

## TIPOVI SORTERA U KONTROLI KVALITETA BILJNIH PRERAĐEVINA TYPES OF SORTERS USED IN PLANT PRODUCT QUALITY CONTROL

Dr Milan ĐEVIĆ, Aleksandra DIMITRIJEVIĆ, dipl. Ing.  
Poljoprivredni fakultet Beograd  
Nemanjina 6, 11080 Zemun

### REZIME

*Rad predstavlja analizu uređaja za automatsku kontrolu kvaliteta procesa prerade krompira, voća i povrća u proizvodnji pomfrita, čipsa, snekova i suvih preradevina. Analizirani su različiti tipovi uređaja za kontrolu kvaliteta i sortiranje na bazi osnovnih fizičkih osobina poljoprivrednih materijala (oblik, veličina, boja, struktura, elektroprovodnost itd.). Prikazane su osnovne, principijalne i tehničke karakteristike uređaja. Pored edukativne, analiza je obavljena sa ciljem potenciranja značajnosti primene ovih uređaja u uspostavljanju odgovarajućeg i neophodnog sistema kontrole preradevina iz referentnog proizvodnog programa.*

**Cljučne reči:** Biljne preradevine, fizičke osobine, kvalitet, kontrolni uređaji, uređaji za sortiranje.

### SUMMARY

*This paper presents an analysis of devices on automatical processing quality control for various products such as fries, chips, snacks and dry products. Different types of quality control and sorting devices are based on main physical properties (shape, size, color, structure, electric conductivity etc) were analyzed. Technical characteristics and operational principles are also shown. Apart from educative character, this analysis should show the role of controlling systems introduction in referent processing program, emphasizing their importance.*

**Key words:** Plant products, Physical characteristics, Quality, Controlling devices, Sorters.

### UVOD

Finalizacija poljoprivredne proizvodnje u najvećem mogućem stepenu, podrazumeva i adekvatnu i potpunu kontrolu kvaliteta preradevina. Na taj način se objektivno može odgovoriti na sve veće zahteve tržišta i celokupnu realizaciju proizvodnje dovesti do osnovnog cilja odnosno maksimalnog mogućeg profita. Kontrola kvaliteta preradevina se ne može prepustiti stihiji zbog toga što postoje vrlo precizni standardi i direktive koji se primenjuju i poštuju na najatraktivnijim tržištima Evrope i sveta u celini. Zbog toga ovaj konačni proces kontrole kvaliteta preradevina ne sme da bude izostavljen ili obavljen na neadekvatan način bez obzira na investicionu vrednost potrebne opreme i relativno smanjenje potencijalne kapacitivnosti prerađivačke linije.

Rad predstavlja dijagnostičku analizu različitih varijanti uređaja za kontrolu kvaliteta biljnih preradevina: čipsa, pomfrita, snekova i proizvoda iz "suvog" proizvodnog programa voća i povrća.

Cilj rada je bio da se analizom predstave različiti tipovi uređaja za kontrolu osnovnih fizičkih osobina navedenih biljnih preradevina u varijantama kontrolnih i uređaja koji pored kontrole obavljaju i funkciju sortiranja preradevina po kvalitetu.

### MATERIJAL I METOD

Dijagnostička analiza uređaja za kontrolu kvaliteta biljnih preradevina, obuhvatila je one koji su namenski predviđeni za kontrolu i sortiranje sledećih preradevina: krompir, čips, pomfrit, snekovi, voće i povrće, i preradevine iz "suvog" programa. Analiza je obuhvatila uređaje koji kontrolišu sledeće fizičke osobine: oblik, veličinu, boju i strukturu proizvoda. Analizirani uređaji su, konceptijski u funkciji kontrole izvođenja procesa (automatske kontrole) i uređaji za kontrolu i sortiranje. Analiza se odnosila na tumačenje principa rada i osnovne tehnološko-tehničke karakteristike i njihovo pozicioniranje u ukupnom tehnološkom lancu prerade.

