

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

Олга В. Митровић

**КИНЕТИКА СУШЕЊА И КВАЛИТЕТ
СУШЕНИХ ПЛОДОВА
НАЈЗНАЧАЈНИЈИХ СОРАТА ШЉИВА
У СРБИЈИ**

Докторска дисертација

Београд, 2012

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF AGRICULTURE

Olga V. Mitrović

**DRYING KINETICS AND QUALITY OF
DRIED FRUITS OF
MAJOR PLUM CULTIVARS GROWN
IN SERBIA**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2012

ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ, БЕОГРАД

Ментор:

Др Виктор Недовић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Др Бранислав Златковић, редовни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

ДАТУМ ОДБРАНЕ: _____

Ова докторска дисертација је урађена у Институту за воћарство у Чачку и настала је уз драгоцену помоћ неколико особа којима дугујем велику захвалност.

Најискреније се захваљујем мом ментору проф. др Виктору Недовићу на вредним саветима током писања ове докторске дисертације.

Велику захвалност дугујем проф. др Браниславу Златковићу на моралној подршци и корисним сугестијама током израде и писања рада.

Желим да се захвалим колегама и колегиницама из мог Одељења у Институту са којима сам данима сушила шљиве, радила разне анализе и од њих добијала критичку оцену рада у области сушења шљиве, којом се бавим свих ових година истраживања.

Такође, свим колегама који су ми на било који начин помогли у изради и писању овог рада се најискреније захваљујем.

На крају, највећу захвалност дугујем мојој породици, супругу Радисаву и ћеркама Наташи, Јелени и Тањи за љубав, веру и стрпљење током свих ових година.

КИНЕТИКА СУШЕЊА И КВАЛИТЕТ СУШЕНИХ ПЛОДОВА НАЈЗНАЧАЈНИЈИХ СОРАТА ШЉИВА У СРБИЈИ

Олга Митровић, Институт за воћарство, Чачак

Апстракт

Сушење је један од најважнијих процеса у прехранбеној индустрији и један од највише проучаваних у прехранбеном инжењерству. У циљу оптимизације овог процеса, који треба да омогући смањење производне цене и повећање квалитета производа, обављена су испитивања кинетике сушења и погодности сората шљиве различитих технолошких својстава за прераду сушењем.

Испитивања кинетике процеса конвективног сушења плодова шљиве у танком слоју су обављена у вертикалној прострујној експерименталној сушари, а обухваћене су четири сорте шљиве: Чачанска лепотица, Милдора, Чачанска родна и Стенлеј. Моделирање процеса сушења је обухватало примену различитих температура сушења (90 °C и 70 °C), као процесне променљиве, и диповање у кључалој води, као изабраног предтретмана, при чему је испитан њихов утицај на брзину сушења и квалитет добијених сушених плодова шљиве.

Испитивања кинетике сушења шљиве показују да плодови шљиве различитих сората имају различите брзине сушења на истим температурама сушења и да плодови шљиве исте сорте који се суше на различитим температурама сушења имају различите брзине сушења. Утицај температуре сушења се манифестује повећањем брзине сушења са повећањем температуре сушења, што доводи до скраћења времена сушења код плодова свих испитиваних сората шљиве. Због тога је време сушења плодова шљиве свих испитиваних сората на температури сушења 90 °C краће за 50% у односу на време сушења на температури 70 °C. Утицај диповања, као примењеног предтретмана, на скраћење времена сушења је значајан на температури сушења 70 °C и доводи до скраћења времена сушења за 10% код свих испитиваних сората, изузев код сорте шљиве Милдора код које је скраћење времена сушења 5.5%. Анализа хемијског састава

сушених плодова шљиве показује да су садржаји укупних киселина, укупних шећера и инвертних шећера, однос инвертних и укупних шећера и индекс сласти у сушеним плодовима шљиве карактеристика сорте и не зависе од температуре сушења нити од технолошке припреме плода (контрола и диповање).

Узимајући у обзир све испитиване параметре, сорте шљиве Милдора, Чачанска родна и Стенлеј се препоручују за сушење, а сорта Чачанска лепотица се не препоручује за сушење.

Кључне речи: шљива, технолошке особине плода, Чачанска лепотица, Милдора, Чачанска родна, Стенлеј, кинетика сушења, диповање, сушена шљива

Научна област: Биотехничке науке

Ужа научна област: Технологија биљних производа – Технологија воћа и поврћа

УДК: 634.1:634.22; 664.854

DRYING KINETICS AND QUALITY OF DRIED FRUITS OF MAJOR PLUM CULTIVARS GROWN IN SERBIA

Olga Mitrović, Fruit Research Institute, Čačak

Abstract

Drying is one of major processes in food industry and one of the most studied procedures in food engineering. Aiming at the optimization of this process, which should reduce production costs, on the one hand, and increase product quality on the other, drying kinetics of plum varieties has been investigated along with the suitability of plum cultivars with different technological properties for processing by drying.

The study of kinetics of convective drying of plum fruits in a thin layer were carried out in a vertical flow-through experimental dryer. It included four plum cultivars: 'Čačanska Lepotica', 'Mildora', 'Čačanska Rodna' and 'Stanley'. Modeling of the drying process involved different drying temperatures, i.e. 90 °C and 70 °C, as well as process variables and dipping in boiling water, the latter being the chosen pretreatment procedure, whereby their effect on the speed of drying and quality of the obtained prunes were observed.

