

USLOVI I ZNAČAJ SKLADIŠTENJA CRNOG LUKA

CONDITIONS AND IMPORTANCE OF ONION STORAGE

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

REZIME

Crni luk predstavlja jednu od značajnijih povrtarskih kultura kako u svetu tako i kod nas. Prema svetskoj godišnjoj proizvodnji od 47 miliona tona, proizvodnja crnog luka je na trećem mestu, odmah iza paradajza i kupusa. Visoko je cenjen zbog svoje nutritivne vrednosti i ukusa. Koristi se u svežem stanju kao salata, kuvan ili u smeši sa suvim povrćem kao začinski dodatak jelima. Bez obzira na krajnju namenu crnog luka, način i kvalitet njegovog skladištenja su od izuzetnog značaja.

U radu su analizirani tehnološko-tehnički uslovi kvalitetnog skladištenja crnog luka. Na osnovu ovih parametara prikazane su osnovne koncepcije skladišnog prostora i izvršena analiza tehničkih sistema. Razmatrane su priprema i manipulacija crnim lukom neposredno pred uskladištenje, koje mogu značajno uticati na uspešnost postupka skladištenja.

Ključne reči: crni luk, kvalitet, skladišta, tehnički sistemi.

SUMMARY

Onion is very important vegetable worldwide. In terms of global yearly production of nearly 47 million tons, onion is on third place, just behind tomatoe and cabbage. It is highly valued vegetable for its flavor and nutritional value. It can be eaten in fresh condition as salad, boiled or mixed with other dry vegetables as a spice for dishes. Whatever the final purpose of onion is, storage systems and storage quality are of great importance.

This paper gives an analysis of basic requirements for quality onion storage. Based on these facts design conceptions of onion storage and technical systems analysis are given. Some thoughts on onion prestorage preparation and manipulation are given, concerning the fact that these can be of great influence on storage process.

Key words: onion, quality, storage, technical systems.

UVOD

Crni luk spada u povrtarske kulture karakterističnog ukusa i mirisa kod kojih se za ishranu koriste podzemni organi lukovice ili mladi listovi bogati ugljenim hidratima, vitaminom C i specifičnim eteričnim uljem. Svetska godišnja proizvodnja crnog luka dostiže 47 miliona tona sa prosečnim prinosom od 17.5 t/ha, dok je proizvodnja u Srbiji i Crnoj Gori 2001.god. iznosila 20 hiljada tona sa prosečnim prinosom 6 t/ha.

Bez obzira koja je krajnja namena crnog luka, kvalitetni sistemi skladištenja su od presudnog značaja. Glavni faktori od kojih zavisi uspešnost skladištenja crnog luka su sorta, temperatura, relativna vlažnost vazduha u skladišnom prostoru i stanje i oštećenost glavnice pred uskladištenje.

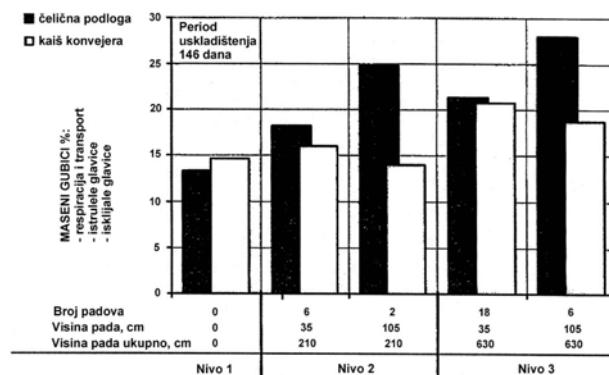
Cilj ovog rada je analiza postupaka manipulacije crnim lukom neposredno pred uskladištenje, zatim prikaz osnovnih tehničkih sistema i parametara kapacitiranja skladišta, kako bi se ostvarili minimalni maseni gubici i obezbedio kvalitetan proizvod na tržištu.

