

Vlažnost uzoraka od 10,53% karakteristična kao stanje pri kome je mehaničko ponašanje zrna soje nezavisno od režima sušenja. U klimatskim uslovima koji vladaju u Jugoslaviji, zrno soje treba sušiti na sadržaj vlage od 11 do 12% (ravnotežna vlažnost zrna - zavisi od temperature i relativne vlažnosti vazduha). Prema slici može se zaključiti da zrna soje vlažnosti 11 - 12% imaju manje vrednosti sekantnog modula elastičnosti ako su osušena vazduhom temperature 70°C tj. u tom slučaju imaće bolje mehaničke karakteristike. Navedenu konstataciju potvrđuje i činjenica da se najveći udeo zdrobljenih zrna nalazi u uzorcima koji su sušeni na manje sadržaje vlage (8,5%) i uzorcima koji su sušeni vazduhom temperature 100°C (tab.1 i 2).

ZAKLJUČCI

Zaključci koji proističu iz istraživanja su sledeći:

1. Krajnja vlažnost sušenih uzoraka ima uticaja na mehaničke osobine zrna soje. Zrna sa manjim sadržajem vlage su sa većim vrednostima modula elastičnosti i imaju nepovoljnije mehaničke karakteristike.
2. Prilikom sušenja zrna soje postoji karakteristična vlažnost sušenog zrna pri kojoj mehaničke osobine zrna ne zavise od temperature vazduha za sušenje. Ukoliko je vlažnost zrna pre sušenja $\omega_1 \approx 16\%$, karakteristična vlažnost će iznositi $\omega \approx 10,5\%$.
3. Zrna soje sušena na sadržaj vlage od 8,5% imaju nepovoljne mehaničke osobine bez obzira na temperaturu radnog fluida za sušenja.
4. Najveći udeo zdrobljenih zrna je uzorcima sušenim vazduhom temperature $t = 100^\circ\text{C}$ što potvrđuje nepovoljni uticaj sušenja za ovu grupu uzoraka.
5. Zrna soje ne treba sušiti vazduhom čija je temperature viša od 70°C.

LITERATURA

- [1] Babić, Ljiljana: *Uticaj nekih hibrida kukuruza na brzinu sušenja sloja zrna debljine 100-300 mm*, doktorski rad, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Univerzitet u Zagrebu, 1990.
- [2] Babić, M.: *Fizičke osobine poljoprivrednih materijala*, interna skripta, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 1994, s.27.
- [3] Babić, M. i saradnici: *Ocena uzroka neravnomernosti kvaliteta flekica soje u fabrici »Sojaprotein« Bečež, izveštaj o istraživanjima*, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 1994, s.48.
- [4] Bilanski, N.J.K.: *Mechanical properties of soybeans*, Physical properties of agricultural materials and products, Rados Reznicek, University of Agriculture, Prague, Csechoslovakia, 1988, p.363-368.
- [5] Kaifas, F.: *Strenght properties of grain crops*, Mechanical properties of agricultural materials, Polish Academy of Science, Warszawa, 1984, p.127-140.
- [6] Lazić, V., Turan, J.: *Soybean grain resistance to fracture*, International Agrophysics, A quarterly journal on properties and processes afcting plant production, 1995, p.153-157.
- [7] Lazić, V., Turan, J., Manojlović, V.: *Otpornost zrna soje na lom kao sortna karakteristika*, Zbornik radova sa XXVIII seminara agronoma, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 1994, s. 279 - 287.
- [8] Mohsenin, N.N.: *Physical Properties of Plant and Animal Materials*, Gordon and Breach Science Publisher, New York - London - Paris, s.742, 1980
- [9] Pivnički, G.: *Uticaj sadržaja vlage i režima sušenja na mehaničke osobine zrna soje*, magistarska teza, Poljoprivreni fakultet, Novi Sad, 1999, s.79.

Primljeno: 21.03.2003.

Prihvaćeno: 25.03.2003.

Bibliid: 1450-5029 (2003) 7; 1-2; p.33-37
UDK: 631.563:633.491

Pregledni rad
Review paper

TEHNOLOŠKO-TEHNIČKI SISTEMI SKLADIŠTENJA KROMPIRA TECHNOLOGY AND TECHNIQUE OF POTATO STORAGE

Dr Milan ĐEVIĆ, dr Franc KOSI, Aleksandra DIMITRIJEVIĆ dipl. inž
Poljoprivredni fakultet Beograd, Nemanjina 6, 11070Zemun

REZIME

Proizvodnja krompira poslednjih godina dobija na značaju u našoj zemlji. Bez obzira koji je finalni proizvod, pomfrit, čips, semenski krompir ili konvencionalno korišćenje u celini procesa proizvodnje i prerade, značaj skladištenja je presudan na uspešnost bilo kog vida finalizacije.

