Biblid: **0350-2953 (2018) 44(2): 85-92;**
UDK: 631.6; 631.1;

Originalni naučni rad
Original scientific paper

SUŠENJE POVRĆA U TUNELSKIM SUŠARAMA SA BIOMASOM KAO GORIVOM VEGETABLE DRYING IN TUNNEL DRYERS WITH BIOMASS AS FUEL

Janić Vasilije¹, Janić Todor², Igić Saša³, Višacki Vladimir²

¹ Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6

² Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8

³ Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment, Novi Sad, Cvečarska 2

e-mail: todor.janic@polj.uns.ac.rs

REZIME

U radu je opisan savremeni postupak veštačkog sušenja povrća, odnosno industrijske (začinske) paprike. On ima znatne prednosti u odnosu na ostale postupke konzervisanja povrća. Detaljno je obrađen postupak proračuna tunelske protočne sušare sa kolicima.

Definisana je potrebna termotehnička oprema sušare. Određene su radne karakteristike centrifugalnog ventilatora, definisana je termička snaga sušare, dimenzionisan je razmenjivač toplote za zagrevanje vazduha i određena termička snaga voduogrejnog kotla za obezbeđenje toplotne energije za sušaru, kuću i staklenik. Utvrđena je potrebna količina biomase, kao pogonskog goriva za sušenje povrća.

Ključne reči: sušara, povrće, industrijska paprika, proračun, biomasa

1. UVOD

U cilju dužeg čuvanja povrća nakon njihovog ubiranja, povrće se podvrgava raznim tehnološkim postupcima: konzerviranja, zamrzavanja ili sušenja (Brkić i Janić, 2006).

Konzervisanjem se najčešće u većoj ili manjoj meri menjaju fizičko-hemijske karakteristike povrća. Pored toga za pripremanje voća i povrća tehnološkim postupcima konzervisanja neophodno je koristiti adekvatnu ambalažu, što poskupljuje krajnji proizvod.

Zamrzavanjem povrća se u velikoj meri ne menjaju fizičko-hemijske karakteristike proizvoda (mada to zavisi i od same tehnologije zamrzavanja), ali je neophodno da se proizvodi nakon njihovog ubiranja relativno brzo rashlađuju i što pre zamrzavaju (Vračar, 2013), a da se nakon zamrzavanja dalje čuvaju u uslovima koji će obezbediti da neće doći do njihovog otopljanja. Ako bi do otopljanja povrća ipak došlo (namerno ili slučajno) takvo povrće se mora koristiti i nije pogodno za ponovno zamrzavanje. Pri zamrzavanju povrća potrebno je posedovati tunele za duboko zamrzavanje, hladnjače za skladištenje smrznutih proizvoda, transportna sredstva u kojima se takođe održavaju uslovi sa temperaturom ispod tačke smrzanja, kao i rashladne vitrine u prodajnim objektima. Takav, tkv. "hladni lanac" pri zamrzavanju povrća značajno povećava troškove koji se odnose na krajnji proizvod.

Nasuprot navedenom osušeno povrće može da se skladišti i prevozi na velika rastojanja bez posebnih zahteva (Karić Marina, 2014), da se koristi preko cele godine, može da se pakuje u jeftinu ambalažu, zauzima manji prostor za skladištenje, čuvanje i transport, ne gubi hranljivu vrednost u dužem vremenskom periodu, a jednostavnim postupcima rehidratacije (kvašenjem) brzo prelazi u sveže stanje.

Primarna proizvodnja povrća namenjenog sušenju obuhvata definisanje sortimenta, agrotehnike, momenta i načina berbe plodova, što podrazumeva i plansku sadnju povrća za dobijanje kvalitetne sirovine za sušenje (Brkić, Janić, 1999) i (Lozano, 2006).