REZULTATI I DISKUSIJA

Postupci pred uskladištenje

Neposredno pred uskladištenje, glavice crnog luka moraju proći postupak separacije, čišćenja i sortiranja kako bi se odstranile sitne glavice i glavice oštećene na bilo koji način. Ovim postupkom se umanjuje rizik pojave većih masenih gubitaka i gubitaka u kvalitetu. Glavice crnog luka su podložne mehaničkim oštećenjima koja nastaju usled međusobnog kontakta ili kontakta glavica sa grubim površinama (radni organi mašina za ubiranje, transportna sredstva). Ispitivanja na

udare pokazala su da stepen povređenosti glavnice zavisi od njene veličine [3, 4] i od visine sa ko je pada (slika 1).



Sl. 1. Gubici luka u skladištu uzrokovani visinom pada, brojem padova i tipom podloge

Fig. 1. Onion storage losses as affected by number of drops, drop height, and type of impact surface

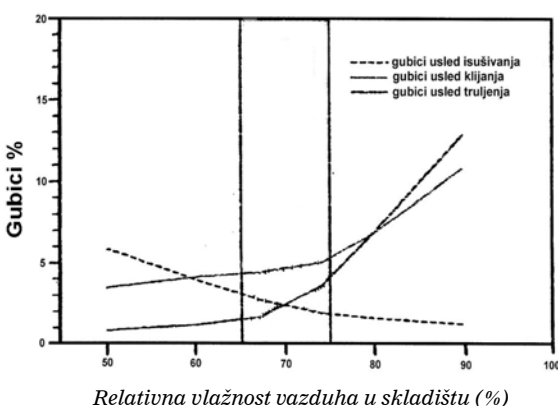
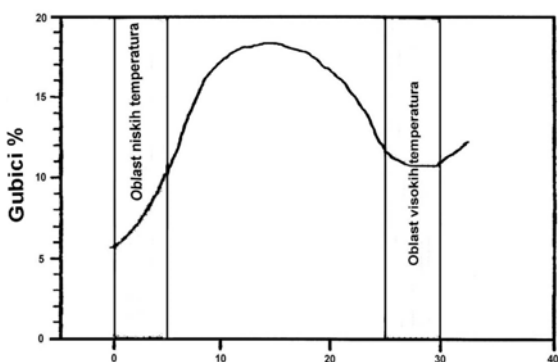
Pored mehaničkih oštećenja, visina pada, broj padova i karakteristika podloge značajno utiče i respiracija uskladištenog luka u objektu koja može dovesti do ozbiljnijih masenih gubitaka, kao i truljenje i patogenia oboljenja.

Kada su transportna sredstva u pitanju, pad sa visine veće od 50 cm na traku konvejera može izazvati značajnija mehanička oštećenja. U slučaju mekših sorti treba izbegavati pad glavice sa više od par centimetara a posebnu pažnju treba obratiti na uređaje za sortiranje koji moraju biti obloženi mekanim materijalom.

Obzirom na osetljivost glavica na pritisak, projektovana visina skladišta za skladištenje crnog luka u rinfuzi ne bi trebala biti veća od 3,5 – 4 m [5, 6]. Mehanička oštećenja se mogu izbeći ili značajno umanjiti prethodnim pakovanjem crnog luka u kutije i gajbice.

Tehnološki sistemi skladištenja

Svrha skladištenja crnog luka je produženje perioda čuvanja. Iz tog razloga je veoma važno da parametri u skladištu (temperatura i relativna vlažnost vazduha) (slika 2) budu održani na nivou koji će smanjiti rizik pojave klijanja ili razvitka skladišnih patogena.



Sl. 2. Efekat temperature i relativne vlažnosti vazduha na kvalitet crnog luka tokom perioda skladištenja

Fig. 2. Generalized effects of temperature and relative humidity on onion quality during storage

Skladištenje na nižim temperaturama

Za kvalitetno skladištenje na nižim temperaturama od presudnog značaja su kvalitetna ventilacija i niska relativna vlažnost vazduha (70 – 75 %). U tabeli 1. su date preporučene vrednosti osnovnih parametara skladišta i njihov uticaj na dužinu perioda uskladištenja Š7, 8, 9C.