U radu se analiziraju sistemi skladištenja krompira u jednoslojnom i dvoslojnom rasporedu i izvedbe skladišta. Posebno se obrađuju faze skladištenja sa aspekta dosušivanja, suberizacije, stepenastog hlađenja, dugotrajnog režima čuvanja, dogrevanja i rekondicioniranja krompira.

Poseban aspekt razmatranja problema su kontrola procesa i opreme u skladištima krompira. U tom smislu su analizirani ventilacioni sistemi, sistemi za distribuciju i kondicioniranje vazduha u skladištima.

Završna razmatranja potenciraju značaj sistema kontrole kvaliteta proizvoda i manipulacije krompirom u toku procesa skladištenja.

Ključne reči: skladišta, tehnički sistemi, kontrola procesa, kontrola kvaliteta.

SUMMARY

Whatever the final product is, (French fry, seed potatoes or convention consumption) importance of potato storage system is decisive for any type of finalization.

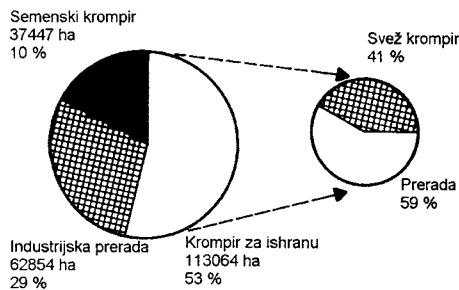
This paper analyses potato storage systems especially the phases in storage system (drying, suberization, cooling, long-term storage, heating up and reconditioning) from the aspect of microclimatic conditions.

The possibilities of controlling the processes and technical systems in storage systems using the manual control, control via thermostats or with the use of process computer are discussed. In that sense airflow equipment, air distribution systems and air-conditioning systems were analyzed. The possibilities of product quality-inspection are also shown.

Key words: storage systems, technical systems, process control, quality inspection.

UVOD

Proizvodnja krompira u svetu i kod nas sve više dobija na značaju. Krompir se koristi u ishrani u konvencionalnom obliku ili preko mnogobrojnih grupa proizvoda. Primer distribucije proizvedenog krompira prikazan je na slici (sl.1).



Sli. 1. Primer distribucije proizvedenog krompira /1,2/

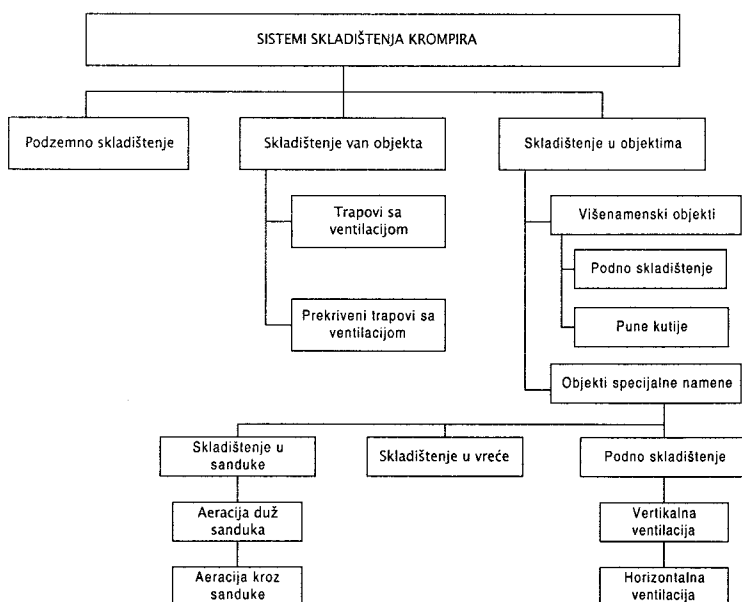
Sobzirom na obim proizvodnje 629.258.000 tona godišnje /3/ i veliku potrošnju krompira i njegovih prerađevina, sistemi skladištenja ovog proizvoda su od presudnog značaja za uspešnost bilo kog vida finalizacije proizvoda. Krompir je, s obzirom na visok sadržaj prirodne vlage, veoma osteljiv te se sistemima skladištenja moraju izbeći gubici vlage, sprečiti širenje bolesti i truljenje. Glavni faktori kvalitetnog skladištenja krompira u objektima, su niža temperatura, visoka relativna vlažnost i kontrola sastava i protoka vazduha.

Da bi se dobio zadovoljavajući kvalitet krompira koji iz skladišta ide na tržište ili dalju preradu, neophodna je i stalna kontrola prethodno pomenutih parametara, što zahteva veća finansijska ulaganja u opremu, čime se direktno utiče na formiranje tržišne cene proizvoda. Zbog toga je cilj ovog rada analiza sistema skladištenja, izvedbi skladišnog prostora i tehničkih sistema u skladištima krompira radi iznalaženja optimalnog rešenja skladišnog prostora i izbora tehničkih sistema koji će obezbediti optimalne uslove za čuvanje krompira i njegovu konkurentnu cenu na tržištu.