Usavršavanjem konstrukcija sušara i korišćenjem pogodnih tehničko-tehnoloških rešenja uređaja i opreme za pripremu voća i povrća za veštačko sušenje, značajno je poboljšan način sušenja, te je dobijen bolji kvalitet osušenog proizvoda i proširen asortiman proizvoda. Osim toga, došla su do izražaja preimućstva postupka sušenja u odnosu na druge načine konzervisanja povrća, što je uticalo na stimulaciju proizvodnje i potrošnje ovog proizvoda u novije vreme.

2. MATERIJAL I METOD RADA

Projektnim zadatkom je definisano da se uradi konstrukciono-tehnološko rešenje tunelske protočne sušare za sušenje industrijske (začinske) paprike na privatnom gazdinstvu Željka Trkulje iz Kljajićeva. Učinak sušare treba da iznosi 3.000 kg osušene paprike za 12 do 15 dana. Vazduh za sušenje zagreva se pomoću toplovodnog kotla temperaturnog sistema 90/70°C. Pogonsko gorivo je: slama, drvo ili ugalj. Kotao treba da ima priključke toplo voda za sušaru, kuću i staklenik. Predviđene su lese sa kolicima za sušenje začinske paprike.

Kolica treba da se pomeraju kroz tunel sušare periodično. Zidove sušare uraditi od opeke i izolovati. S unutrašnje strane postaviti aluminijumski lim, a sa spoljne strane zidova sušare čelični lim. Unutrašnji zidovi tunela treba da odgovaraju propisima za prehrambenu industriju. Na ulazu i izlazu iz sušare treba staviti dvokrilna vrata od lima s izolacijom. Predvideti recirkulaciju nedovoljno zasićenog vazduha, radi uštede energije. Svi metalni delovi sušare moraju biti zaštićeni od dejstva vlage. Osnovu sušare uraditi od betona sa kanalima za pomeranje kolica.

Pri krajnje određivanim tehničkim karakteristikama pogona sušare praćeni parametri će se upisivati u prethodno pripremljene tabele na osnovu kojih se može imati tačan uvid u postignute kapacitete sušare i vrednosti postignutih snaga kotlovnog postrojenja za svaki režim rada, tj. sagorevanja ponaosob.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Tehnologija sušenja povrća

Sušenje pojedinih vrsta povrća sastoji se iz sledećih operacija: prebiranje svežih plodova (sortiranje), uklanjanje peteljki ili vrhova, pranje plodova, skidanje ljuske, izbacivanje semena (lože), sečenje na kolutove, kockice ili rezance, blanširanje, držanje u rastvoru hladne vode sa 1 do 2% NaCl ili limunske kiseline, slaganje na lese, eventualno sumporisanje, sušenje, hlađenje (kondicioniranje), skidanje s lesa, prebiranje (kontrola osušenosti), vaganje, pakovanje i skladištenje (Kerep, 1989, Brkić i Janić, 2004).

Tehnologija sušenja industrijske (začinske) paprike Zelene delove paprike, peteljke, semenjače i čašice treba odstraniti ručno, zatim odvojiti seme, koje može posebno da se suši. Papriku treba sušiti u otvorenom ili isečenom stanju.

Gubici kod čišćenja paprike mogu da iznose do 12% (Crnčević, 1973, Janić et al, 2004).

Količina paprike na jedan metar kvadratni lese iznosi 7 do 12 kg. Vreme trajanja sušenja zavisi od početnog sadržaja vlage i može da bude do 20 časova. Početna temperatura vazduha za sušenje zavisi od sistema sušenja. Kod suprotnosmernog sistema sušenja iznosi 65°C, a kod paralelnog sistema 75 do 80°C. To znači da suhu papriku treba sušiti sa nižim temperaturama da se ne bi umanjio kvalitet paprike. Količina suve u odnosu na vlažnu papriku može biti 1:4,5 do 1:6,5.