The investigation of plum drying kinetics suggests that fruits of different plum cultivars require different speed at identical drying temperatures. The study also inferred that fruits of the same plum cultivar dried at different temperatures have different drying rate. The increased drying rate accompanied by raised drying temperature results in shorter duration of fruit drying in all the studied plum cultivars. Thus, in all the studied cultivars drying fruits at 90 °C reduces drying time by 50% as compared to drying at 70 °C. The study also reveals that dipping has a marked effect on duration of drying when applied at temperature of 70 °C reducing it by 10% in all the studied cultivars, except for 'Mildora' where the drying time is shorter by 5.5%. The analysis of chemical composition of prunes suggests that content of total acids, total sugars and inverted sugars as well as the correlation among inverted sugars, total sugars and sugar/acid ratio are cultivar specific, and are not influenced either by drying temperature or technological preparation of fruits (control and dipping).

Given all the studied parameters, plum cvs 'Mildora', 'Čačanska Rodna' and 'Stanley' can be recommended for drying, whereas the drying behavior of plum cv 'Čačanska Lepotica' renders it unsuitable for drying.

Key words: plum, technological properties of fruits, 'Čačanska Lepotica', 'Mildora', 'Čačanska Rodna', 'Stanley', drying kinetics, dipping, prune.

Scientific discipline: Biotechnical science

Field of expertise: Food Technology – Fruit and Vegetable Processing

UDK: 634.1:634.22; 664.854

САДРЖАЈ

1. УВОД	1
2. ЦИЉ И ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЊА	6
3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ	7
3.1. Конвективно сушење, кинетика сушења	7
3.2. Технолошке карактеристике плода шљиве за конзервисање сушењем ..	17
4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА	21
4.1. Експериментална сушара	21
4.2. Постављање експеримената испитивања кинетике процеса сушења шљиве	24
4.3. Одређивање кинетике процеса сушења	28
4.4. Материјал – плодови шљиве	33
4.5. Механичка и хемијска анализа плодова шљиве	35
4.6. Обрада података	36
5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА	37
5.1. Технолошке карактеристике плодова шљиве	37
5.1.1. Механички састав плодова шљиве	37
5.1.2. Хемијски састав плодова шљиве	39
5.2. Механички и хемијски састав плодова сушених шљива	46
5.2.1. Механички састав плодова сушених шљива	46
5.2.2. Хемијски састав плодова сушених шљива	48
5.3. Утицај сушења на промену хемијског састава у плоду шљиве	52
5.3.1. Промена садржаја сахарозе у плоду шљиве	52
5.3.2. Промена садржаја инвертних шећера у плоду шљиве	56
5.3.3. Промена садржаја укупних шећера у плоду шљиве	57
5.3.4. Промена садржаја укупних киселина у плоду шљиве	58
5.3.5. Промена индекса сласти у плоду шљиве	59
5.4. Кинетика сушења испитиваних сората шљиве	60
5.4.1. Утицај температуре сушења на кинетику сушења	61

5.4.1.1. Утицај температуре сушења на процес сушења	61
5.4.1.2. Утицај температуре сушења на брзину процеса сушења	70
5.4.2. Утицај диповања као технолошког предтретмана на кинетику сушења	87
5.4.2.1. Утицај диповања на процес сушења	87
5.4.2.2. Утицај диповања на брзину процеса сушења	94
5.5. Упоредна анализа утицаја полазних карактеристика плодова испитиваних сората шљиве на време сушења	114
5.5.1. Утицај полазних карактеристика плода испитиваних сората на време сушења	114
5.5.2. Поређење сората истих полазних карактеристика	122
6. ЗАКЉУЧАК	124
7. ЛИТЕРАТУРА	129
8. ПРИЛОГ	
9. БИОГРАФИЈА	

1. УВОД

Шљива се сматра националном врстом воћака и налази се на првом месту у воћарству Србије како по броју стабала тако и по годишњој производњи. Мада се највећи део рода шљиве у Србији преради у ракију (*Поповић и сар.*, 2006а), најзначајнији производ од шљиве, са аспекта нутритивне вредности, је сушена шљива. Сушена шљива представља значајан извор енергије за организам, али се све чешће убраја и у високовредне намирнице, са посебним дијететским и физиолошким значајем, пре свега због заштитног и терапеутског деловања на дигестивни тракт потрошача (*Златковић*, 2000).

Србија је дуго била препознатљива по извозу сушене шљиве, односно то је био један од најважнијих извозних артикала још од XIX века. Сушење у домаћој радиности се обављало на сунцу, а преласком у то време на употребу сеоских сушница тзв. „пушница“ долази до масовне производње сушених шљива за извоз у земље Европе и у САД. “Златно доба” у производњи и извозу сушене шљиве настаје у периоду од 1881. до 1900. године (*Ogašanić et al.*, 2007). Просечан извоз у овом периоду износио је око 26200 тона, а 1887. године забележен је рекордан извоз од 41296 тона. Између два светска рата унапређује се производња сушене шљиве коришћењем првих дисконтинуалних конвективних сушница: Главинићева, Хавелкина и Стојковићева (*Марковић*, 2000) чиме се постиже уједначенији квалитет сушене шљиве. Апсолутни рекорд у извозу сушене шљиве од 66390 тона забележен је 1923. године, мада је и у време између два светска рата задржан исти просечан извоз сушене шљиве у односу на предходни период, на Кнежевину Србију.

