according to standards which define fruits by categories. Apples may be designed to direct consumption (Extra category, I-st Category, II-nd Category) and consumption after being industrially processed (apple jus, apple vinegar, jams etc.). Experimental researches have been performed by means of a sorting equipment with spiral profiling rolls, which operates according to principle of longitudinal movement of fruit under action of rolls and apples falling within the correspondence area between apple size and sorting slot size between the two rolls.

Keywords: apples sorting, calibration

INTRODUCTION

Romania's accession to E.U. has imposed certain responsibilities, among which the compliance to specific norms regarding fresh fruits and vegetables sale, if the producer wants to capitalize his merchandise on a common market [7]. Products traded on these markets should meet certain conditions related to: minimum quality requirements (be whole, sain, without lesions, foreign odour and/or taste, etc.), minimum characteristics of maturity, tolerance ($\pm 10\%$ out of products number or weight), origin marking.

As for the calibration the European regulations provide for apples sold for direct consumption a minimum size of 60 mm. In order to guarantee the fruit size homogeneity, it is necessary that the diameter difference between fruits belonging to the same parcel should be limited to ± 5 mm for fruits from «Extra» category and for those from I-st and II-nd category presented by rows and superposed layers and to ± 10 mm for fruits from I-st category-as bulk, parcel or selling package [8].

The market harsh competition has led to the necessity of sorting the fruits according to European regulations. Romania has complied with these regulations and, therefore the apples sold in stores should fulfil the requirements of regulation [8].

At world level, numerous researches on fruit sorting were achieved [1]...[6], which represent a permanent concern, sorting resulting in homogenous products with greater marketability.

In the context of ones previously mentioned, INMA Bucharest has designed and achieved a sorting equipment for apples by size, designed to subsistence fruit growing farms, namely a profiling rolls equipment.

MATERIALS AND METHODS

Equipment was designed in 3D, by means of SolidWorks program, which allowed the modelling and theoretically determining the rolls position, in order to determine the sorting slots dimensions (fig.1).

Rezumat: Articolul cuprinde rezultate ale cercetărilor teoretice și experimentale privind procesul de sortare a merelor după dimensiuni. Calibrarea merelor permite vânzarea acestora la un preț adecvat pe grupe dimensionale, cunoscându-se faptul că există standarde care definesc fructele pe categorii. Merele pot fi pentru consum direct (categoria Extra, Categoria I, Categoria II) și pentru consum după industrializare (suc de mere, oțet de mere, gemuri ș.a.) Cercetările experimentale s-au realizat cu ajutorul unui echipament de sortare cu valțuri profilate tip spirală, care funcționează pe principiul avansului longitudinal al fructelor sub acțiunea valțurilor și căderii libere a merelor în zona de corespondență dintre dimensiunea mărului și dimensiunea fantei de sortare dintre cele două valțuri.

Cuvinte cheie: sortare-calibrare mere

INTRODUCERE

Intrarea României în U.E. impune anumite responsabilități, printre care și respectarea unor norme specifice privind vânzarea fructelor și legumelor în stare proaspătă, dacă producătorul dorește să-și valorifice producția în cadrul unor piețe comune [7]. Produsele comercializate în aceste piețe trebuie să respecte niște condiții privind: cerințe minime de calitate (întregi, sănătoase, fără boli, fără miros și/sau gust străin etc.), caracteristici minime de maturitate, toleranță ($\pm 10\%$ din numărul sau greutatea produselor), marcarea originii.

În ceea ce privește calibrarea, reglementările europene prevăd pentru merele care se vând pentru consumul direct, un calibru minim de 60 mm. Pentru a garanta omogenitatea de calibru a fructelor se impune ca diferența de diametru dintre fructele din același colet să fie limitată la: ± 5 mm pentru fructele din categoria «Extra» și pentru fructele din categoriile I și II prezentate pe rânduri și în straturi suprapuse și ± 10 mm pentru fructele din categoria I prezentate în vrac, în colet sau în ambalajul de vânzare [8].

Concurența din ce în ce mai acerbă conduce la necesitatea sortării fructelor conform reglementărilor europene. România s-a aliniat acestor reglementări și merele care se vând în magazine trebuie să respecte cerințele din standard [8].