Tehnička rešenja sušara

Sušare za sušenje povrća (kao i drugih kultura: voća, lekovitog i aromatičnog bilja, šumskih i drugih plodova) mogu da budu: sušare sa lesama, sa perforiranim podom, sa kolicima, pokretnim kolicima, sa trakama, bubnjaste (dehidratori), vakuum, liofilizatori, sa valjcima, sprej, osmotske, mikrotalasne, ultrazvučne i druge sušare. Sušare sa drvenim (pletenim) lesama najstariji su tip sušara. Lese, asure, tacne ili perforirane fijeke (ladice) sa povrćem postavljaju se u vertikalni komorni kanal. Na podu komore loži se vatra ili je izgrađeno ložište sa cevima za odvod dima, a preko ložišta i cevi struji promajni vazduh, koji odnosi toplotu u sloj sušenog proizvoda. Sličnim postupkom u stara vremena sušilo se voće, duvan i hmelj. Isti način sušenja obavljao se u sušarama s perforiranim metalnim podom (Janković et al, 1961, Brkić et al, 1999).

Sušara s kolicima je savremeniji tip šaržnih sušara. Na kolica se postavljaju lese ili tacne. Na jedna kolica može biti postavljeno 15 do 20, pa i više lesa. Dimenzije jedne lese mogu biti: širina 60 do 80 cm i dužina 80 do 100 cm. Na jedan metar kvadratni lese može da se stavi od 3 do 15 kg sirovog povrća. Sadržaj vlage u sirovom povrću može da bude 70 do 95 %. Temperature vazduha za sušenje mogu da budu 50 do 75°C. Vreme trajanja postupka sušenja iznosi 4 do 34 h, zavisno od vrste, sorte i veličine plodova. Sušenje se obavlja do skladišnog (ravnotežnog) sadržaja vlage od 8 do 12, za neke vrste povrća i do 15%.

Sušare sa pokretnim kolicima su tunelski tip sušara. Kolica natovarena povrćem polako se kreću kroz tunel (komoru). Pokretanje kolica može da se obavlja ručno ili elektromotornim pogonom sa reduktorom preko čeličnog užeta (sajle), koja se namotava ili odmotava sa doboša. Utrošak tečnog goriva (ulja za loženje) može da iznosi kod ovih sušara od nekoliko desetina kilograma pa do 2,78 kg po kilogramu osušenog povrća. Za sušenje povrća može da se koristi zemni gas ili biomasa, kao jeftinije gorivo. Utrošak električne energije može da bude od nekoliko desetina, pa do 4,2 kWh po kilogramu osušenog proizvoda. Na 100 kg sirovog povrća dobija se 2,5 do 25 kg (ili %) osušenog proizvoda. Dakle, količina sirovog proizvoda za vreme postupka sušenja može da se smanji za 4 do 40 puta.

Postoji paralelni i protivstrujni sistem sušenja. Kod paralelnog sistema zagrejeni vazduh prinudno se kreće u smeru kretanja proizvoda (lese, trake i sl.). Kod protivstrujnog sistema smerovi kretanja toplog vazduha i proizvoda su suprotni. U principu suvlji proizvod ne podnosi visoke temperature vazduha, zbog uticaja na osetljive nutritivne materije (vitamine i dr.) u proizvodu. To znači da se kod paralelnog sistema može ići sa višim, a kod

suprotno-smernog sa nižim temperaturama vazduha. Kod pojedinih vrsta povrća može biti i obrnut slučaj. Naime, pojedine vrste sirovog (vlažnog) povrća su osetljive na visoke temperature.

Postoji još niz različitih tipova sušara: trakaste, bubnjaste (dehidratori), vakuum sušare, sušare liofilizatori (sušenje zamrzavanjem), sušare s toplim ili vrelim valjcima, osmotske sušare, mikrotalasne i ultrazvučne sušare. Ovi tipovi sušara imaju komplikovanija tehnička rešenja, kvalitetnije suše povrće, ali su skuplje od tunelskih tipova sušara (Brkić i Janić, 2004).

Proračun protočne tunelske sušare za sušenje industrijske (začinske) paprike

Na osnovu projektnog zadatka predviđeno je da količina osušene začinske paprike bude 3.000 kg. Usvojeno je da se navedena količina paprike osuši za 12 dana. To znači da će količina osušene paprike na dan biti 250 kg. Utvrđeno je da će početni sadržaj vlage u paprici biti oko 81,5%, a u osušenoj 10%. Količina vlažne paprike na dan iznosi 1.217 kg.