### REZULTATI I DISKUSIJA

Uređaje za kontrolu je moguće sistematizovati po različitim kriterijumima. Tehnički sistemi mogu podrazumevati isključivo kontrolne jedinice ali istovremeno se mogu naći i integrisani sistemi koji pored dijagnostike i kontrole mogu vršiti i sortiranje i izdvajanje nečistoća, primesa i proizvoda koji ne zadovoljavaju zadate kriterijume. Strožiji zahtevi na tržištu su usloveli pojavu sistema kontrole grupisanih proizvoda u završnoj fazi procesovanja (grupisanje i pakovanje). Tehničke sisteme kontrole je dalje moguće podeliti na poluautomatske i automatske koji su sada dominantno u primeni. Sama tehnologija kontrole može se ostvariti kod materijala koji su u sloju ili su pak u lebdećem sloju. Najčešća podela tehničkih sistema je, ipak, prema samom uređaju za kontrolu te se tako u primeni mogu naći optički sorteri, zatim sorteri na bazi usmerenog snopa svetlosti, sorteri sa primenom X-zraka i sorteri sa primenom svetlosnih električnih dioda.

#### Optički sorteri

Tehnički sistemi na bazi optičke kontrole su veoma često u primeni jer se mogu koristiti i za kontrolu i za separaciju proizvoda i preradevina prema različitim kriterijumima, uz istovremenu detekciju primesa i stranih materijala. Sorteri ovog tipa su jednostavni za korišćenje i održavanje a mogućnost integracije u veće procesne sisteme je na visokom nivou.

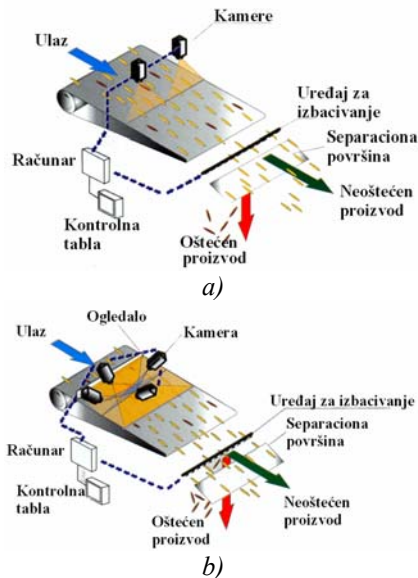
Optički sorteri su dostupni sa različitim akvizicionim sistemima i različitim izvorima svetlosti. Kontrola proizvoda se može vršiti direktno na transportnoj traci ili u zoni pada proizvoda sa trake. Oštećenja se identifikuju i ocenjuju na osnovu zahteva potrošača i tržišta. Nakon procene oštećenja, oštećeni delovi ili proizvodi bivaju "udareni" strujom vazduha sa jednog od ventila u zoni izbacivanja. Na ovaj način se oštećeni proizvodi ili primese odvajaju od početne trajektorije i bivaju odbačeni za razliku od neoštećenog kvalitetnog proizvoda koji nastavlja početnu putanju.

Optički sorteri se mogu naći u nekoliko tehničkih varijanti i to:

- sorteri sa jednom zonom kontrole,
- sorteri sa dve zone kontrole,
- kombinovani optičko-laserski sistemi i
- optički sistemi sa potpunim snimanjem proizvoda (FSV - full surround system).

### Sorteri sa jednom zonom kontrole

Sistem sa jednom zonom kontrole podrazumeva kamere postavljene tako da kontrolišu jednu osvetljenu površinu na traci. Kamere mogu biti postavljene paralelno sa trakom (slika 1a) ili pod nekim uglom (slika 1b) kako bi se mogla sagledati što veća površina proizvoda.



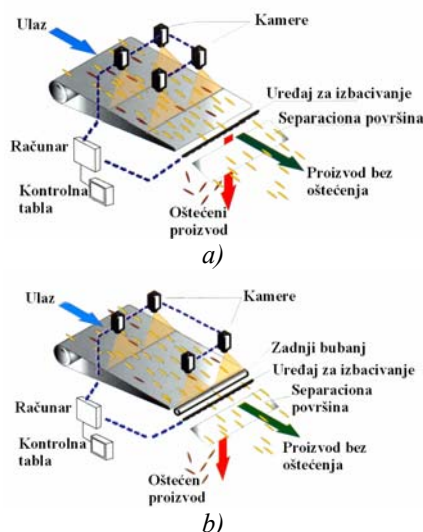
Sl. 1. Optički sorter sa jednom zonom kontrole

Fig. 1. Optical sorter with one single illuminated area

U prvoj varijanti sistem se može koristiti za kontrolu pljosnatih proizvoda i za sortiranje prema obliku. Drugi sistem se može koristiti za kontrolu zaobljenih proizvoda (krompir). Kamere mogu biti ili u boji ili crno-bele.