Изградњом првих индустријских сушара тунелског типа 1958. године, а посебно увођењем тунелских сушара типа “ЦЕР” постављени су темељи модерног индустријског сушења шљиве (*Zlatković et al.*, 2004). У почетку су тунелске сушаре биле противструјне и директног типа, а касније су конструисане и индиректне сушаре, у којима се као агенс сушења користи ваздух загрејан преко размењивача топлоте, чиме се спречавало да сушена шљива садржи примесе дима од продуката сагоревања. У овом периоду, до 1990-тих. година, забележена су

знатна колебања и производње и извоза сушене шљиве, са тенденцијом пада извоза и просечним извозом од око 13800 тона. Највеће количине су извезене у Русију, а знатно мање у земље Западне Европе и друга конвертибилна тржишта. Данас, извоза сушене шљиве практично и нема, просечно 2-3 хиљаде тона годишње. Пад извоза је последица нових захтева тржишта за квалитет сушене шљиве. Наиме, сушена шљива која се раније извозила данас не испуњава ни основне елементе стандарда здравствене безбедности прехранбених производа.

Због повољних технолошких особина плода и високог садржаја сувих материја који се постижу у одговарајућим агроколошким условима, светска производња сушене шљиве је била, а и данас је заснована првенствено на коришћењу сорте Agen из Француске (*Daudin and Bimbenet, 1985; Wilford et al., 1997*). У Србији је за сушење као доминантна сорта деценијама била Пожегача, јер како наводе *Мишић и Ранковић (2002)* њено учешће у сортименту Србије на почетку XX века је било око 90% због њене свестране употребне вредности плода и лаког размножавања изданцима. Осетљивост на вирус шарке шљиве, неповољна старосна структура засада, слаба родност и ситни плодови сорте Пожегача утицали су на увођење других сората за производњу сушене шљиве (*Митровић и сар., 2000б*) и ракије (*Поповић и сар., 2006б*), тако да данас њено учешће у сортименту шљиве износи мање од 30%. Њено место су заузеле аутохтоне ракијске сорте, сорта Стенлеј и сорте створене у Институту за воћарство Чачак (*Огашановић и сар., 2000*).

Сорта Стенлеј (Stanley) је америчка сорта шљиве произведена у Огледној воћарској станици у Ђенови, држава Њујорк, одакле је у Србију увезена 1956. године од стране Института за воћарство у Чачку. Ова сорта се за кратко време раширила по целој територији Србије, одомаћила се у нашим шљивицима и позната је у народу и у помолошкој литератури наше земље, у зависности од аутора, под називом Стенлеј или Стенли. *Станчевић (1994)* истиче да су разлози њеног наглог ширења лако прилагођавање новим условима средине, обилна родност, крупни плодови који омогућавају брзу и лаку бербу, као и разноврсна употребна вредност плода. Због својих особина Стенлеј је најраширенија сорта шљиве у Америци (*Булатовић-Даниловић, 1996*), а због своје толерантности према вирусу шарке (*Шутић и Ранковић, 1981*) и у многим државама Европе.

Ради проширења сортимента шљиве и добијања сората које би могле да замене Пожегачу, у Институту за воћарство у Чачку на оплемењивању шљиве се интензивно ради преко 60 година, са циљем добијања нових стоних сората, сората комбинованих својстава и сората отпорних на вирус шарку шљиве. До сада је признато 14 сората шљиве, од којих су неке постале водеће сорте у сортименту шљиве не само Србије већ и у свету, а то се пре свега односи на сорте Чачанска лепотица и Чачанска родна.

Мишић (1996) истиче да је сорта Чачанска лепотица једна од најбољих стоних сората шљиве у својој доби сазревања, а сорта Чачанска родна представља једну од економски најзначајнијих сората у новим шљивицима и због тога их треба даље ширити.

Последњих деценија расте потражња за стоном шљивом код нас а још више у европским државама. Чачанска лепотица је средње рана стона сорта која због својих изузетних особина, да обилно рађа у различитим агроеколошким условима (*Ненадовић-Мратинић и сар.*, 2007; *Petrović et al.*, 2007; *Ракићевић и сар.*, 2006), показује високу отпорност према вирусу шарке (*Dragoyski et al.*, 2005), даје крупне плодове привлачног изгледа који одлично подносе транспорт, постала је незаменљива сорта у савременом шљиварству код нас. У земљама где је велика потрошња шљиве у свежем стању Чачанска лепотица је такође постала једна од водећих сората шљиве као нпр. у Немачкој (*Hartmann*, 2001), Пољској (*Grzyb*, 2000), Мађарској (*Apostol*, 2000), Бугарској (*Djouvinov and Vitanova*, 2000), Чешкој (*Krska*, 2000).

Чачанска родна је сорта која није много захтевна у погледу типова земљишта и успева у различитим агроеколошким условима (*Огашановић*, 1994; *Милетић и Петровић*, 1996). Њена особина да обилно рађа (*Митровић М. и сар.*, 2001) и квалитетан плод (*Јанда и Гавриловић*, 1984; *Митровић и сар.*, 2006; *Митровић и сар.*, 2007) сврставају је тренутно у најактуелнију сорту шљиве, при чему у сортименту нашег шљиварства представља једну од водећих сорти. Чачанска родна постаје све популарнија сорта у Пољској (*Grzyb*, 2000), Мађарској (*Apostol*, 2000), Бугарској (*Dinkova et al.*, 2007), Немачкој (*Hartmann*, 2001), јер спада у групу сората комбинованих својстава и као таква је погодна како за свежу потрошњу тако и за разне облике прераде.