Odnos suve u odnosu na vlažnu masu je 1 : 4,87, odnosno usvojen je odnos od 1:5. Utvrđene su dimenzije lese od 0,6 x 0,9 m. Takođe, usvojena su kolica sa duplim stubom horizontalnih lesa u 20 vertikalnih nivoa. Ukupna površina lesa na kolicima je 21,6 m². Ako se na jedan metar kvadratni lesa stavi 8 kg vlažne paprike, to će ukupna masa paprike na jednim kolicima biti 173 kg. Kada se podeli ukupna dnevna masa vlažne paprike sa masom jednih kolica, onda se dobija broj kolica: 7 kolica.

Da bi bio manji utrošak energije za sušenje začinske paprike izabrana je odgovarajuća brzina kretanja vazduha iznad sloja paprike na lesama. Usvojena je unutrašnja širina tunela od 1,36, a visina od 1,69 m. Površina poprečnog preseka tunela je: 2,30 m². Za potiskivanje vazduha predviđen je kanalski centrifugalni ventilator protoka do 7.500 m³/h toplog vazduha (75°C). Usvojena je temperatura okolnog vazduha 15°C i relativna vlaga 70%.

Usvojena je početna (ulazna) temperatura zagrejanog vazduha za sušenje od 75°C. Na izlazu iz tunela određena je temperatura vazduha od 32°C. Predviđena je količina recirkulacionog vazduha do 50%. Na taj način dobija se temperatura mešavine recirkulacionog i okolnog vazduha stanja: 20°C i 90%. Zagrevanje mešavine vazduha obavlja se od temperature 20 do 75°C.

Potrebna snaga razmenjivača toplote je 120 kW. Tip razmenjivača toplote je voda-vazduh, sa tim da topla voda treba da ima temperaturu od 90/70°C, a vazduh 75/20°C.

Za proizvodnju toplotne energije predviđen je toplovodni kotao temperaturnog režima 90/70°C. Potrebna termička snaga kotla je 150 kW. Pogonsko gorivo je čvrsto gorivo: bale sojine slame, ogrevno (tvrdo) drvo ili uglj. Časovni utrošak bala sojine slame je 51 kg/h ili 4,3 bale/h, pri koeficijentu energetske efikasnosti kotla 0,7. Utrošak drva i uglja je manji, zavisno od vrste goriva, toplotne vrednosti goriva i energetske efikasnosti kotla (oko 44 kg/h drva i oko 38 kg/h uglja). Dnevni utrošak bala sojine slame je 1.020 kg ili 85 bala, a nedeljni 7.140 kg ili 595 bala. Dnevni utrošak samo drveta je oko 880 kg, a nedeljni 6.160 kg. Dnevni utrošak samo uglja je 760 kg, a nedeljni 5.320 kg. Pogonsko gorivo treba unapred obezbediti za rad od najmanje dve nedelje.

Konstrukcione karakteristike sušare

Izrađena kolica sušare imaju dve noseće vertikale za lese (sl. 1). U jednu vertikalu može da stane 20 lesa. Lese su dimenzija 0,6 x 0,9 x 0,03 m. Ram lese izrađen je od bukovog

(može i od lipovog) drveta. Dno lese urađeno je od sintetičke mreže (s otvorima dimenzija 0,25 x 0,25 mm), koja može da izdrži temperaturu vazduha do 75°C. Materijal od kojih su izrađene mreže je u skladu sa standardima za prehrambene proizvode. Po sredini lese postavljen je drveni ojačivač za mrežu. Ramska konstrukcija kolica izrađena je od metalnih cevnih profila dimenzija 20 x 30 mm. Na osnovu ramske konstrukcije postavljena je tepsija za prihvatanje ocedene tečnosti. Na postolje ramske konstrukcije pričvršćeni su točkovi (4 komada), nosivosti 100 kg/točku. Ukupna širina kolica iznosi 1.300 mm, a dužina 900 mm. Visina kolica je 1.660 mm. Broj kolica je 7 + 1 komada. Predviđeno je da se jedna kolica nalaze u rezervi i na njih se slaže vlažno ili sa njih se skida osušeno povrće.