### Sorteri sa dve kontrolne zone

Druga varijanta optičkih sortera podrazumeva korišćenje kamera postavljenih u dve zone. U jednoj varijanti jedna kontrolna zona se nalazi na traci (slika 2.a) a druga neposredno iza završetka trake (slika 2. b).



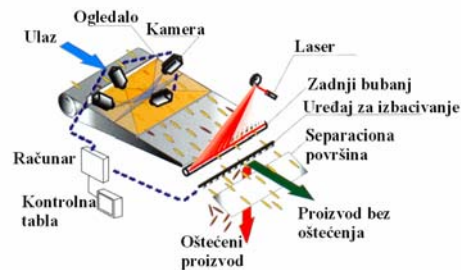
Sl. 2. Optički sorter sa dve zone kontrole

Fig. 2. Optical sorter with two illuminated areas

U ovom sistemu je moguće koristiti dva tipa osvetljenja i to fluorescentno, u jednoj zoni, i UV ili IC u drugoj. IC zračenje se može koristiti za skeniranje konture proizvoda ili njegovog položaja. U drugoj varijanti su obe kontrolne zone na samoj traci. I u ovom sistemu je moguće koristiti prethodno pomenute varijante osvetljenja. Kamere mogu biti postavljene ili normalno na traku ili pod nekim uglom.

### Kombinovani optičko-laserski sistem

Kombinovani optičko-laserski sistem (slika 3) podrazumeva sistem kamere koje obezbeđuju kontrolu prema boji i obliku dok se laserski sistem koristi za kontrolu strukturnih promena proizvoda.



Sl. 3. Kombinovani optičko-laserski sistem

Fig. 3. Integration of optical and laser system

### Optički sorteri sa potpunim snimanjem proizvoda - FSV sistem (full surround system)

Sistem optičke kontrole sa potpunim snimanjem proizvoda, kombinuje kontrolu donje površine proizvoda sa standardnim kamerama koje prate gornju površinu proizvoda. Na ovaj način se proizvod kontroliše sa svih strana. Donje kamere (slika 4) nisu postavljene direktno ispod trake već proizvod kontrolišu pomoću sistema ogledala postavljenih na kraju trake. Sve ovo, uz primenu sistema za čišćenje (CIP - cleaning in place sistem) omogućava da kamere, tokom procesa kontrole ostanu čiste.



Sl. 4. Optički sorter sa potpunim snimanjem proizvoda

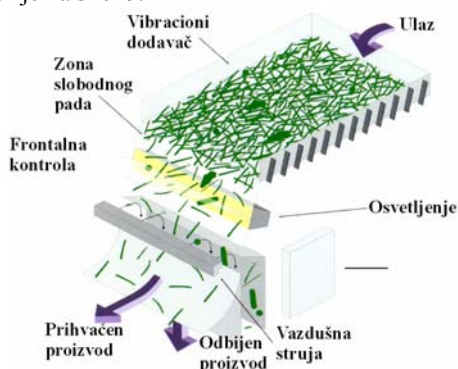
Fig. 4. Optical sorter with integrated FSV system

Optički sorteri zahtevaju električno napajanje standardnog priključka. Za odbacivanje oštećenih proizvoda najčešće se koristi komprimovani vazduh (3 – 8 bara) potoka 400 – 700 l/min dok se za čišćenje pokretne trake koristi voda koja ima temperaturu maksimalno 15<sup>0</sup> C pri pritisku od 1 bara. Potrošnja vode, za čišćenje transportne trake, kod ovih sistema se kreće oko 7 l/min.

### Sorteri na bazi usmerenog snopa svetlosti

Sorteri na bazi usmerenog snopa svetlosti se najčešće koriste u sistemima kontrole oblika i boje biljnih proizvoda i preradevina. Sistemi na bazi usmerenog snopa svetlosti,

rade na principu osvetljavanja tj na principu senki koje stvara proizvod koji podleže kontroli. Sistemi su jednostavni za rukovanje i laki za održavanje posebno iz razloga što naknadna kalibracija, posle izvesnog vremena eksploatacije nije potrebna. Jedan od primera mogućnosti korišćenja sistema za sortiranje proizvoda prema njegovom obliku prikazan je na slici 5.