Pe plan mondial s-au efectuat numeroase cercetări privind sortarea fructelor [1]...[6], constituind o preocupare permanentă, sortarea conducând la obținerea unor produse omogene și cu vandabilitate mai mare.

În contextul celor prezentate anterior, INMA București a proiectat și realizat un echipament de sortare mere după dimensiuni, destinat fermierilor din fermele pomicole de semi-subsistență, echipament cu valțuri profilate.

MATERIALE SI METODE

Echipamentul a fost proiectat în 3D, cu ajutorul programului SolidWorks, ceea ce a permis modelarea și determinarea teoretică a poziției valțurilor, pentru definirea dimensiunilor fantelor de sortare (fig.1).

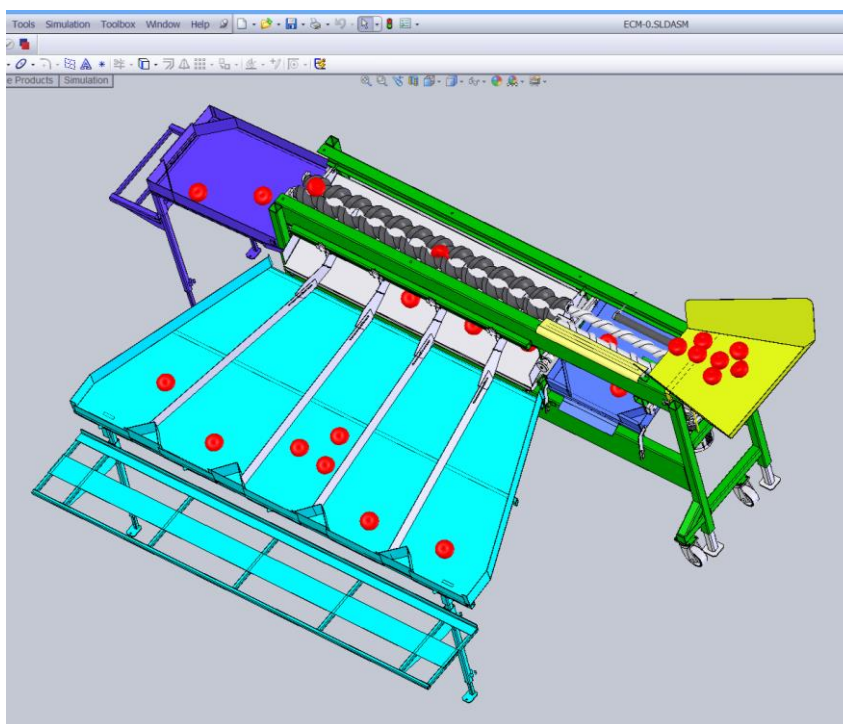


Fig.1 - Echipamentul cu valțuri profilate destinat sortării merelor după dimensiuni

Certain constructive and functional characteristics were determined since the design phase, which were subsequently checked during the testing stages of equipment.

Equipment has been tested both in laboratory and exploitation conditions.

Theoretical determination of sorting capacity

Determination was made by taking into account the main sorts of apples in Romania: Jonathan, Golden Delicious and Idared.

Calculation was made during an ideal feed flow with apples, which is continuous and uniform.

In reality, feeding breaks or auxiliary times necessary to load the apples tray, may appear, which determine a smaller real working capacity of this equipment than its theoretical capacity.

Sorting is made from small diameters to bigger ones per 7 sorting groups:

Dimensional sorting groups

- < 60 mm;
- 60...65 mm
- 65...70 mm;
- 70...75 mm;
- 75...80 mm;
- 80...85 mm;
- > 85 mm.

Apples fall on rolls in primary area where sorting of apples which size is less than 60 mm, takes place (fig.1 and fig.2). Then, they are displaced towards central area, by opposite rotation of rolls until they reach the area where the apple dimension is similar to dimension of slot between rolls and they fall on collecting trays. Rolls are disposed at a certain angle, which can be adjusted by changing the supporting bearings position. The apples designed to direct consumption are gathered both on a central and a final tray, where apples over 85 mm size are collected, but which have a smaller share in the apple mass sorted.