REZULTATI I DISKUSIJA

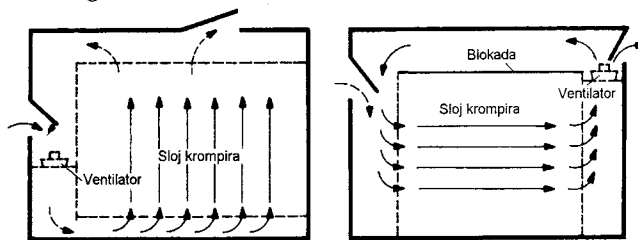
Sistemi skladištenja

Kvalitetno skladištenje krompira omogućava njegovo dalje korišćenje ili dalju preradu. Na slici (sl.2). su dati osnovni sistemi skladištenja krompira /4/.



Sli. 2. Sistemi skladištenja krompira /4/

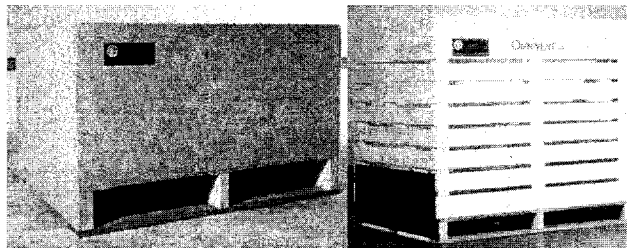
Danas su najčešće u primeni podni sistemi skladištenja sa vertikalnom ventilacijom (sistem sa nadpritiskom) ili horizontalnom ventilacijom (sistem sa podpritiskom) (sl. 3.) koja se najčešće primenjuje u skladištima krompira za dalju industrijsku preradu. Međutim, problemi sa ovakvim načinom skladištenja /5/ odnose se na visinu skladištenja, gde visina preko 4m može da izazove nagnječenje i pojavu crnih mrlja. Procesi sušenja i hlađenja nisu uvek dovoljno brzi što dovodi do znatnih gubitaka.



Sli. 3. Sistem vertikalne i horizontalne ventilacije u sistemu skladištenja

Skladištenje po sortama i odvojeno skladištenje semenskog materijala su praktično nemogući u ovom sistemu skladištenja koji takođe ne omogućava parcijalno zagrevanje delova objekta radi ostvarivanja različitih temperatura prilikom čuvanja, sortiranja i pakovanja krompira.

Za semenski krompir /5/ najčešće se koriste sistemi skladištenja u sanduke koji omogućavaju efikasnije sušenje čime se umanjuje mogućnost pojave oštećenja i bolesti. Sanduci mogu imati pune ili letvičaste stranice (Slika 4) i perforirano paletno dno radi cirkulacije vazduha.



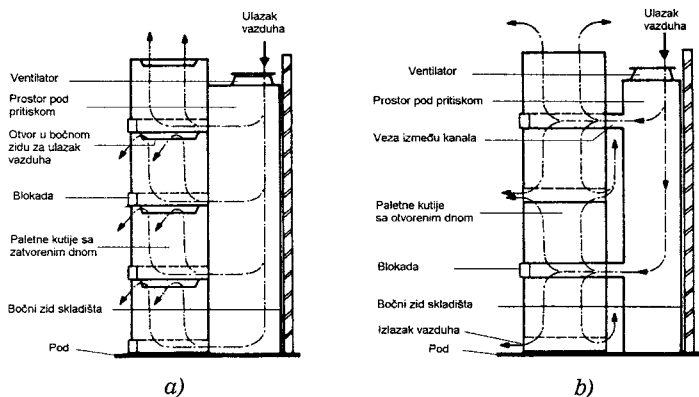
Sli. 4. Izgled sanduka za skladištenje krompira

Standardne dimenzije sanduka, ($a \times b \times h$) su 1,1 x 1,40 x 1,24 m. Moguće je primeniti ventilaciju po svim slojevima (Sl. 5a) ili po svakom drugom (Sl. 5.b).

Kod ventilacije po svim slojevima, po visini je moguće složiti pet sanduka a po dužini devet, dok je kod ventilacije po svakom drugom sloju, po visini moguće složiti četiri sanduka, a po dužini pet. Razmak između redova treba da bude najmanje 10 cm.

Skladištenje u vreće se koristi za skladištenje semenskog krompira. Vreće se mogu slagati do visine od 5m.