Милдора је новија сорта шљиве створена у Институту за воћарство, као резултат рада на оплемењивању шљиве са циљем стварања сората толерантних и отпорних на вирус шарке шљиве. Како истиче *Огашановић* (2000) тада је регистрован и изванредан број хибрида који су имали неубичајено висок садржај сувих материја, као и хибрид Г-12 (Милдора), што може бити добар предуслов за добијање сушене шљиве врхунског квалитета. То је подстакло истраживање у овом смеру (*Митровић и сар.*, 2006), са циљем да се прошири асортиман сушене шљиве на нашем тржишту. Сушење је вероватно најстарији метод конзервасања намирница уопште. Сушење је метод конзервасања при коме се онемогућава активност микроорганизама одстрањивањем воде из намирнице, па се због тога често назива и ксероанабиоза (од грчког *Xseros* - сув). Сушење се дефинише као процес губитка влаге који је резултат симултаног постојања феномена преноса масе и енергије и представља традиционални метод конзервасања намирница који продужава време трајања производа. Такође, сушењем се смањује маса и запремина производа при чему се и смањују трошкови транспорта и складиштења. Следећа предност осушених намирница је та да не захтева ниске температуре за чување пошто процес сушења смањује активност воде при коме је онемогућен развој микроорганизама који изазивају кварење осушених намирница (*Вереш*, 1991).

Све осушене намирнице губе у квалитету у неком степену и на начин који зависи од типа намирнице, састава, самог поступка сушења, паковања и режима чувања. Утицај прераде сушењем је значајно са становишта губитка испарљивих компоненти и укуса, промена у боји и текстури и у смањењу нутритивне вредности намирница. У последње време се посвећује велика пажња квалитету осушених намирница. Специфични метод сушења као и физичко-хемијске промене које се јављају у току сушења утичу на квалитет осушених производа (*Sagar and Kumar*, 2010). Повећана потреба за ефикасном производњом висококвалитетних производа по прихватљивој цени доводи до коришћења различитих метода сушења у пракси.

Конвективно сушење ваздухом је најчешће коришћена дехидрациона операција у прехранбеној индустрији. Осушени производи се карактеришу ниским порозитетом и високом густином. У току сушења ваздухом јављају се

значајне промене боје, а осушени производи имају најчешће низак сорпциони капацитет.

Микроталасно сушење је алтернативни метод сушења који се од скоро користи у прехранбеној индустрији (*Nijhuis et al.*, 1998). Коришћењем енергије микроталаса у вакууму комбинују се предности вакуумског и микроталасног сушења чиме се побољшава енергетска ефикасност и квалитет производа. Осушене намирнице у вакууму се карактеришу већим порозитетом у зависности од величине вакуума и мањим променама боје и испарљиве ароме.

Осмотска дехидрација минимизира утицај топлоте на промену боје и ароме, спречава неензимско потамњивање и стога смањује употребу сумпор диоксида повећавајући на тај начин непроменљивост намирница у току конвективног сушења (*Бабић и сар.*, 2006). Осмотска дехидрација умногоме делује на видљиву густину и порозитет намирнице.

Сушење лиофилизацијом је једна од најсофистициранијих метода дехидрације. Добијени осушени производ је порозне структуре са мало или без смежуравања, са супериорним укусом и очуваном аромом, бољих рехидрационих особина у поређењу са производима добијених на другим начинима сушења. Међутим његова предност је у директној супротности са одговарајућом ценом коштања овог третмана.

Избор методе сушења зависи од различитих фактора, као што су врста производа, расположивост сушара и цена сушења. Потрошња енергије и квалитет сушеног производа су такође значајни параметри за одређивање типа сушења. Конвективно сушење је најраспрострањенији начин сушења воћа, а посебно шљиве, и у свету као и у Србији, и данас се највише примењује. То је најпопуларнији метод конзервусања зато што је јефтин и једноставан за примену. Са друге стране поједино сушено воће, како истичу *Mayor* и *Sereno* (2004), имају традиционално смежуран изглед добијен конвективним начином сушења који је пожељан код потрошача сушене шљиве, грожђа и урми.

2. ЦИЉ И ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЊА

Сушење је вероватно најстарији метод конзервасања намирница уопште. Представља традиционални метод конзервасања при коме се онемогућава активност микроорганизама одстрањивањем воде из намирнице, чиме се продужава време трајања производа.

Традиција сушења шљиве у Србији је заиста дуга и по извозу сушене шљиве Србија је била препознатљива у Европи и свету. Међутим, данас извоза практично и нема, свега неколико хиљада тона годишње. Сушена шљива на коју смо били поносни, данас не задовољава стандарде квалитета. Привредни циљ је да се шљива у Србији поново индустријски суши, да сушена шљива постане „бренд“ Србије. Да би се то постигло потребан је нов приступ сагледавању комплетне проблематике производње сушене шљиве, од полазне сировине, преко примене одговарајуће технологије сушења, до складиштења и паковања сушене шљиве као готовог производа.

Да би се остварио овај циљ потребно је да се на научним основама изврши моделирање процеса сушења. Досадашња истраживања показују да квалитет сушене шљиве зависи од карактеристика полазне сировине, од техничких могућности сушара, као и од утицаја процесних параметара у току сушења. У вези са тим, научни циљ ових истраживања је да се утврде типичне технолошке карактеристике плода најзначајнијих сората шљиве у Србији за конзервасање сушењем. Такође, циљ овог рада је да се утврде кинетике сушења ових сората, као и примена одговарајућег предтретмана за добијање сушене шљиве која ће задовољити стандарде квалитета.