Sušara je izgrađena u dva nivoa (sl. 2). Donji nivo je tunel sušare kroz koji se pomeraju kolica sa materijalom za sušenje, a gornji nivo je recirkulacioni kanal za vazduh. Noseći zidovi sušare urađeni su od šuplje opeke, minimalne debljine od 90 mm. Unutrašnja strana zida sušare je omalterisana malterom debljine 10 mm. Sa spoljne strane opeke stavljena je izolacija od sintetičkog materijala.

Sl. 1. Vrata na izlazu iz sušare (kolica sa lesama, šine, deflektor-dvokrilni)

Fig. 1. Dryer outlet hatch (trolley, rails, double wing deflector)

Sl. 2. Recirkulacioni kanal iznad tunela sušare

Fig. 2. Recirculation channel above the dryer tunnel

Debljina izolacionih ploča u zatvorenom prostoru iznosi 50 mm. S obe strane zida postavljen je lim. Sa unutrašnje strane tunela sušare postavljen je aluminijumski lim debljine 1 mm, a sa spoljne strane čelični lim, debljine 1 mm. Čelični lim je ofarban. Sa spoljašnje strane zida tunela sušare postavljena je čelična traka debljine 3 mm na 1 m od poda, radi odbijanja kolica. Ukupna širina zida je 150 mm. Dužina zida je 8,4 m. Unutrašnji razmak između aluminijumskih limova na zidovima je 1,66 m. Plafon tunela sušare nalazi se na visini od 1,69 m. Plafon je urađen, takođe, od aluminijumskih limova debljine 1 mm. Iznad plafona tunela sušare nalazi se recirkulacioni kanal za vazduh. U ovaj kanal postavljeni su razmenjivač toplote i centrifugalni ventilator. Plafon recirkulacionog kanala sušare je izolovan i obložen aluminijumskim limom. Debljina plafona je 150 mm.

Na čeonim stranama nalaze se termoizolovana dvokrilna vrata sušare. Vrata su urađena od čeličnih profila, koji su obloženi s unutrašnje strane s aluminijumskim limom, a sa spoljne strane sa čeličnim limom, debljine 1 mm.

Ispred prvih kolica, na 100 mm od njih, postavljena je distributivna mreža za ravnomernu raspodelu toplog vazduha po lesama. Mreža je urađena od pletene aluminijumske žice. Otvori na mreži su 5 x 5 mm i postavljeni su u šah rasporedu. Na ulazu

u tunnel sušare, iza zadnjih kolica postavljena je kratka gumena zavesa, dužine 800 mm. Cilj postavljanja zavese jeste da obezbedi kretanje toplog vazduha u gornjim delovima kolica. Razmenjivač toplote postavljen je na izlazu iz recirkulacionog kanala za vazduh (sl. 3). Vrsta razmenjivača je cevno-spiralni. Cevi su postavljene u više redova. Gabaritne dimenzije razmenjivača su: 1.200 x 1.000 x 1 mm. Tip razmenjivača je topla voda 90/70°C - vazduh 75/20°C. Cevi razmenjivača su urađene od čelika. Cevi i spirale su ofarbane osnovnom i završnom postojanom bojom. Termička snaga razmenjivača je 110 kW. Cevni priključci za kolektore razmenjivača toplote postavljeni su sa leve bočne strane razmenjivača. Toplu vodu razmenjivač toplote dobija od toplovodnog kotla (sl. 4). Kanalski centrifugalni ventilator postavljen je ispred razmenjivača toplote u recirkulacionom kanalu za vazduh. Na ulazu u ventilator nalazi se ugrađen konfuzor (usmerivač vazduha), a na izlazu iz ventilatora difuzor (raspodeljivač vazduha). Lopatičasto kolo ventilatora nalazi se blizu ose kanala. Elektromotor ventilatora postavljen je sa leve strane od kanala sušare, posmatrano u pravcu kretanja kolica kroz sušaru. U zid sušare ugrađen je otvor sa limenom pločom za zatvaranje otvora, u koji je smešten elektromotor ventilatora. Na početku i na kraju recirkulacionog kanala nalaze se aerodinamički usmerivači vazdušne struje.