Radi ograničenja uticaja spoljašnjih faktora na kontrolisane uslove u skladištu, /6/ neophodna je adekvatna izolacija samog skladišta. Za izolaciju se najčešće koriste poliuretani i to u vidu spreja /7/, čime se dobija izolovana površina bez pukotina, i mineralna vuna. Za smanjenje uticaja sunčevog zračenja preko krovne površine, moguće je koristiti reflektujuće materijale ili prazan prostor između krovne konstrukcije i izolacionog materijala. Radi sprečavanja kondenzacije na krovnoj površini potrebno je smanjiti temperaturnu razliku između unutrašnje površine objekta i unutrašnjeg vazdušnog prostora. Drugi način je ugraditi sistem za recirkulaciju vazduha preko sloja krompira kako bi se intenziviralo kretanje vazduha a samim tim i razmena toplote između vazduha u skladištu i samog objekta. Smanjenje kondenzacije je moguće i postavljanjem apsorbira vlage iznad sloja krompira, ili postavljanjem ventilatora na zidove objekta radi smanjenja vlažnosti u trenucima kada je rizik od kondenzacije visok.



Sl. 5. Ventilacija u sistemu skladištenja u sanducima

Tehnički sistemi u skladištima

Tehnički sistemi u skladištima su u funkciji obezbeđivanja adekvatnih uslova potrebnih za kvalitetno čuvanje krompira. Najviše pažnje je posvećuje izboru optimalnog ventilacionog sistema i sistema za kondicioniranje vazduha.

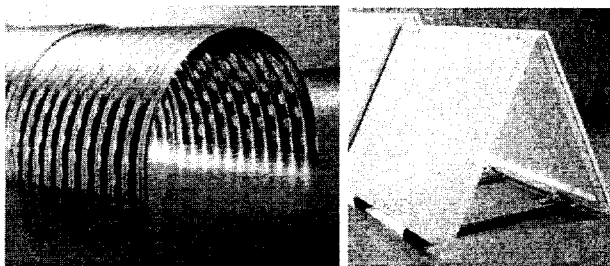
Ventilacija

Protok vazduha na ventilatoru direktno utiče na efekat hlađenja i stepen sušenja skladištenog materijala, te se prema objektu i materijalu sistem mora i optimizirati. Za kvalitetno sušenje i hlađenje krompira potreban protok ventilatora iznosi 100-150 m³/h po m³ prostora. Najčešće su u primeni aksijalni ventilatori protoka 30000-50000 m³/h. Za izbor tipa ventilacionog sistema bitna je i stabilnost radne tačke ventilatora /8/, specifična potrošnja el.energije (W/1000 m³/h), nivo proizvedene buke i pouzdanost i trajnost sistema.

Distribuciju vazduha

Prvi zadatak koji se postavlja pred ove sisteme odnosi se na ravnomernu distribuciju vazduha duž sloja krompira. Pravilno izabran sistem smanjuje masene gubitke i temperaturni gradijent u sloju krompira a inhibitori klijanja bivaju bolje raspoređeni. Drugi uslov je da ovi sistemi ne ometaju manipulaciju prilikom punjenja i pražnjenja skladišta.

Kao praktično rešenje za ventilaciju u sistemu skladištenja krompira u slojevima, pokazali su se kanali ispod i iznad nivoa poda, i letvičasti podovi. Brzina strujanja vazduha na ulazu u kanale treba da je 4-6 m/s. Kanali iznad površine poda se najčešće izrađuju kao polukružni valoviti metalni elementi ili kao drveni trougaoni vodovi ili (sl. 6.).



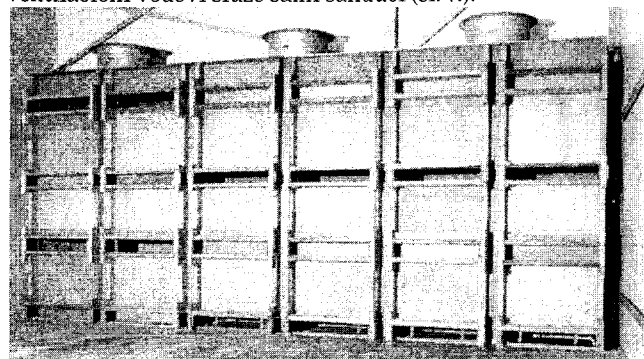
Sl. 6. Izgled ventilacionih vodova

Glavne prednosti ovog sistema su niža investiciona ulaganja i mogućnost boljeg iskorišćenja podne površine. Razmak između središnjih linija dva kanala trebao bi biti jednak ili manji od visine sloja krompira kako bi se eliminisale zone do kojih vazduh ne može doći. Brzina strujanja vazduha u kanalima se kreće u granicama 6-10 m/s. Da bi se umanjili gubici i poboljšao kvalitet distribucije vazduha, maksimalna dozvoljena brzina ne bi trebalo da prelazi 8 m/s. Otvori na izlazu kanala bi trebalo da budu projektovani što bliže podu radi smanjenja zona do kojih vazduh ne dolazi. Za drvene kanale, ukupna izlazna površina treba da je 2-3 puta veća od preseka najvećeg elementa. Za polukružne metalne vodove izlazna površina se ograničava na veličinu 1,5-2 puta veću od

poprečnog preseka najvećeg elementa. Za optimalnu brzinu strujanja vazduha preporučuje se vrednost od 4 m/s, kako bi se smanjili gubici u pritisku.