Apples with sizes less than 60 mm are intended to be consumed after processing as juice, vinegar, jam etc.

În faza de proiectare, s-au determinat anumite caracteristici constructive și funcționale, care au fost verificate ulterior în etapele de testare a echipamentului.

Echipamentul a fost testat atât în condiții de laborator cât și în condiții de exploatare.

Determinarea teoretică a capacității de sortare

Determinarea s-a făcut luând în considerare principalele soiuri de mere din România: Jonathan, Golden Delicious și Idared.

Calculul s-a făcut în condițiile unui flux ideal de alimentare cu mere, continuu și uniform.

În realitate, au loc întreruperi ale alimentării, apar timpi auxiliari necesități de încărcarea masei de alimentare cu mere, ceea ce face ca, pentru aceste echipamente, capacitatea de lucru reală să fie mai mică decât cea teoretică.

Sortarea se face de la diametre mici spre diametre mari, pe 7 grupe de sortare:

Grupe dimensionale de sortare:

- < 60 mm;
- 60...65 mm
- 65...70 mm;
- 70...75 mm;
- 75...80 mm;
- 80...85 mm;
- > 85 mm.

Merele cad pe valțuri în zona primară, unde are loc sortarea merelor cu dimensiuni mai mici de 60 mm (fig.1 și fig.2). Apoi sunt deplasate spre zona centrală, prin rotația valțurilor în sensuri opuse, până ce ajung în zona în care dimensiunea mărului coincide cu fanta dintre valțuri și merele cad pe tăvile de colectare. Valțurile sunt dispuse la un anumit unghi ce se poate regla, prin modificarea poziției lagărelor de sprijin. Colectarea merelor pentru consumul direct se face pe masa centrală cât și pe masa finală, unde sunt colectate merele cu dimensiuni de peste 85 mm dar care au o pondere mai mică în volumul de mere sortat. Merele cu dimensiuni mai mici de 60 mm sunt destinate a fi consumate după procesare sub formă de suc, oțet de mere, gem etc.

RESULTS

Apple specific mass is determined according to structure, texture and chemical composition, elements which at their turn depend on other factors, such as: soil and climate conditions, agro-technique applied, apple ripening level.

From specialty literature it has been found that apples have a specific weight ranged between 0.6512...0.9583 kg/cm³, their state being able to be variable, an average specific mass of fresh apples being taken into account for calculations.

$$\gamma_{\text{fresh apples}} \cong 830 \text{ kg} / \text{m}^3$$

where γ_m =apples specific mass

In order to calculate an apple mass, it has been considered the apples shape, which is not spherical, but there is a ratio K , between apple dimension on two perpendicular directions (height and equatorial diameter):

$$K = \frac{H}{D} \quad (1)$$

where:

K is the ratio between the apple dimensions on two perpendicular directions ;

H – apple height, mm

D – apple equatorial diameter , mm.

For the three sorts of apple this ratio has the following values:

<i>Jonathan sort</i>	$K = 0.82 \dots 0.86$
<i>Golden sort</i>	$K = 0.90 \dots 0.96$
<i>Idared sort</i>	$K = 0.78 \dots 0.80$

Following the determinations performed, it has been found that for Golden Delicious sort the ratio between height and diameter is almost unitary, while for the other two sorts, the apple diameter is bigger than its height.

Average mass of an apple was calculated by formula

$$m = \gamma_m \cdot V_{\text{mar}} = \gamma_m \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^3 \cdot K \quad (2)$$

where:

γ_m is apple specific mass

V_{mar} – apple volume;

Following the determinations performed and taking into account an average value of K ratio, mass m for 1 apple resulted, depending on apple sort and size, according to table 1:

REZULTATE

Masa specifică a merelor este determinată de structură, textură și compoziția chimică, elemente care la rândul lor sunt dependente de alți factori cum sunt: condițiile pedo-climatiche, agrotehnica aplicată, gradul de maturare la care este mărul.