3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

3.1. Конвективно сушење, кинетика сушења

Сушење представља уклањање највећег дела воде из намирнице чиме се обезбеђује максимално концентрисање и микробиолошка стабилност, смањење активности воде ради конзервисања, смањење брзине биохемијских реакција, стабилизација нутритивног квалитета и продужење трајања намирница.

Сушење је један од најважнијих процеса у прехранбеној индустрији као један од највише проучаваних у прехранбеном инжењерству. Оптимизација овог процеса доводи до смањења производне цене и повећања квалитета производа.

Пренос топлоте и масе тј. влаге мора се разматрати симултано како би се на најбољи начин описао процес сушења. Да би се уклонила влага из материјала мора се довести енергија за испаравање воде, и то и виду топлотне енергије. Пренос топлоте у хетерогеним материјалима, као што су пољопривредне намирнице, је комплексан процес у коме се може јавити више од једног механизма преноса (*Srikiatden u Roberts, 2007*). Према начину довођења топлоте материјалу који се суши, разликују се следећи методи сушења:

- Конвективно сушење – додиром материјала који се суши струјом агенса сушења;
- Кондуктивно сушење – додиром материјала који се суши загрејаном површином;
- Радијационо сушење – загревањем материјала који се суши топлотом генерисаном у самом материјалу посредством поља струје високе учестаности;
- Сублимационо сушење – сушење у смрзнутом стању под високим вакуумом.

Најраспрострањенији облик сушења пољопривредних намирница, као што је воће и поврће, је конвективно сушење код кога се топлота доводи претходно загрејаним агенсом сушења. Загрејан агенс, као носилац топлоте, предаје топлоту

влажном материјалу, прима при том испарену влагу из материјала и односи је са собом. Код конвективног сушења намирница агенс за сушење је најчешће ваздух, који је не само прималац влаге из влажног материјала већ и носилац потребне енергије за испаравање влаге. Да би се обезбедиле погодне погонске силе процеса сушења, атмосферски ваздух треба да буде незасићеног термодинамичког стања, мале релативне влажности и што више, али дозвољене температуре. Настале гасовите смеше (ваздух са водом испареном из влажног материјала током просеса сушења) морају бити стања веома удаљеног од стања термодинамичке равнотеже са кондензатом влаге. Значи, топлота се преноси конвекцијом са ваздуха до површине намирнице која се суши, а затим кондукцијом у унутрашњост намирнице (*Hernández et al.*, 2000).

Истовремено са преносом топлоте долази и до преноса масе односно влаге. *Wilhelm et al.* (2004) објашњавају да се приликом сушења јављају два одвојена феномена преноса масе. Прво, влага се мора кретати из унутрашњости до површине материјала; друго, површинска вода мора испарити у ваздуху тј. агенсу сушења. Истичу да кретање воде из унутрашњости ка површини намирнице може бити на два начина: капиларна активност или дифузија. Сматрају да се кретање влаге капиларном активношћу јавља само током раних стадијума сушења намирница. Како се процес сушења наставља, унутрашње кретање влаге се обавља молекуларном дифузијом водене паре унутар материјала. Уклањање воде са површине обухвата испаравање воде са површине у околни ваздух. Брзина испаравања зависи од стања ваздуха за сушење и концентрације воде на површини.

Karathanos et al. (1996) испитујући величину и распоред пора свежег кромпира, јабуке, шаргарепе и купуса долазе до закључка да је порозност битан фактор сушења који одређује механизам транспорта влаге кроз материјал током сушења и да, посебно, утиче на крајњи квалитет сушених намирница. Приликом проучавања кинетике сушења кајсија *Togrul u Pehlivan* (2003) утврђују да је дифузиони пренос воде кроз плод лимитирајући фактор брзине сушења. Зато су плодови кајсија и шљива по њима споросушећи материјали.

Валент (2001) истиче да испитивања показују да се сушење обавља тако што се садржај влаге смањује у свакој тачки влажног чврстог материјала

$U = U(x,y,z,t)$. То смањивање садржаја влаге (тј. влажност на суву основу) у материјалу обликује поља садржаја влаге, а сама појава тече све дотле док се не достигне равнотежна влажност материјала са околном средином. Полазећи од тога да садржај влаге описује средњу вредност те величине у датој запремини влажног материјала, произилази да је та величина функција времена. Средња вредност садржаја влаге у материјалу се стално смањује са повећањем дужине трајања сушења. Нехигроскопни материјали се могу потпуно осушити ($U = 0$), а брзина сушења има коначну вредност. Код хигроскопних материјала, а воће спада у групу порозних хигроскопних материјала (*Karathanos*, 1999), односно, како наглашава *Datta* (2007) воће и поврће је колоидно-капиларно-порозан материјал, садржај влаге се стално смањује са порастом времена трајања процеса, у граничном случају достиже равнотежни садржај влаге. Тежња успостављања стања са равнотежним садржајем влаге повезана је са процесом на тај начин што достизање равнотежног садржаја влаге прати смањивање интензитета сушења и пораст времена сушења. За равнотежно стање тај интензитет и брзина сушења су једнаки нули.