Kanali ispod nivoa poda se projektuju na manjem međusobnom rastojanju. Razmak između središnjih linija kanala je 80% veći od visine sloja krompira. Ovi kanali se projektuju kao kanali konstantnog statičkog pritiska ili kao kanali konstantnog poprečnog preseka. Zbog jednostavnije konstrukcije samim tim i niže investicije, veću primenu u praksi su našli kanali sa konstantnim poprečnim presekom. Ukoliko je odnos otvora i poprečnog preseka adekvatno izabran, ovi sistemi postižu prilično dobru distribuciju vazduha. Optimalna brzina strujanja vazduha na ulazu u kanal je 6 m/s.

Kod sistema skladištenja krompira u sanduke, kao ventilacioni vodovi služe sami sanduci (sl. 7.).



Sl. 7. Sistemi ventilacije u sistemu skladištenja krompira u sanduke

Sistem može da radi na principu konstantnog poprečnog preseka kanala ili na principu konstantnog statičkog pritiska. U sistemu konstantnog pritiska, donji sanduci dobijaju najviše vazduha dok gornji delovi ostaju slabo ventilisani. Ovaj nedostatak može biti umanjen postavljanjem usmerivača iznad gornjih sanduka.

Kondicioniranje vazduha

Grejači

Grejači se koriste kada je, u relativno kratkom vremenskom roku potrebno povisiti temperaturu skladištenog materijala. U ove svrhe se ne može koristiti topao spoljašnji vazduh zbog svoje visoke relativne vlažnosti, koja bi dovela do kondenzacije u objektu. Sistemi za grejanje mogu koristiti električnu energiju za pogon, pored toga moguće je koristiti termogena na gasovito ili tečno gorivo, direktni ili indirektni.

Jedinice za hlađenje

Jedinice za hlađenje se koriste kada temperatura vazduha van objekta nije pogodna za hlađenje unutar objekta. Ovim sistemima se temperatura krompira postepeno snižava i ostaje na potrebnom nivou i pored neadekvatne spoljašnje temperature vazduha. Jedinice za hlađenje se ipak najčešće koriste u kombinaciji sa spoljašnjim vazduhom kako bi se troškovi hlađenja smanjili.

Sistem za regulaciju vlažnosti vazduha

U primeni su dva sistema za regulaciju vlažnosti i to sistem evaporacije vode sa veće vlažne površine, i sistem vlaženja vodom kroz sistem ventilacije. Ukoliko se vrši vlaženje, količina vode se mora precizno odrediti i kontrolisati kako bi evaporirala sva količina pre nego što vazduh dospe do sloja krompira.

Antikondenzacija

Za sprečavanje kondenzacije vlage u skladištima koriste se mali ventilatori postavljeni neposredno ispod tavanice objekta ili na samom kraju skladišta iznad najvišeg sloja krompira.

Senzor

Pracenje mikroklimatskih uslova u skladištima (temperatura i vlažnost vazduha) je neophodno radi kontrole samih procesa a u cilju obezbeđivanja optimalnih uslova za skladištenje. Za praćenje temperature u skladištima krompira najčešće se koriste PT100 i NTC senzori kod kojih je električna otpornost zavisna od temperature. NTC senzori imaju veliku otpornost, nisu potpuno stabilni a preciznost im vremenom opada. PT 100 senzori su češće u upotrebi zbog svoje postojanosti, niske otpornosti i kompatibilnosti sa ostalim proizvodima različitih proizvođača. Standardni PT 100 senzor ima preciznost od 0.3° C. Jedan ovakav senzor je dovoljan za skladišta kapaciteta 100 tona.

Procesi u skladištima

U procesu skladištenja moguće je definisati sledeće faze: Sušenje ili otklanjanje suvišne vlage, Suberizacija, Stepenasto hlađenje do temperature skladištenja, Dugoročni režim čuvanja, Zagrevanje, Rekondicioniranje itd.