Din literatura de specialitate a reieșit că merele au greutatea specifică cuprinsă între 0,6512...0,9583 kg/cm³, starea acestora putând fi variabilă, pentru calcule luându-se în considerare o masă specifică medie, pentru merele în stare proaspătă.

$$\gamma_{\text{mere proaspete}} \cong 830 \text{ kg} / \text{m}^3$$

unde γ_m =masa specifică a merelor

Pentru calculul masei unui măr, s-a luat în considerare faptul că forma merelor nu este sferică, ci există un raport, K , între dimensiunea mărului pe două direcții perpendiculare (înălțime și diametru ecuatorial):

$$K = \frac{H}{D} \quad (1)$$

unde:

K este raportul dintre dimensiunile mărului pe cele două direcții;

H – înălțimea mărului, mm

D – diametrul ecuatorial al mărului, mm.

Pentru cele trei soiuri de măr, acest raport are valorile:

<i>Soiul Jonathan</i>	$K = 0,82 \dots 0,86$
<i>Soiul Golden</i>	$K = 0,90 \dots 0,96$
<i>Soiul Idared</i>	$K = 0,78 \dots 0,80$

Din determinările efectuate s-a constatat că la soiul Golden Delicious raportul între înălțime și diametru este aproape unitar, pe când la celelalte două soiuri, diametrul mărului este mai mare decât înălțimea.

Masa medie a unui măr s-a calculat cu formula:

$$m = \gamma_m \cdot V_{\text{mar}} = \gamma_m \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^3 \cdot K \quad (2)$$

unde:

γ_m este masa specifică a merelor

V_{mar} - volumul mărului;

Din determinările efectuate, luând în calcul o valoare medie a raportului K , a rezultat masa m pentru 1 măr, funcție de soi și dimensiuni, conform tabelului 1:

Tabel 1

Theoretical mass of an apple according to apple sort and equatorial diameter, D

D (mm)	Masa medie pentru 1 măr, m (kg)		
	Jonathan	Golden Delicios	Idared
60	0.079	0.087	0.074
65	0.100	0.111	0.094
70	0.125	0.139	0.118
75	0.154	0.170	0.145
80	0.187	0.207	0.176
85	0.224	0.248	0.211

Friction between apples and coils surface is neglectable, as the displacement is made by apples rolling between rolls coils, fig.2, coefficient of rolling friction being almost 0; therefore the apple displacement speed on rolls is equal to axial displacement speed, which depends on rolls rotative speed and coil pitch, according to relation:

Frecarea dintre mere și suprafața spirelor este neglijabilă, deoarece deplasarea se face prin rostogolirea merelor între spirele valțurilor, fig.2, coeficientul de frecare de rostogolire fiind aproape 0, de aceea viteza de deplasare a mărului pe valțuri este egală cu viteza de deplasare axială, care este funcție de turația valțurilor și de pasul spirei, conform relației:

$$v = \frac{p \cdot n}{60} \quad [\text{mm/s}] \quad (3)$$

where:

v is axial speed, mm/s
 p = pitch of coil, mm. $p=120$ mm
 n = rolls rotative speed, rot/min. $n=88.7$ rot/min

unde:

v este viteza axială, mm/s
 p = pasul spirei, mm. $p=120$ mm
 n = turația valțurilor, rot/min. $n=88,7$ rot/min

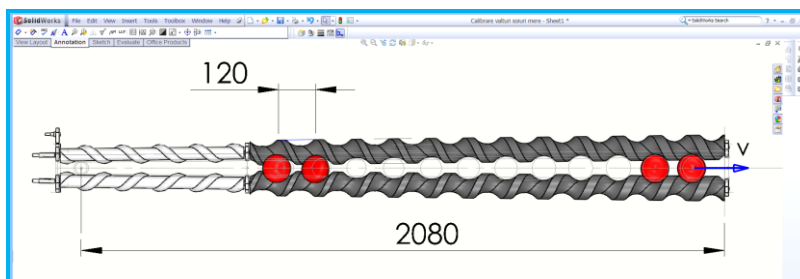


Fig.2 - Scheme of sorting parts of spiral rolls type with profiling surface

Calculations were performed based on certain simplifying hypotheses:

- the apples are considered to be homogenous as size;
- the apples feeding is continuous so that the rolls should be uniformly loaded, an apple being put in each cell.