Процес сушења може се поделити у три основне фазе односно области. У првој фази сва топлота се троши на загревање материјала, јер је у почетку сушења чврста намирница обично на нижој температури него што је његова крајња (коначна) температура, а влажност се при томе мења врло мало. Овај почетни период прилагођавања представља нестационарно стање и обично је врло кратак, па се због тога често и не узима у обзир при анализи времена сушења.

У другој фази, која представља период константне брзине сушења, се врши испаравање влаге, влажност се смањује, а температура материјала се врло мало мења. У овом периоду површина чврстог материјала је засићена течностима, односно на површини намирнице која се суши постоји континуални филм воде. Како истичу *Moyers и Baldwin* (1999) ова вода је у потпуности слободна тј. невезана вода и понаша се као да чврста фаза намирнице (сува материја намирнице) није присутна. Брзина испаравања је независна од чврсте фазе и у суштини је иста као и брзина испаравања са слободне површине течности. Сушење тече помоћу дифузије паре са засићене површине материјала кроз миран филм ваздуха у околну средину. Брзина преноса масе (влаге тј. воде) је у

равнотежи са брзином преноса топлоте, пошто је у овом периоду достигнута топлотна равнотежа.

У трећој фази се влажност врло постепено смањује јер се уклања везана (хигроскопна) влага, а температура влажног материјала се постепено повећава, до постизања равнотежног стања тј. равнотежног садржаја влаге (*Geankoplis*, 1983). То је период опадајуће брзине сушења, који се састоји из два периода. Први период опадајуће брзине сушења, у којем на површини материјала још увек постоје делови засићени течношћу, сушење се одвија са засићене површине истом брзином као и у периоду константне брзине сушења, али пошто се смањују ови засићени тј. влажни делови површине стога се и смањује укупна брзина сушења за целу површину материјала која се суши (*Радосављевић*, 1987). Уопштено, брзина сушења зависи од фактора који утичу на дифузију влаге са површине где се догађа испаравање и фактора који утичу на брзину кретање влаге у унутрашњости чврстог материјала.

Како сушење тече достиже се тренутак када је површина за испаравање незасићена влагом, тј. потпуно сува. Раван испаравања се полако повлачи испод површине тј. помера се у унутрашњост чврстог материјала, а процес сушења улази у други период опадајуће брзине. Брзина сушења је овде контролисана брзином унутрашњег кретања влаге док је утицај спољних променљивих умањен.

Количина влаге која се уклања у периоду опадајуће брзине може бити релативно мала, али време потребно за то може бити дуго и овај период је обично доминантан при одређивању целокупног времена сушења до ниских садржаја влаге.

Сушење престаје када се постиже равнотежни садржај влаге у материјалу услед чега је концентрациони градијент једнак нули.

Анализом криве брзине сушења воћа и поврћа многобројни аутори указују да са порастом температуре ваздуха удео периода константне брзине сушења постаје врло мали у односу на укупно време сушења. Другим речима, период константне брзине сушења практично и не постоји већ преовлађује период опадајуће брзине (*Sabarez u Price*, 1999; *Margaris u Ghiaus*, 2007; *Vega-Galvez et el.*, 2008).

Процес сушења, као симултани процес преноса топлоте и масе разноврсним механизмима, може се математички представити као сложен систем парцијалних диференцијалних једначина које приказују промене градијента топлоте и влаге у намирници која се суши, односно потенцијала који условљавају одговарајућу кинетику сушења. Услед неизотропске и нехомогене природе пољопривредних производа, уз њихов неправилан облик и промене њиховог облика у току сушења, овај систем диференцијалних једначина се у општем случају не може решити. Многи истраживачи су развили математичке моделе да би описали процесе сушења намирница. *Srikiatden u Roberts (2007)* су представили три типа прилаза за развој математичког модела сушења:

- Модели базирани на концепту карактеристичних криви сушења у различитим стадијумима сушења;
- Модели дистрибуираних параметара који користе здружене једначине дифузије топлоте и масе;
- Емпиријски модели добијени у потпуности једноставним или мултиваријабилним регресивним моделима.

Аутори истичу да се за описивање периода опадајуће брзине сушења користе модели који су базирани или на дифузионом преносу влаге или на капиларном преносу влаге. Ниво сложености математичког модела зависи од разматрања смежуравања или несмежуравања, уз претпостављање изотермских или неизотермских услова. Математичким моделовањем процеса сушења шљива *Di Matteo et al. (2003)* констатују да је дужина преноса топлоте знатно мања од дужине процеса сушења због чега се може сматрати да се пренос масе одвија под изотермским условима. Другим речима, сматрају да је цео процес сушења контролисан само преносом масе, односно влаге.

Већина модела је обично заснована на претпоставкама да је спољна површина материјала који се суши у равнотежи и да се геометрија односно облик не мења тј. у разматрање се не узима смежуравање (*Margaris u Ghiaus, 2007*). Међутим, у последње време многи истраживачи сматрају да се смежуравање неких намирница (нпр. грожђе, шљиве, вишње) не сме занемаривати у описивању процеса сушења и да представља врло важан фактор који утиче на ток (кинетику)