Skladištenje na višim temperaturama

Skladištenje crnog luka na 25–30°C je pokazalo značajno smanjenje klijanja glavica u poređenju sa skladištenjem na 10–20°C [10, 11]. Ipak gubici u masi, sušenje glavica i truljenje su ograničili primenu ovih sistema na kraći vremenski period skladištenja.

Tabela 1. Parametri skladištenja glavica crnog luka na nižim temperaturama

Table 1. Recommended refrigerated storage conditions for onion bulbs

Temperatura Temperature (°C)	Relativna vlažnost Relative humidity (%)	Period skladištenja Length of Storage
-3 – 0	70–75	6 meseci / months
-3	85–90	5–7 meseci / months
-2	75–85	300 dana / days
-2 – (-0.6)	75–80	6 meseci / months
-1 – 0	70–80	6–8 meseci / months
-0.6	78–81	6–7 meseci / months
0	75–85	6 meseci / months
0	65–75	—
0	70–75	20–24 nedelja / weeks
0	70–75	—
0	65–70	1–2 meseca / months
0	65–70	6–8 meseci / months
0	—	230 dana / days
0	70–75 or 90–95	do 120 dana / days
0	80–85	30–35 nedelja / weeks
1 – 2	80–85	30–35 nedelja / weeks
1	87	—
1.1	70–75	16–20 nedelja / weeks
4	—	170 dana / days
8	—	120 dana / days
12	—	oko 90 dana / days
20	—	25 dana / days

Skladištenje neposredno posle ubiranja – direktno skladištenje

Prethodno pomenuti sistemi skladištenja podrazumevaju uskladištenje osušenih i zaceljenih glavica. Proces prosušivanja i naknadnog doyrevanja može trajati i 14 – 20 dana na otvorenom. U Velikoj Britaniji se, obzirom na klimatske uslove, vrši uskladištenje crnog luka odmah po ubiranju. Glavice se ubiru nedovoljno zrele, čiste i doyrevaaju u skladištima sa kontrolisanim protokom vazduha. Nakon toga skladište se na duži vremenski period u skladištima sa nižim temperaturama vazduha.

Skladišta sa kontrolisanom atmosferom (CA sistemi)

Postoji više preporuka za sastav vazduha u CA sistemu skladištenja (tab. 2.). Visok nivo CO₂ (0 – 5%) i nizak nivo O₂ (1 – 3%) u kombinaciji sa nižim režimima temperature znatno umanjuju rizik od klijanja i truljenja. Primena CA sistema je trenutno zastupljena kod razvijenih zemalja u umerenim klimatskim područjima. Ipak, njihovom primenom se značajno mogu umanjiti maseni gubici i produžiti period skladištenja ukoliko se primeni tehnički odgovarajuće i ekonomski prihvatljivo rešenje.

Tabela 2. Preporučeni sastav vazduha u CA sistemu skladištenja glavica crnog luka

Table 2. Recommended controlled-atmosphere composition for storage of onion bulbs

Ugljendioksid Carbon Dioxide (%)	Kiseonik Oxygen (%)	Temperatura Temperature (°C)
0–5	1–2	0–5
0–5	0–1	0–5
5	3	1
5	5	4–5
10	3	4–5

Preuzeto iz [12]

Tipovi objekata za skladištenje crnog luka

Izbor tipa skladišnog prostora bazira na materijalu koji se skladišti, njegovoj krajnjoj nameni i periodu skladištenja.

Jednostavni zakloni

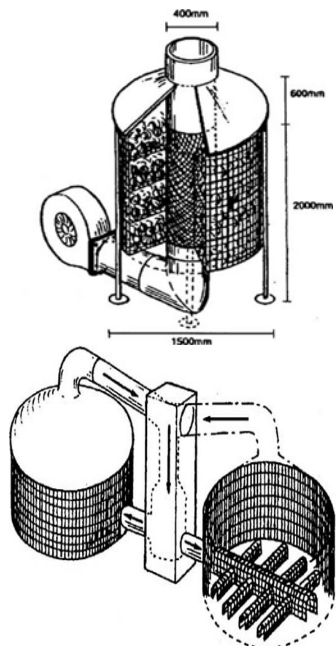
Ovi objekti se grade od slame ili drveta i pružaju elementarnu zaštitu glavica od vremenskih nepravilnosti (kiša, grad, pad temperature vazduha). Mogu se koristiti kao sistemi preduskladištenja u kojima se vrši prosušivanje i zaceljivanje glavica.