Sl. 5. Tehnički sistem sortiranja proizvoda prema obliku  
Fig. 5. Shape sorter based on illumination principle

Tehnički sistem podrazumeva vibracioni dodavač koji ravnomerno raspoređuje proizvod koji slobodno pada preko usipnika. Proizvod prolazi kroz inspekcionu zonu brzinom većom

od 3 m/s. Sistem osvetljenja obezbeđuje kvalitetnu osvetljenost proizvoda u inspekcionoj zoni u kojoj se skenira svaki proizvod, a različiti tipovi oštećenih proizvoda se identifikuju i eliminišu. Dok proizvod prolazi kroz zonu skeniranja, signali se upoređuju sa zadatim parametrima po principu obrade slike na osnovu senke. Nakon nekoliko milisekundi, proizvodi neprihvatljivog oblika bivaju zahvaćeni vazdušnom strujom velike brzine i skreću sa svoje trajektorije. Proizvodi neželjenog oblika se odbacuju, dok proizvodi zadovoljavajućeg kvaliteta ulaze u narednu fazu obrade.

Zahvaljujući svom modularnom rešenju, više jedinica se može postaviti jedna pored druge sa minimalnim potrebama za slobodnim prostorom. Optimiziranjem tehnologije sortiranja na bazi usmerenog snopa svetlosti, pokriva se širok spektar proizvoda.

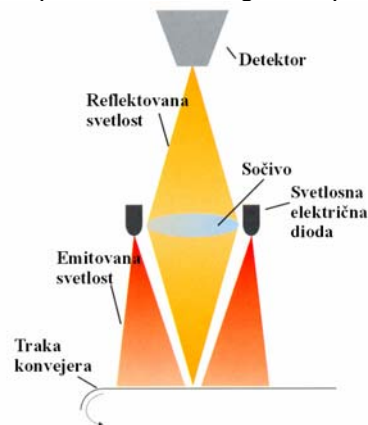
Ovi sistemi, za napajanje, koriste priključak na standardnu električnu mrežu ali sa zasebnim priključcima za određene delove sistema kao što su sistem za ubacivanje mase i sistem za odbacivanje oštećenog proizvoda i primesa. Za čišćenje pokretne trake se koristi voda temperature od 5 – 12°C pri pritisku od 1-3 bara. Vazduh, koji se koristi za odbacivanje neprihvaćenog proizvoda, je pod pritiskom od 6 do 10 bara. Njegova potrošnja iznosi, u zavisnosti od kapaciteta trake, 100 do 300 nm<sup>3</sup>/h.

### Sorteri na bazi svetlosnih električnih dioda

Sisteme sa integrisanim svetlosnim električnim diodama odlikuje visoka rezolucija, velika brzina transportne trake, detekcija primesa, lako održavanje, lako integrisanje, lako rukovanje, kontrola kvaliteta i monitoring.

Sistem, pored transportne trake (slika 6), sadrži i detekciono-kontrolnu jedinicu i krilni uređaj za izbacivanje primesa. Detekcija oštećenja se postiže upoređenjem iznosa osvetljenja led-dioda koje se reflektuje sa proizvoda dobrog kvaliteta u odnosu na oštećene. Neželjeni proizvodi ili objekti, reflektuju kontrolnu svetlost drugačije nego kvalitetni proizvodi. Kada je oštećenje ustanovljeno, biva uklonjeno

korišćenjem pneumatskog krilnog uređaja za izbacivanje koji uklanja oštećene proizvode iz toka regularnih proizvoda.



Sl. 6. Sorter sa integrisanom svetlosnom električnom diodom  
Fig. 6. Led sorter

Transportna traka ima konstantu brzinu od 3 m/s i širinu od 0,8; 1,2 i 1,6 m. Detekcioni uređaj sadrži LED izvore svetlosti i prijemnike koji su postavljeni iznad trake. Komandni pult je postavljen na detekcionom uređaju i vrlo je pristupačan za rukovanje. Sadrži kontrolu celokupnog sistema i omogućava podešavanje detekcione osetljivosti i vremena uklanjanja. Ovaj sorter ima širok spektar primene.