процеса сушења (*Hernández et al.*, 2000; *Devahastin u Niamnuy*, 2010). *Ramos et al.* (2005) доводе у везу макроскопске промене (нпр. смежуравање намирница) са променама на микроскопском нивоу (смежуравање ћелија) који се могу јавити током сушења грожђа на сунцу. Проучавајући смежуравање резанаца кромпира, јабуке и шаргарепе *Ratti* (1994) истиче да смежуравање намирнице расте са запремином воде која се уклони, пошто се са већим уклањањем воде јављају веће контракције у материјалу. Проучавајући механизам смежуравања *Mayor u Sereno* (2004) објашњавају да се са уклањањем воде из материјала ствара неравномерност притиска између унутрашњости материјала и спољног притиска што доводи до контракције, а оно даље доводи до уочљивог смежуравања материјала. Ово је такође разлог због чега се при сушењу у вакууму и лиофилизације догађа уопште много слабије смежуравање. Проучавајући феномен смежуравање вишања *Ochoa et al.* (2007) истичу да се смежуравање не одвија равномерно због нехомогене природе воћа и примене различитих процесних услова сушења, а *Ruiz-López et al.* (2004) истичу да коришћење упрошћених математичких модела који не разматрају феномен смежуравања ипак дају добро слагање са бројним експерименталним резултатима.

Потребно је нагласити да се резултати добијени математичким моделовањем морају упоредити и доказати са експерименталним резултатима (*Rovedo et al.*, 1995; *Bon et al.*, 1997), односно коришћене емпиријске једначине морају дати добро слагање са експерименталним подацима.

Да би се оптимизирали услови дехидрације намирница најчешће се користе експерименталне сушаре. У том смислу се под експерименталним сушарама подразумевају сушаре код којих се континуирано контролишу и регулишу сви параметри меродавни за кинетику сушења (*Кандић и сар.*, 2001; *Живковић и сар.*, 2006; *Aversa et al.*, 2007), док је за праћење губитка масе намирнице током сушења одређена различита периодика мерења масе: *Bozkir* (2006) је мерење масе обављао на сваких 10 min, *Pavón-Melendez et al.* (2002) су у првом сату сушења масу мерили на сваких 15 min, на сваких 30 min следећа два сата сушења и затим до краја сушења на сваких 60 min, *Goyal et al.* (2007) су мерили масу на сваких 30 min током целог времена сушења, док су *Sabarez et al.* (1997) и *Pavón-Melendez et al.* (2002) мерили масу на сваких 60 min.

Експерименталне сушаре су индиректног типа и загревање ваздуха, агенса сушења, се обавља помоћу калорифера тј. електричних грејача различитих снага. Смер струјања ваздуха је различит у зависности од конструкције. Паралелно струјање ваздуха са материјалом који се суши су користили *Margaris u Ghiaus* (2007) у својим експериментима сушења грожђа, а прострујавање су користили *Rangavhane et al.* (1999) за сушење грожђа, а *Кандић и сар.* (2006) за сушење шљива

Користећи експерименталне сушаре вршена су испитивања кинетике сушења различитих намирница, као нпр. грожђа (*Di Matteo et al.*, 2000; *Margaris u Ghiaus*, 2007), банана (*Queiroz u Nebra*, 2001), бундева (*Kaya et al.*, 2007), шљива (*Живковић и сар.*, 1997; *Sabarez u Price*, 1999; *Кандић и сар.*, 2009). У свим експерименталним сушарама испитивање процеса сушења тј. кинетике сушења обавља се користећи било појединачне плодове (*Ratti*, 1994; *Toğrul u Pehlivan*, 2003) или плодове распређене на једној леси (*Margaris u Ghiaus*, 2007; *Kaya et al.*, 2007), а све то представља модел сушења у танком слоју (*Tripathy u Kumar*, 2009; *Diamante et al.*, 2010). *Akpinar* (2006) је објаснио терминологију сушења у танком слоју као сушење једног слоја узорка (воћа или поврћа) у виду целих плодова (као шљиве), или сечених у комадиће или листиће (нпр. јабуке, тикве или кртололасто поврће) који су густо распоређени на леси.

Многи аутори су проучавали утицај процесних променљивих на кинетику сушења. Температура ваздуха за сушење при конвективном сушењу утиче веома значајно на кинетику сушења. Док су *Cinquanta et al.* (2002) у својим истраживањима брзине сушења шљиве користили константну температуру ваздуха од 60 °C, *Newman et al.* (1996) су испитивали утицај температуре ваздуха у распону од 70-100 °C, а *Vega-Galvez et al.* (2008) температуру ваздуха у распону од 50-90 °C на брзину сушења црвене паприке и утврдили да са повећањем температуре ваздуха расте брзина сушења, односно да се смањује време сушења.

Sabarez u Price (1999) истичу значај испитивања утицаја температуре ваздуха на кинетику сушења на различитим температурним нивојима, јер резултати имају практични значај за индустрију сушене шљиве. Уобичајено се користе две главне конфигурације сушара за шљиву. Наводе да истосмерне сушаре имају на истој страни улаз ваздуха и воћа и стога се шљиве на почетку

излажу вишим температурама (обично 80-85 °C). Насупрот томе код противструјних сушара улаз ваздуха и плодова је на супротним крајевима тунела па су плодови изложени нижим температурама (60-75 °C).

Са повећањем брзине ваздуха повећава се и брзина сушења намирнице, тј. скраћује се време сушења (*Barbanti et al.*, 1995; *Aversa et al.*, 2007). Ово је нарочито наглашено у периоду константне брзине сушења пошто је у овом периоду достигнута топлотна равнотежа. У овом периоду је у ствари постигнута максимална брзина сушења за дату намирницу и параметре ваздуха за сушења и испарена је највећи део воде из намирнице. У периоду опадајуће брзине сушења брзина струјања ваздуха за сушење има све мањи утицај, јер је брзина сушења све више диктирана брзином кондуктивног преноса топлоте и брзином дифузије масе тј. влаге кроз порозан материјал.