Objekti sa prinudnom ventilacijom

U ovim objektima se zagrejani vazduh koristi za prosušivanje glavica. Topo vazduh se kanalima vodi do skladišnog prostora (bin ili podno skladištenje) koji može biti metalne mrežne konstrukcije (sl. 3).

Objekti sa termičkom ventilacijom

Ovi objekti koriste variranje temperature tokom dana i noći da bi održali temperaturu u skladištu na nižem nivou. Potrebno je da diferencijalni termostat konstantno poredi spoljnu i temperaturu unutar objekta. Ventilator se uključuje kada je spoljašnja temperatura niža od temperature unutar objekta, a isključuje tokom noći kada se temperature izjednače.



Sl. 3. Primeri objekata sa prinudnom ventilacijom
Fig. 3. Examples of forced-ventilated onion store

Klimatizovana skladišta

U ovu grupu objekata spadaju dobro izolovani objekti sa grejačima vazduha koji sprečavaju izmrzavanje glavica zatim objekti sa nižom temperaturom skladištenja i konstantnim protokom vazduha i potpuno kontrolisani CA sistemi. U intenzivnijim proizvodnim područjima razvijenih zemalja znatne količine crnog luka se drže na nižim temperaturama vazduha u skladištima koja su u okviru većih trgovačkih centara. Ovim su ostvarene znatne uštede u transportu i smanjen procenat oštećenih glavica.

Kapaciteti objekata i tehničkih sistema

Skladišni prostor treba da umanjí rizik pojave bolesti i oštećenja crnog luka, da olakša manipulaciju i kontrolu, da obezbedi određeni nivo bezbednosti radnika, uz minimalne troškove. Da bi se ovo postiglo mora se doneti odluka o nameni

crnog luka, njegovom pakovanju, kapacitetu skladišta, sistemu ventilacije i odgovarajućim mikro-klimatskim parametrima skladišta.

Kapacitet skladišta zavisi od načina pakovanja. Visina objekta treba da bude za 1,5 m viša od visine uskladištenog materijala. Prilikom određivanja kapaciteta skladišta potrebno je u obzir uzeti količinu materijala koji se skladišti, dodatni prostor za punjenje i pražnjenje skladišta, prostor za opremu i prostor koji će zauzeti vodovi sistema za ventilaciju. U praksi, izrada skladišta bazira na faktorima koji su u funkciji izvodljivosti. Često je krajnji rezultat kompromis između mnogobrojnih faktora i to veličine tj. kapaciteta objekta, njegove lokacije, načina pakovanja crnog luka i konstrukcionog materijala.

Sistemi za ventilaciju

Obezbeđenje kvalitetne ventilacije je od presudnog značaja u objektima za skladištenje. Sistem za ventilaciju treba da omogući uklanjanje viška vlage i toplote koji nastaju u procesu respiracije glavica. U tabeli 3. su dati protoci vazduha u sistemu ventilacije u zavisnosti od faze skladištenja i prethodne pripreme glavica.

U sklopu sistema za ventilaciju brzine strujanja vazduha imaju različite vrednosti za pojedine delove sistema (tab. 4.). Veličina vodova i ventilatora treba biti izabrana tako da spreči povećanje brzine strujanja vazduha preko dozvoljene. Poprečni presek kanala mora biti određen na bazi protoka i maksimalne dozvoljene brzine strujanja vazduha.