Time of displacement of an apple on rolls was calculated by formula:

$$t = \frac{L}{v} \quad [\text{s}] \quad (4)$$

where:

t is apple displacement time to the falling area, [s];
 L = space covered by apple from fall on rolls till the sorting area, [mm];
 v = axial displacement speed of apple [mm/s]

Calibration tolerance

Tolerance of calibration is determined for each dimensional group, as a ratio between the number of products from the plot considered, which have not fulfilled the respective group requirements and the total number of apples collected per dimensional group analyzed, from plots considered, expressed in percentages.

$$c = \frac{N_c}{N_g} \cdot 100 \quad [\%] \quad (5)$$

where:

N_c is the number of apples from considered plot, which do not meet the requirements of dimensional group size;
 N_g – total number of apples collected per dimensional group analyzed, from the considered plot.

At the same time, among the apples which do not meet the size requirements of dimensional group analyzed, the number of apples with maximum diameter of equatorial section smaller by, at least 5 mm, comparing to lower limit of respective group, will be noted.

Apples displacement speed on rolls is constant, whatever the apple size is, depending only on rolls rotative speed and coil pitch:

$$v = \frac{p \cdot n}{60} = \frac{120 \cdot 88.7}{60} = 177.4 \quad \text{mm/s} \quad (6)$$

Replacing the speed value v from relation (6) in relation (4), we shall obtain:

$$t = \frac{60 \cdot L}{p \cdot n} = \frac{L}{177.4} \quad [\text{s}] \quad (7)$$

Calculule s-au efectuat luând în considerare anumite ipoteze simplificatoare:

- se consideră că merele sunt omogene ca dimensiune;
- alimentarea cu mere se face continuu, astfel că valțurile sunt încărcate uniform, în fiecare alveolă fiind câte un măr.

Timpul de deplasare a unui măr pe valțuri s-a calculat cu formula:

$$t = \frac{L}{v} \quad [\text{s}] \quad (4)$$

unde:

t este timpul de deplasare a mărului până la zona de cădere, [s];
 L = spațiul parcurs de măr de la căderea pe valțuri și până la zona în care este sortat, [mm];
 v = viteza de deplasare axială a mărului, [mm/s]

Toleranța de calibrare

Toleranța de calibrare se determină pe fiecare grupă dimensională, ca raport între numărul de exemplare din lotul considerat, care nu îndeplinesc cerințele privind calibrul grupei dimensionale respective și numărul total de exemplare colectate pe grupa dimensională analizată, din loturile considerate, exprimat în procente.

$$c = \frac{N_c}{N_g} \cdot 100 \quad [\%] \quad (5)$$

unde:

N_c este numărul de mere din lotul considerat, care nu îndeplinesc cerințele privind calibrul grupei dimensionale respective;
 N_g – numărul total de mere colectate pe grupa dimensională analizată, din lotul considerat.

De asemenea, dintre exemplarele care nu îndeplinesc cerințele privind calibrul grupei dimensionale analizate, se va nota numărul de exemplare cu diametrul maxim al secțiunii ecuatoriale mai mic cu cel puțin 5 mm față de limita inferioară a grupei dimensionale respective.

Viteza de deplasare a merelor pe valțuri este constantă, nefiind dependentă de dimensiunile mărului ci doar de turația valțurilor și de pasul spirei:

$$v = \frac{p \cdot n}{60} = \frac{120 \cdot 88.7}{60} = 177.4 \quad \text{mm/s} \quad (6)$$

Înlocuind valoarea vitezei v din relația (6) în relația (4), vom avea:

$$t = \frac{60 \cdot L}{p \cdot n} = \frac{L}{177.4} \quad [\text{s}] \quad (7)$$

If all apples were over 85 mm, they would cross all the rolls length and be gathered on the final tray.

Time necessary for an apple to cover the whole length of rolls would be t_t and for covering the distance appropriate to a coil pitch- would be t_{1p} :

$$t_t = \frac{2080}{177.4} = 11.73 \text{ s} \quad (8)$$

$$t_{1p} = \frac{120}{177.4} = 0.68 \text{ s} \quad (9)$$

To determine t_t , it was taken into account the total length of the rolls, $L_r=2080 \text{ mm}$, and for the time t_{1p} it was considered $L_{1p}=120 \text{ mm}$ as time crossed by a coil pitch.