Sistemi sortiranja sa integrisanom svetlosnom električnom diodom koriste elektro pogon. Za eliminaciju primesa i odbacjenih proizvoda se, najčešće koristi komprimovani vazduh pritiska 1,5 – 6 bara koji, u zavisnosti od kapaciteta sortera, ima protok 60 – 100m<sup>3</sup>/h.

### Laserski sorteri

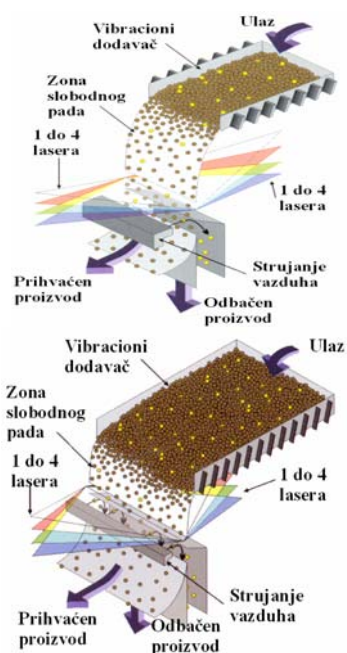
Laserski sistemi sortiranja omogućavaju sortiranje biljnih preradevina prema boji i obliku, uz istovremeno kontrolu prisustva primesa u materijalu. Jednostavni su za rukovanje i održavanje jer im nije potrebna rekalkibracija posle određenog perioda eksploatacije. Ispitivanja laserskih sistema su pokazala njihovu izuzetnu pouzdanost u radu.

Na slici 7 dat je primer laserskog sistema sortiranja koji se koristi u kontroli boje proizvoda. Vibracioni dodavač obezbeđuje ravnomerno raspoređivanje proizvoda koji slobodno pada preko patentiranog usipnika.

Proizvod prolazi kroz inspekcionu zonu brzinom većom od 3 m/s. U inspekcionoj zoni detektuju se infracrvenim laserima različiti tipovi stranih primesa - često slične boje, ali različite strukture u poređenju sa prihvatljivim proizvodom. Neprihvatljivi proizvodi slične strukture, ali različite boje poput fleka, mrlja ili proizvodi svetlije odnosno tamnije boje od uobičajene mogu biti detektovani različitim laserima (crveni, zeleni, plavi, ...).

Prilikom nailaska na zonu slobodnog pada, svi proizvodi se skeniraju sa jedne ili obe strane pomoću osam lasera istovremeno. Dok proizvodi prolaze kroz zonu skeniranja razmenjuju se i upoređuju signali reflektovanih i propuštenih laserskih zraka sa zadatim parametrima. Nakon nekoliko milisekundi, neprihvatljivi proizvodi ili primese bivaju zahvaćeni vazdušnom strujom velike brzine i skreću sa svoje trajektorije. Neželjeni proizvodi i primese se odbacuju, a prihvatljivi proizvodi idu na dalju obradu. Optimiziranjem tehnologije optičkog sortiranja pokriva se širok spektar proizvoda. Laserski sistemi sortiranja, u većini slučajeva koriste komprimovani vazduh (6 – 10 bara) za eliminaciju primesa i oštećenih proizvoda. Prosečna potrošnja vazduha, u zavisnosti od kapaciteta, iznosi 100 – 400 nm<sup>3</sup>/h. Za

čišćenje transportne trake se koristi voda radne temperature 5 – 12°C. Prosečni radni pritisak, dovoljan da kvalitetno očisti traku, iznosi 1 – 3 bara.