Tabela 3. Preporučeni protoci vazduha bazirani na sistemu direktnog skladištenja

Table 3. Recommended airflow rates based on the direct harvest system for onions

Stanje useva Crop condition	Faza I ^a Stage I		Faza II ^b Stage II		Hlađenje Cooling	
	Protok vazduha Airflow m ³ s ⁻¹ ton ⁻¹	Pritisak Pressure kN m ⁻²	Protok vazduha Airflow m ³ s ⁻¹ ton ⁻¹	Pritisak Pressure kN m ⁻²	Protok vazduha Airflow m ³ s ⁻¹ ton ⁻¹	Pritisak Pressure kN m ⁻²
Usev prosušen u polju Field wilted	0.12	1-1.25		0.047	0.375	-
Direktno skladištenje Direct harvested	0.12	1-1.25	0.047	0.375	0.047	0.375

^a Faza I – inicijalno sušenje površine glavica

^b Faza II – nastavak sušenja

Tabela 4. Maksimalne dozvoljene brzine strujanja vazduha u ventilacionim sistemima

Table 4. Maximum permitted air velocities in ventilated systems

Deo sistema Location	Brzina stru. vazd. Air Velocity (m s ⁻¹)
Glavni vod / Main duct	10
Poprečni vod / Lateral ducts	10
Ulazna sekcija ventilatora Inlet to fan house	5
Ulazna sekc. za recirkulaciju Inlet to recirculation vents	5
Izvlačenje vazduha Exhaust ventilator	5
Uvođenje vazduha Intake ventilator	7.5

Preuzeto iz [13]

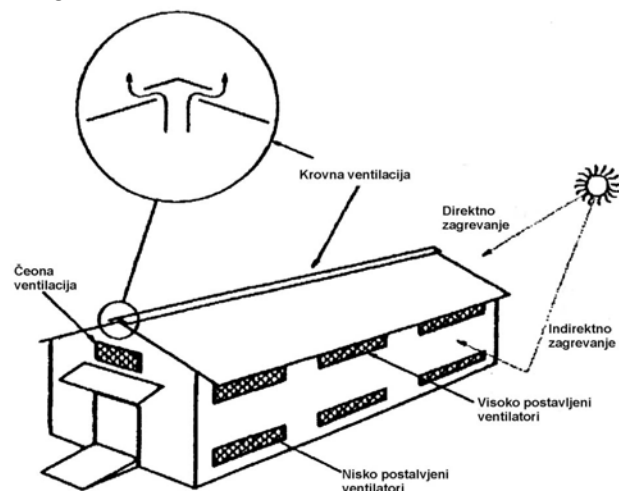
Ventilatori

U zavisnosti od kapaciteta skladišta i trenutnih potreba, sistem za ventilaciju mora da omogući nezavisnu pojedinačnu ventilaciju različitih delova skladišta. Generalno, za skladište do 200 t u upotrebi su pojedinačni aksijalni ventilatori, dok se za prostore koriste parovi aksijalnih ventilatora. Što se tiče

njihovog rasporeda, bolji efekat se postiže postavljanjem ventilatora na većoj visini (sl. 4). Sa druge strane, nisko postavljani ventilatori dodatno provetravaju glavice crnog luka u sloju.

Glavni vodovi

Glavni vodovi ne bi smeli biti niži od 1,3 m i uži od 0,8 m kako bi obezbedili kvalitetnu distribuciju vazduha i pristup radnika u slučaju potrebe za intervencijom. Vrata na ulazu u vod bi trebalo da su minimalnih dimenzija 0,6m x 0,9 m. Zidovi glavnog voda treba da izdrže naprezanje uzrokovano vazдушnom strujom i opterećenje od uskladištenog crnog luka. Tako na primer svakih 250 N/m² vazduha stvara opterećenje od 25,5 kg/m² na zidove voda sa još dodatnih 160 kg/m² bočnog opterećenja na svaki metar dužine kanala od strane glavica crnog luka.



Sl. 4. Postavljanje ventilatora u skladištu crnog luka
Fig. 4. Positioning of ventilators within onion stores

Poprečni vodovi

Poprečni vodovi bi trebalo da imaju dužinu do 10 m i poprečni presek 0,17 m². Ukoliko je dužina veća, vodovi se moraju postepeno sužavati kako bi se izbegla neravnomernost protoka. U tabeli 5. date su preporučene vrednosti suženja kanala [13].