Uklanjanje viška vlage

U toku sušenja temperatura krompira bi trebalo da se kreće u granicama 12-20°C. Sušenje se može obaviti spoljašnjim ili zagrejanim vazduhom. U prvom slučaju temperature vazduha za ventilaciju i krompira se ne razlikuju značajno. Ovakav sistem ventilacije funkcioniše kada je temperatura vazduha za ventilaciju jednaka ili malo niža od temperature krompira, pri relativnoj vlažnosti vazduha od 92-95%. U drugom slučaju, temperatura vazduha za ventilaciju je viša od temperature krompira zahvaljujući predgrevanju.

Suberizacija

Prilikom ubiranja, manipulacije, transporta i skladištenja krompira može doći do većih ili manjih oštećenja krtola koje su tada osetljivije na pojavu crnih mrlja i parazitiskih oboljenja. Mogućnost zaceljenja tj. oporavka krtola od povreda i oštećenja, zavisi od sorte, stepena zrelosti, fiziološkog stanja krtole i uslova skladištenja (temperatura u skladištu, relativna vlažnost vazduha, prisustvo inhibitora klijavosti, prisustvo kiseonika i ugljen-dioksida). Radi boljeg zaceljenja poželjne su više temperature (25°C) i viša relativna vlažnost vazduha. Oporavak nije moguć u anaerobnim uslovima te je preporučena koncentracija kiseonika oko 3-5 %. Visoka koncentracija ugljen-dioksida (5-15%) takođe ubrzava proces zaceljivanja.

Stepenasto hlađenje do temperature skladištenja

Radi očuvanja kvaliteta krtola, /9/, krompir je neophodno rashladiti do temperature skladištenja. U te svrhe koristi se spoljašnji vazduh u kombinaciji sa prinudnom ventilacijom (fiksni ili mobilni sistemi). Najveću moć rashlađivanja ima vazduh niske entalpije, a ipak, vazduh niske vlažnosti rezultira smanjenjem sadržaja vlage u krompiru koja se ne sma dozvoliti, tako da relativna vlažnost vazduha treba da bude oko 60%.

Dugoročni režim čuvanja

U toku skladištenja gubici u masi i kvalitetu se moraju svesti na minimum. Gubici u skladištu su uglavnom određeni stanjem krompira, uslovima u skladištu i dužinom perioda skladištenja. Uzroci gubitaka u masi mogu biti respiracija, evaporacija vlage iz krompira, klijanje ili oboljenja iz skladišta.

Respiracijom krompir oslobađa energiju potrebnu za svoj životni proces što rezultira gubitkom suve materije. Minimalna respiracija je pri temperaturi vazduha od 5°C uz blago povećanje do temperature od 15°C. U tabeli 1. date su preporučene vrednosti temperature u skladištima obzirom na dalju namenu krompira.

Tabela 1. Preporučene temperature skladištenja krompira, °C
Table 1. Advised storage temperatures for potatoes

Namena krompira Potato destination	Temperatura skladištenja, °C Storage temperature
Semenski krompir Seed potatoes	2 - 4
Krompir za ishranu Consumer potatoes	4 - 5
Pomfrit/sušeni proizvodi French fry/dried products	5 - 8
Čips Chip industry	7 - 10
Skrob i derivati Strach and derivatives	6

Intenzitet respiracije zavisi od temperature skladišta, ali i od vlažnosti vazduha, isparenja krompira, inhibitora klijanja i koncentracije kiseonika i ugljen-dioksida. Visoka relativna vlažnost i inhibitori klijanja smanjuju intenzitet respiracije. Respiracija klijalog krompira je četiri puta veća od respiracije neklijalog krompira. Takođe, klice značajno povećavaju evaporaciju vlage iz krompira te ih treba suzbiti. Jedno od rešenja je primena hemijskih inhibitora (hloroprofam) ili bioinhibitora /7/.

Gubici u kvalitetu nastaju usled evaporacije vode, promene u hemijskom sastavu, širenja bolesti i ekstremnih temperatura. Kvalitet proizvoda je prilično uslovljen i karakteristikama materijala, u nekim slučajevima više nego samim sistemom skladištenja.

Dogrevanje

Neposredno pred isporuku krompira iz skladišta, on se mora zagrejeti jer je prilikom manipulacije u ovakvom stanju mnogo više osetljiv na pojavu crnih mrlja. U zavisnosti od sorte, temperatura bi trebala biti podignuta na 12-20°C (niske i rizične temperature) ili 15-18 ° C (bezbedne temperature). Temperature preko 20°C mogu izazvati pojavu crnog srca u krompiru pa ih treba izbegavati. Dogrevanje se može obaviti postojećim sistemima za ventilaciju, spoljašnjim vazduhom i, u hladnijim područjima, grejačima.

Rekondicioniranje

U periodu skladištenja u krompiru se akumulira određena količina šećera ukoliko je temperatura skladištenja niža od 7°C. Rekondicioniranje u trajanju od dve nedelje na temperaturi od 18-20 ° C može smanjiti sadržaj šećera u krtolama. Ovo je posebno bitno kod krompira koji je namenjen daljoj industrijskoj preradi ili proizvodnji čipsa.