Taking into consideration the average mass of an apple depending on its sort and the results of t_t and t_{1p} , after calculations, the conclusion reached was that the equipment has a theoretical sorting capacity according to table 2, if in each slot of every dimensional group one apple falls.

Dacă toate merele ar avea dimensiuni de peste 85 mm, ar parcurge toată lungimea valțurilor și ar fi colectate pe masa finală.

Timpul necesar unui măr pentru a parcurge întreaga lungime a valțurilor va fi t_t iar pentru parcurgerea distanței corespunzătoare unui pas al spirei, timpul necesar va fi t_{1p} :

Pentru determinarea timpului total t_t s-a luat în calcul lungimea totală a valțurilor, $L_r=2080 \text{ mm}$ iar pentru timpul t_{1p} s-a considerat spațiul $L_{1p}=120 \text{ mm}$.

Luând în considerare masa medie a unui măr, funcție de soi precum și rezultatele timpilor t_t și t_{1p} , după calcule, s-a ajuns la concluzia că echipamentul are o capacitate teoretică de sortare conform tabelului 2, dacă în fiecare fantă din fiecare grupă dimensională ar cădea câte un măr:

Tabel 2

Theoretical sorting capacity related to apple sort and equatorial diameter, D

Theoretical sorting capacity (kg/h)		
Jonathan Sort	Golden Delicios Sort	Idared Sort
655	682	580

Values in table 2 are ideal values, which is not in compliance with reality, the apple share within the total volume to be sorted not being uniform.

Experimental researches made with 3 apple sorts, the same which were previously taken into account, have led to results closer to reality.

First, the sorting rolls were adjusted by adjusting the median distance related to dimensional group, the setting being made at the beginning and the end of rolls.

An aspect during the experimental researches is shown in fig.3.

Valorile din tabelul 2 sunt niște valori ideale, ceea ce în practică nu este real, proporția merelor în volumul total ce necesită a fi sortat nefiind uniformă.

Cercetările experimentale efectuate cu 3 soiuri de mere, aceleași cu cele luate în calcul anterior au condus la niște rezultate mai apropiate de realitate.

În prealabil s-a făcut reglajul valțurilor de sortare, reglându-se distanța mediană, aferentă grupei dimensionale, reglajul făcându-se la începutul și la sfârșitul valțurilor.

În fig.3 se observă un aspect din timpul cercetărilor experimentale.



Fig.3 - Aspect during the experimental researches

The experimental researches found by measurements that the equipment has a real capacity sorting cca.450 kg/h.

As for the calibration tolerance, after having performed the measurements, taking into consideration the equatorial diameter of the apples, the following average results were obtained:

În urma cercetărilor experimentale s-a constatat prin măsurători că echipamentul are o capacitate reală de sortare de cca.450 kg/h.

În ceea ce privește toleranța de calibrare, în urma efectuării măsurătorile după diametrul ecuatorial al merelor, s-au obținut următoarele rezultate medii:

Tabel 3

Calibration tolerance

Dimensional group [mm]	Quantity [buc]	Quantity from quality category [pcs]	$D_{max}-D_{min}$ from quality category	Quantity not framing within dimensional group [pcs] / [%]	Quantity for which $D \leq$ (Lower limit-5)
60...65	0	0	0	0	0
65...70	5	5	9	3 / 60,0	0
70...75	13	13	6	2 / 15,3	0
75...80	12	12	13	7 / 58,3	0
80...85	6	6	10	1 / 16,6	0
>85	4	4	3	1 / 25,0	0

CONCLUSIONS

After experimental research have drawn the following conclusions:

- It has been found that sorting is not always made by diameter, but by the smallest size between height and diameter, also depending on the apple position in respective area, the manner in which it rotates, so that the sorting should be performed either by diameter or by height, according to their value, or ratio between the two values, H/D.
- A more precise adjustment of rolls slots, as well as an increment of sorting limits should be achieved, having in view the fact that the difference between the maximum limit and minimum limit is of only 5 mm and apples have a random behaviour, which determine a non-eloquent tolerance to calibration.
- Equipment will be useful if the sorting limits are modified, the dimensional groups diminishing up to max.3: <60 mm; 60-85 mm; >85 mm.