Sl. 3. Razmenjivač toplote u recirkulacionom kanalu

Fig. 3. Heat exchanger in the recirculation channel

Sl. 4. Vodogrejni kotao na biomasu (bale slame)

Fig. 4. Biomass-fueled boiler (straw bales)

Na početku recirkulacionog kanala ugrađeni su zasuni za usmeravanje dela nedovoljno iskorišćenog vazduha u recirkulacioni kanal ili za izbacivanje iskorišćenog vazduha kroz posebno ugrađenu vertikalnu cev u atmosferu. Sušara je protivstrujna, tj. topli vazduh se kreće od izlazne strane tunela, ka ulaznoj strani.

Pod sušare urađen je od betona. U beton su ugrađena dva uska kanala za vođenje točkova kolica. Uređaj za povlačenje kolica sastoji se iz postolja vitla, ležišta osovine vitla, vitla, lanca, poluge, kratkog lanca sa kukom za povlačenje kolica. Prečnik doboša vitla je 300 mm. Doboš je postavljen vertikalno u ležište osovine vitla. Dužina lanca je 2,5 m. Dužina poluge je 6,3 m. Pomeranje kolica obavlja se suprotno od kretanja toplog vazduha. Toplovodni kotao je temperaturnog režima 90/70°C i smešten je u odvojenoj kotlarnici. Toplotna šema kotla sastoji se iz: razvodnog voda, ventila NO 65, cirkulacione pumpe, ventila NO 65, cevnog voda, ventila NO 65, razmenjivača toplote, sabirnog voda, ventila

NO 65, cevnog voda, sigurnosnog ventila s ekspanzionom posudom, ventila NO 65 i priključka za kotao. Na razvodnom vodu nalaze se tri priključka za: sušaru, kuću i staklenik (koji je u posedu vlasnika sušare). Staklenik se koristi i za veštačko dozrevanje paprike. Rad sušare je automatizovan, jer se jedino tako može očekivati zadovoljavajući kvalitet osušenog proizvoda. Procesom sušenja rukovode dve digitalne termo/hidro sonde za merenje temperature i relativne vlage vazduha na ulazu i na izlazu iz tunela sušare.

4. ZAKLJUČCI

Na osnovu izloženog može da se zaključi da je savremeni postupak veštačkog sušenja povrća vrlo perspektivan postupak. On ima značajne prednosti u odnosu na ostale postupke konzervisanja povrća. Veoma je široko i tokom dugog vremena osušeni proizvodi su upotrebljivi. Osušeni proizvodi se lako čuvaju i mogu da se koriste preko cele godine. Sušara može da se upotrebi za sušenje voća i drugih plodova.

Naši stručnjaci su kvalifikovani da projektuju i izrade kvalitetna postrojenja za sušenje povrća. Na ovim postrojenjima dobija se vrlo kvalitetan osušen proizvod. Posebna pogodnost postrojenja na malim gazdinstvima je ta što može da se koristi biomasa, kao alternativni i obnovljivi energent za sušenje povrća. Korišćenjem biomase dobija se višestruko jeftiniji osušeni proizvod.

Dodavanjem vode povrću ono može da se vrati u sveže stanje. Bogate zemlje na svojoj trpezi odavno koriste suvo povrće. Našom poslovnom inercijom mi smo prinuđeni da uvozimo sušeno povrće. Treba imati u vidu da naše podnevlje, zemljište i sorte omogućavaju vrlo kvalitetnu proizvodnju svežeg povrća. Naši začini od povrća, kao finalnog proizvoda mogu da budu najkvalitetniji u Evropi. Ovaj proizvod, mogli bi smo da izvozimo i ostvarimo velika devizna sredstva.