Kontrola procesa

U procesu kontrole parametara skladištenja, upravljanje tehničkim sistemima (sistem ventilacije, antikondenzacioni sistem, rashladni sistem i sistem za povećanje vlažnosti) moguće je na više načina. Ručno upravljanje je jeftin ali prilično neprecizan sistem kontrole. Neki od nedostataka odnose se na veliku pažnju koju koju pojedinac mora da obrati u toku rada i mogućnost pojave neželjenih efekata.

Korišćenje termostata u sistemu *minimum-maximum* je moguće kod krompira koji se rashlađuje. Maksimalna temperatura podešena na termostatu je 2°C ispod temperature krompira, dok je minimalna temperatura podešena na termostatu 4°C ispod maksimalne. Ako je temperatura izvan objekta između zadatih tačaka na termostatima, vazduh za ventilaciju se pušta u objekat radi rashlađivanja materijala.

Diferencijalna regulacijaa podrazumeva poznavanje i korišćenje temperature krtola krompira, temperature van objekta i temperature vazduha unutar objekta kao inputa. Ventilatori se pokreću ako je temperatura materijala van podešenog temperaturnog opsega. Nedostatak ovog sistema kontrole je nemogućnost kontrole vlažnosti vazduha i temperature istovremeno, već su potrebne dve jedinice.

Kontrola korišćenjem računara podrazumeva da se klima u unutrašnjosti objekta i temperatura krompira kontrolišu automatski na osnovu izabrane ili zadate kontrolne strategije, koja može biti različita za različite faze u skladištenju, bazirana na temperaturi skladištenog materijala, vlažnosti i temperaturi spoljnog vazduha, vazduha u skladištu i vazduha za ventilaciju. Prednosti ovog sistema su potpuna integracija kontrola svih sistema, zatim da dodatna oprema u vidu tajmera nije potrebna i da se dati računar može vezati sa PC računarnom kako bi se omogućila lakša dalja obrada podataka.

Kontrola kvaliteta

Kvalitet proizvoda i mogućnosti njegove raznovrsne namene daju mogućnost za formiranje adekvatne cene na tržištu. U mnogim zemljama postoje različite regulative po pitanju kvaliteta proizvoda a obzirom na njegovu dalju namenu (prerada, korišćenje u svežem stanju, čips). Generalno, prilikom testiranja uzimaju se dva uzorka. Jedan uzorak služi za proveru kvaliteta u skladištu, a jedan se koristi na zahtev proizvođača. Uzorci se testiraju po nekoliko osnova:

- Maseni udeo nečistoća (klice i zemlja) i maseni udeo krompira sa oštećenjima (tab. 2.),
- Raspored krompira po klasama,
- Indeks kvaliteta baziran na staklavosti i crnom bojenju,
- Temperatura proizvoda po dospeću.

Tabela 2. Moguća oštećenja krompira

Table 2. Possible defects in potatoes

Dozvoljeni procenat oštećenja/Defect Permitted Percentage	
Oštećenje usled mraza Frost damage	0
Ostaci zemlje na krotolama Attached soil (tare)	2
Truljenje Decay (wet rot)	2
Crno srce Black hearts	2
Staklavost Glass	3
Prašna kastravost Powder burn	3
Unutrašnje klijanje Internal sprouts > 1cm	3
Krastavost Scabies	3
Boranje ili omekšavanje Wrinkling or limpness	5
Fizička oštećenja i pucanje tokom rasta Physical defects and growth cracks	8

Oštećenja usled mraza pojavljuju se usled greške u procesu ventilacije ili usled loše izolacije. Truljenje se javlja, ako je krompir bio vlažan pred skladištenje, zatim usled loše ventilacije ili kondenzacije vlage na zidovima i tavanici. Crnu unutrašnjost krtole uzrokuje nedostatak kiseonika. Prašna krastavost javlja se u vidu tanke kožaste prevlake na mestima prethodnih oštećenja. Mrlje koje su veće od 20 mm u preseku, smatraju se spoljašnjim oštećenjima /10/. Ukoliko se na jednoj šestini površine krompira pojave kraste i ako je dubina oštećenog dela veća od 2mm, može se slobodno govoriti o krastavosti kao bolesti. Boranje i omekšavanje javljaju se pri smanjenju sadržaja vlage većem od 10%. Ispucane krtole sa pukotinama dužim od jedne trećine dužine krtole i dubinom većom od 10mm se odbacuju. Distribucija krompira po klasama znatno utiče na formiranje cene na tržištu. Krupnije i ujednačenije krtole imaju bolju cenu na tržištu.