Tabela 5. Sužavanje poprečnih kanala
Table 5. Tapering of laterals

Dužina voda Duct Length (m)	Odnos pop. preseka kanala (ulaz/izlaz, m ²) Ratio Cross-sec. Areas (inlet/outlet, m ²)
10	7:1
15	10:1
20	13:1

ZAKLJUČAK

Faktori uspešnog uskladištenja crnog luka su sorta, manipulacija pred uskladištenje i mikroklimatski parametri u

objektima (temperatura, relativna vlažnost vazduha i sastav i kvalitet vazduha).

Crni luk se može skladištiti na nižim temperaturama i nižim vrednostima relativne vlažnosti vazduha. U ovom sistemu zabeleženi su manji maseni gubici glavica i njihovo sušenje i truljenje u odnosi na sisteme skladištenja sa višom temperaturom. CA sistemi skladištenja omogućavaju potpunu kontrolu svih parametara što rezultira minimalnim gubicima i visokim kvalitetom glavica crnog luka po završetku perioda skladištenja koji može trajati i nekoliko meseci.

U skladišnim objektima mogu se primeniti prirodna i prinudna ventilacija. Objekti sa prirodnom ventilacijom su jednostavne konstrukcije i mogu predstavljati predskladišni prostor u kome će se glavice prosušiti i zaceliti. U objektima sa prinudnom ventilacijom kapacitet ventilacionog sistema zavisi od tehnologije skladištenja gde za skladištenje u rasutom stanju treba obezbediti protok od 0.047 m³s⁻¹t⁻¹ ukupnog kapaciteta skladišta dok u sistemu skladištenja crnog luka u gajbicama treba obezbediti protok 0.05 m³s⁻¹t⁻¹.

LITERATURA

- [1] Linus, U. Opara, Geyer, M.: Onion Storage, CIGR Handbook of Agricultural Engineering, Volume IV, Agro-Processing Engineering.
- [2] Statistički godišnjak, 2003.god. Zavod za statistiku, Beograd.
- [3] Oberbarnscheidt, B., Herold, B., Geyer, M.: Speisezwiebeln: Mechanisch belastet bei Ernte und Aufbereitung. Gemüse 32:492-496, 1996.
- [4] Oberbarnscheidt, B., Geyer, M., Herold, B.: Einfluß mechanischer Belastungen auf Atmung und Masseverluste bei Speisezwiebeln. Bornimer Agrartechnische Berichte H.8, 1996.
- [5] Brewster, J. L.: Onions and Other Vegetable Alliums, Wallingford, UK: CAB
- [6] International, 1994.
- [7] Böttcher, H.: Frischhaltung und Lagerung von Gemüse, Stuttgart: Eugen Ulmer, 1996.
- [8] Robinson, J. E., Brown, K. M., Burton, W. G.: Storage characteristics of some vegetables and soft fruits. Ann. Appl. Biol. 81:339, 1975.
- [9] Tindall, H. D.: Vegetables in The Tropics, London: The McMillan Press, 1983.
- [10] Thompson, A. K.: The storage and handling of onions, Report of the Tropical
- [11] Products Institute, G160. Chatham, UK, 1982.
- [12] Thompson, A. K., Booth, R. H., Proctor, F. J.: Onion storage in the tropics, Tropical Science 14(1):19-34, 1972.
- [13] van Kampen, J.: The improvement of available onion varieties. Zaadbelangen 24:135-139, 1970.
- [14] Thompson, A. K.: Postharvest Technology of Fruits and Vegetables. London: Blackwell Science, 1996.
- [15] Brice, J., Currah, L., Malins, A., Bancroft, R.: Onion Storage in the Tropics: A Practical Guide to Methods of Storage and Their Selection. Chatham, UK: Natural Resources Institute, 1997.

Primljeno : 26.03.2004.

Prihvaćeno: 27.03.2004.