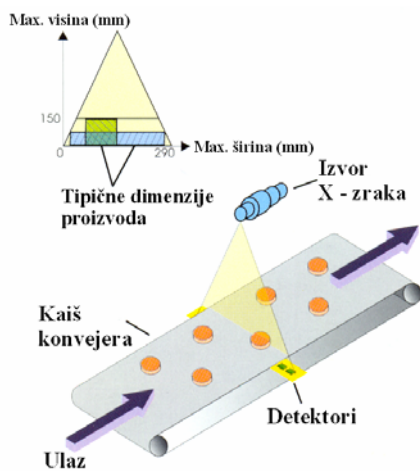


Sl. 7. Kontrola boje proizvoda laserskim sorterom  
Fig. 7. Laser color sorter

### Sorteri na bazi X zraka

Sisteme kontrole i sortiranja primenom X-zraka odlikuje visoka brzina reakcije i visoka rezolucija. Ovi sistemi su našli svoju primenu u kontroli i separaciji proizvoda uz detekciju primesa i njihovog odstranjenja. Specifičnost ovog tehničkog sistema kontrole bazira na mogućnosti kontrole grupisanih materijala u smislu detekcije elemenata koji eventualno nedostaju, što je veoma značajno u fazi pakovanja finalnog proizvoda. Sorteri sa primenom X zraka su laki za upotrebu i održavanje a pogodni su i za integrisanje u veće procesne sisteme.

U sistemu sortiranja, baziranom na tehnologiji X zračenja, proizvod prolazi trakom kroz snop X-zraka (slika 8).



Sl. 8. Sorter na bazi X zraka  
Fig. 8. X-ray sorter

Ispod trake se nalazi detektor X-zraka. Proizvod i ostali materijal sa trake apsorbiraju X-zračenje. Apsorbovana količina je veća kod gušće raspoređenih proizvoda ili tanjih proizvoda. Detektor meri intenzitet X-zraka posle apsorpcije generišući sive linije tj nivoe od 0 (nema detektovnih X- zraka) do maksimalne vrednosti (maksimum X-zraka). Ove linije, integrisanjem, formiraju dvodimenzionalnu sliku proizvoda koja dalje biva analizirana nekim softverom za procesovanje slika. Sistem za izbacivanje reaguje ukoliko se na traci nađe strano telo, staklo, metal ili, kod grupisanih proizvoda, ukoliko nedostaje jedinica.

Pored detektovanih metala na traci, sistem može da detektuje nepravilnosti ispod aluminijumskih pakovanja obezbeđujući, na taj način, visok kvalitet grupisanih proizvoda.

### ZAKLJUČAK

Poslednjih godina su se zahtevi tržišta prema kvalitetu proizvoda podigli na znatno viši nivo. Vizuelni utisak je značajan uticajni faktor izbora i prihvatanja preradevina, pored toga, ambalažirani proizvodi moraju biti pouzdano selektovani u funkciji dalje manipulacije, skladištenja, transporta i tržišnog plasmana. Kontrola kvaliteta poljoprivrednih proizvoda ili preradevina se najčešće obavlja na osnovu fizičkih, termičkih, optičkih i drugih osobina od značaja za dalje etape procesovanja.

Tehnički sistemi kontrole su obično integrisani sa sistemima za sortiranje i klasifikaciju proizvoda ili preradevina, koji mogu biti optičkog ili laserskog tipa ili pak sa X – zracima ili svetlosnim električnim diodama. Većina tehničkih sistema je optimizirana da može kontrolisati tj. sortirati proizvode prema više kriterijuma (boja, oblik, veličina).

Većina navedenih tehničkih sistema je relativno jednostavna za upotrebu i održavanje. Sistemi su potpuno automatizovani i sa mogućnošću integrisanja u veće kontrolne jedinice, jer je kapacitet pojedinačnih jedinica relativno nizak.

Primena i značaj tehničkih sistema sortiranja, integrisanih u proizvodni proces, opravdava njihovu visoku investicionu vrednost omogućavajući ostvarenje maksimalnog mogućeg profita.

### LITERATURA

- [1] Nuri N. Mohsenin (1980): Physical Properties of Plant and Animal Materials
- [2] Amos Lidor, Stanley E. Prussia, Robert L. Shewfelt (1991): Quality Management, an Industrial Approach to Produce Handling, Internal Document, ARO The Volcani Center, Institute of Agricultural Engineering
- [3] Robert L. Shewfelt, Stanley E. Prussia (1991): Visual Inspection and Sorting
- [4] E. Vrinds, P. Snoekx, M. Hertog, J. de Baerdemaeker (2005): Quality Management (Traceability), Yearbook Agricultural Engineering, 42 – 48
- [5] BEST (Belgian Electronic Sorting Technology) – Prospektni materijal
- [6] Barco Elbicon nv Belgium – Prospektni materijal

Primljeno: 06.04.2005.

Prihvaćeno: 07.04.2005.