Osetljivost na crne mrlje može se izmeriti trešenjem krompira u trajanju od 30s (što je normalno u toku porcesa ubiranja i dalje manipulacije). Zatim se krompir čuva narednih 48 h ne bi li se pojavile crne mrlje. Posle skidanja ljuske, krtole se dele u četiri klase: I – bez mrlja, II – manje mrlje (mrlja < 2

mm), III – srednje mrlje (prečnik mrlje 2 – 5 mm) i IV – teška oštećenja (prečnik mrlje > 10mm).

Staklavost se može oceniti na osnovu potapanja uzorka u slanu vodu. Salinitet vode je zavisno promenljiva. Krtole koje plutaju presecaju se na pola (tamo gde je najveći prečnik) i prema izgledu se svrstavaju u tri grupe staklavosti – mala staklavost, srednja, i teška oštećenja).

ZAKLJUČAK

Optimalno skladištenje uslovljava adekvatan sistem skladišta. Kao najrentabilniji sistema skladištenja krompira pokazao se podni sistem, koji, ukoliko nije na pravilan način optimiziran, sa sobom nosi nedostatke koji se ogledaju u nedovoljnoj ventilaciji unutrašnjih slojeva krompira i u povećanju mogućnosti pojava oštećenja usled nagnječenja.

Za adekvatnu ventilaciju objekta preporučuje se protok vazduha od 100 – 150 m³/h po m³ prostora. U ove svrhe se koriste aksijalni ventilatori protoka 30000 - 50000 m³/h. Kao praktično rešenje sistema za distribuciju vazduha u podnom sistemu skladištenja, pokazali su se kanali ispod ili iznad nivoa poda koji zahtevaju manja investiciona ulaganja a omogućavaju bolje iskorišćenje podnih površina.

Radi smanjenja troškova hlađenja i zagrevanja objekta preporučuje se korišćenje odgovarajućih sistema u kombinaciji sa spoljašnjim vazduhom. Regulacija vlažnosti vazduha je jednostavnija sistemom evaporacije vlage nego korišćenjem orošavanja kroz sistem ventilacije.

Svi ovi sistemi regulišu potrebne ulove u pojedinim fazama skladištenja te je njihova brza i laka kontrola neophodna i svakom trenutku. Najkvalitetnija kontrola se može obaviti primenom računara sa unapred zadatom kontrolnom strategijom. U primeni su ipak jednostavniji, ali zato i manje precizni sistemi ručne kontrole ili kontrole pomocu termostata sa zadatim minimalnim i maksimalnim vrednostima temperature.

Svi tehnički sistemi i sistemi kontrole procesa imaju samo jedan cilj – kvalitetno čuvanje skladištenog materijala na duži vremenski period kako bi se za tržište ili dalju proizvodnju obezbedio kvalitetan materijal koji bi finansijski opravdao uložene investicije.

LITERATURA

- [1] Landbouwcijfers /Dutch Agricultural Statistics/. LEHLO. 1994. The Hague. NIVAA, The Hague Netherlands.
- [2] Productie en afzet consumptie en industrieaardappelen /Production and market for consumer and processing potatoes/. The Hague: Dutch Potato Office, NIVAA Holland. 1995.
- [3] Calhoun Brittanica Book of the Year, Encyclopaedia Britannica, BritannicaWorld Data. 1997. Chicago.
- [4] L. P. Bengtsson and J. H. Whitaker Farm structures in tropical climates. In FAO/SIDA Cooperative Programme: Rural Structures in East and Southeast Africa, FAO, Rome, 1986. Italy.
- [5] Scheer, A. Ventilatiesystemen voor kistenbewaring aardappelen /Ventilation systems in crate stores for potatoes/. Landbouwmecanisatie 47(9):16-18., 1996.
- [6] van der Schild, J. H. W. Aardappelbewaring: van inschuren tot afleveren /Potato storage: Loading to unloading stores/ Institute for Storage and Processing of Orable Products, 1986. Verweij Wageningen.
- [7] Živko Bugarčić: Vadenje, skladištenje i čuvanje krompira. Povrtarski glasnik, broj 4, 2002.god.
- [8] M. Đević, F. Kosi, Aleksandra Dimitrijević: Tehnološki parametri i optimizacija klimatizacije skladišta krompira, KGH, broj 1., 2003.god
- [9] Hesen, J. C. Potato storage in temperate climates. Publication no. 370; Institute for Storage and Processing of Arable Products, 1987.

NAPOMENA: Rad je proistekao iz istraživanja u okviru razvojnog programa Proizvodnje i prerade povrća, krompira, i proizvodnje cveća, čiji je direktor Prof.dr Branka Lazić. Program je u okviru nacionalnog programa Biotehnologija i agroindustrija

Primljeno:31.03.2003.

Prihvaćeno:01.04.2003.