5. LITERATURA

- [1] Brkić M, Janić T. 1999. Opremanje malih i srednjih preduzeća za preradu poljoprivrednih proizvoda. Zbornik radova: „Mala i srednja preduzeća u agrobiznisu“, Departman za agroekonomiku, Poljoprivredni fakultet, s. 81-89.
- [2] Brkić M, Galić S, Žagar D. 1999. Sušara za povrće. Idejni tehničko-tehnološki projekt, „Nigal“, Novi Sad, s. 50
- [3] Brkić M. 2002. Finalizacija proizvoda na seoskom gazdinstvu. Poljoprivredni kalendar, „Poljoprivrednik“, Novi Sad, s. 374-376
- [4] Brkić M, Janić T. 2004. Sušenje povrća. Savremeni povrtar: Zbornik radova sa V savetovanja povrtara: „Savremena proizvodnja povrća“, Vojvođansko društvo povrtara, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, s. 12-14
- [5] Brkić, M, Janić, T. 2006. Sušenje povrća u tunnelskim sušarama biomasom na malom gazdinstvu, Savremena poljoprivredna tehnika, , vol. 32(1-2), s. 71- 78
- [6] Crnčević V. 1973. Sušeno voće i povrće. Poljoprivredna enciklopedija Jugoslovenski leksikografski zavod, Zagreb, s. 243-245
- [7] Janić T, Brkić M, Milenković B. 2004. Idejni tehničko-tehnološki projekt tunnelske sušare za sušenje industrijske (aleve) paprike na privatnom gazdinstvu Željka Trkulje u Kljajićevu, „Eko-produkt“ Novi Sad, s. 23
- [8] Janković M, Andrić M, Mandić S. 1961. Univerzalna sušara tipa „Cer“, Cer, Čačak
- [9] Karić Marina, 2014. Istraživanje novih modela simulacije procesa konzerviranja voća sušenjem, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, s. 224.

- [10] Kerep Nadica. 1989. Sušenje povrća. Zbornik radova sa V. savjetovanja tehnologa sušenja i skladištenja, Toplice Topusko, s. 209-216.
- [11] Lozano, J. E. 2006. Fruit Manufacturing, Springer, New York, p. 132
- [12] Tehnička dokumentacija firme „CER“, Čačak, s 43
- [13] Vračar Lj. 2013. Tehnologija zamrzavanja povrća, Tehnološki fakultet, Novi Sad, s. 306.

VEGETABLE DRYING IN TUNNEL DRYERS WITH BIOMASS AS FUEL

Janić Vasilije¹, Janić Todor², Igić Saša³, Višacki Vladimir²

¹ Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6

² University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8

³ Faculty of Economics and Engineering Management, Novi Sad, Cvečarska 2

e-mail: todor.janic@polj.uns.ac.rs

SUMMARY

This paper describes the modern method of artificial drying of vegetables, that is, industrial (spicy) peppers. It has significant advantages over other vegetable preserving processes. A detailed calculation procedure for the calculation of the tunnel flow dryer with the stroller is worked out.

The thermotechnical equipment of the dryer is defined. The performance characteristics of the centrifugal fan are determined, the thermal power of the dryer is defined, the heat exchanger for heating of the air is dimensioned and a certain thermal power of the water-heating boiler for securing heat energy for the dryer, house and greenhouse. The required amount of biomass, as a propellant for drying vegetables, was determined.

Keywords: dryers, vegetables, industrial pepper, budget, biomass

NAPOMENA: Rad predstavlja deo istraživanja na projektu III 42011 „Razvoj i unapređenje tehnologija za energetski efikasno korišćenje više formi poljoprivredne i šumske biomase na ekološki prihvatljiv način, uz mogućnost kogeneracije“, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Srbije.

Primljeno: 08. 06. 2018. god.

Prihvaćeno: 11. 06. 2018. god.