REFERENCES

- [1]. Nasir M.H.A. (2011) - *Fruit Recognition Based on Color Features*, Technologic University of Malaysia;
- [2]. Lee D.J., Archibald J.K.; Xiong G., (2011) - *Rapid Color Grading for Fruit Quality Evaluation Using Direct Color Mapping*, Automation Science and Engineering, IEEE Transactions on Volume:8, Issue: 2, pp.292...302;
- [3]. Lee D.J., Chang Y, Archibald J.K., Greco C.G., (2008) - *Color quantization and image analysis for automated fruit quality evaluation*, Automation Science and Engineering, IEEE International Conference, pp.194...199;
- [4]. Pla F., Sanchiz J.M., Sánchez J.S., Ugolini N., Diaz M., (2001) - *A machine vision system for on-line fruit colour classification*, Spanish Symposium on Pattern Recognition and Image Analysis;
- [5]. Dintwa E., Zeebroeck M., Ramon H., Tijssens E., (2008) - *Finite element analysis of the dynamic collision of apple fruit*, Postharvest Biology and Technology No.49 pp.260...276;
- [6]. Treeamnuk K., Pathaveerat S., Terdwongworakul A., Bupata C., (2010) - *Design of machine to size java apple fruit with minimal damage*, Biosystems Engineering, No.107, pp.140...148;
- [7]. *** - *Regulation (CE) no.1221/2008 of CE regarding the trading standards in fruits and vegetables field*
- [8]. *** - *SR 2714:2003 SR 2714:2003 Fresh fruits and vegetables.*

CONCLUZII

În urma cercetărilor experimentale s-au tras următoarele concluzii:

- S-a constatat că sortarea nu se face întotdeauna după diametru, ci după dimensiunea cea mai mică, dintre înălțime și diametru, depinzând și de poziția în care se află mărul în spațiul respectiv, de modul în care s-a rotit, astfel încât este posibil ca sortarea să se facă fie după diametru, fie după înălțime, funcție de valoarea acestora, de raportul între cele două valori, H/D.
- Se impune o reglare mai precisă a deschiderii valțurilor precum și creșterea limitelor de sortare, având în vedere că diferența între limita maximă și cea minimă este doar de 5 mm iar comportamentul merelor s-a dovedit unul aleatoriu, ceea ce face ca toleranța la calibrare să nu fie elocventă.
- Echipamentul poate fi util dacă se modifică limitele de sortare reducându-se grupele dimensionale la max.3: <60 mm; 60-85 mm; >85 mm.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Nasir M.H.A. (2011) - *Recunoașterea fructelor după caracteristicile de culoare*, Univ. Tehnologică din Malaezia;
- [2]. Lee D.J., Archibald J.K., Xiong G., (2011) - *Sortarea rapidă după culoare pentru evaluarea calității fructelor prin utilizarea mapării directe după culoare*, Automatizare și Inginerie, Lucrările IEEE Volum 8, Nr.2, pag.292...302;
- [3]. Lee D.J., Chang Y., Archibald J.K., Greco C.G., (2008) - *Cuantificarea culorii și analiza imaginii pentru evaluarea automată a calității fructelor*, Conferința Internațională IEEE, pag.194...199;
- [4]. Pla F., Sanchiz J.M., Sánchez J.S., Ugolini N., Diaz M., (2001) - *Un sistem de vizualizare pentru clasificarea on-line a fructelor după culoare*, Simpozionul Spaniol Pentru Recunoașterea Formei și Analiza Imaginii;
- [5]. Dintwa E., Zeebroeck M., Ramon H., Tijssens E., (2008) - *Analiza prin metoda elementelor finite a coliziunii dinamice a merelor*, Biologia și Tehnologia Post-recoltare No.49, pag.260...276;
- [6]. Treeamnuk K., Pathaveerat S., Terdwongworakul A., Bupata C., (2010) - *Proiectarea unei mașini pentru sortarea după dimensiuni a merelor Java, cu vătămări minime*, Ingineria Biosistemelor, Nr.107, pag.140...148;
- [7]. *** - *Regulamentul (CE) nr.1221/2008 al CE în sectorul fructelor și legumelor privind standardele de comercializare;*
- [8]. *** - *SR 2714:2003 Fructe și legume proaspete.*