Сушење шљива је спор и дуготрајан процес због тога што се плодови суше цели, а покожицу плодова покрива пепељак. Пепељак је воштани хидрофобни слој покожице који има значајну улогу у заштити плода од микробилошког квара. Ипак, утиче и на брзину испаравања воде са површине плода, а пре свега на миграцију воде из унутрашњости до површине плода, где по правилу треба да буде фронт сушења, тј. испаравања воде. Ово је нарочито значајно у почетку сушења када се постиже максимална брзина, односно пре него што дође до смањења садржаја воде у мезокарпу близу површине плода тј. покожице.

Да би се повећала брзина сушења користе се разни предтретмани, а најчешће коришћена операција је диповање. Диповање се може обављати потапањем плодова у врелу (*Tarhan et al.*, 2006) или кључалу воду (*Sacilik et al.*, 2006), растворе база (*Pangavhane et al.*, 1999), растворе естара масних киселина (*Di Matteo et al.*, 2002; *Doymaz*, 2004) различитих концентрација и температура, или у растворе естара масних киселина са додатком различитих база (*Doymaz*, 2006), како би се нарушио или уклонио воштани слој покожице без оштећења покожице. Испитујући утицај диповања на квалитет сушене шљиве сорте Пожагача, *Јанда* (1969) је потапала плодове у кључали раствор соде различитих концентрација и у кључалу воду. Закључује да код третираних плодова у кључали раствор натријум хидроксида долази до деградације боје код сушених плодова,

док код плодова потапаних у кључалој води нема таквих промена, због чега овај третман препоручује за ширу примену у производњи.

Doymaz и Pala (2002) су испитивали утицај различитих средстава за диповање на брзину сушења грожђа и закључују да долази до драстичног смањивања времена сушења код дипованих плодова у односу на контролу, тј. плодове који нису диповани. У њиховим експериментима се показало да се различита средства за диповање понашају на исти начин односно, диповани плодови се суше за исто време без обзира који је раствор у питању. До истог закључка су дошли и *Ismail et al.* (2008) испитујући утицај база и естара масних киселина, као средства за диповање, приликом сушења грожђа на различитим температурама.

Tarhan (2007) истиче да је предтретман диповања врло важна операција при нижим температурама сушења шљива, до 70 °C, а да је најбољи начин диповања онај који обезбеђује оптимално скраћење времена сушења уз очување високог квалитета сушене шљиве (боје, нутритивне вредности, укуса).

Сви прехранбени производи губе у квалитету у неком степену и на начин који зависи од типа намирнице, састава, формулације, паковања и режима чувања. Квалитет осушених намирница зависи делимично од промена који се јављају у току прераде а делимично током складиштења. Неке од ових промена обухватају физичку структуру намирница (текстура, моћ рехидрације и изглед), а друге промене настају услед хемијских реакција

Потенцијал кварења може се јавити у било ком стадијуму између набавке сировине и конзумирања крајњег производа и може стога бити или убрзан или минимизиран у свим овим фазама. Због тога се сушење воћа обавља до хигроскопне влажности, која износи 20% до 30% (*Златковић*, 1987), односно до равнотежне влажности коју намирница садржи на 60-70% релативне влажности ваздуха. *Вереш* (1991) истиче да је конзервисање намирница сушењем најчешће довољно ако се постигне активност воде у опсегу 0.6 до 0.7 и тада су заштићене од микробиолошког квара, међутим представљају повољну средину за појављивање реакција неензимског потамњивања, које су значајне за промену изгледа, ароме и нутритивне вредности намирница.

Главни губитак квалитета сушеног воћа је везан за угљене хидрате. Промена боје сушеног воћа је резултат комплексног и кумулативног деловања различитих фактора који делују у току самог поступка сушења или током складиштења сушеног воћа (*Friedman*, 1996).

Wilford et al. (1997) су проучавали кинетику промене шећера у току сушења шљиве сорте Agen на различитим температурама сушења конвекцијом. Истичу да најважнији фактор у одлучивању која би реакција могла бити доминантна у току сушења је рН вредност, која је код шљиве у опсегу вредности 3-4 и она се током сушења не мења. У свом опсегу није оптимална ни за Мајардову реакцију ни за реакције карамелизације, међутим, ниска рН и висока влажност присутна у раним стадијумима сушења фаворизује хидролизу сахарозе, што се види из губитка сахарозе и одговарајућег пораста глукозе и фруктозе. По њима на око 45-50% губитка влаге отпочиње Мајардова реакција а доказ томе је брзи губитак глукозе и фруктозе, а константна количина сорбитола.

Manzocco et al. (2001) разматрају однос између промене боје изазваних неензимским потамњивањем и стварања једињења са антиоксидативном активношћу. Код Мајардове реакције високи антиоксидативни капацитет је у суштини повезан са формирањем браон (тамних) меланоидина.

Амадоријева једињења настају у току првог стадијума Мајардове реакције и разматрају се као прекурсори боје, ароме и укуса прерађених намирница, а одређивање њиховог садржаја служи као осетљиви индикатор ране детекције ових промена. *Luz Sans et al.* (2001) истичу да већина Амадоријевих једињења присутних у сушеном воћу изгледа да настају пре у току комерцијалног периода чувања него у току производње односно сушења.

Del Caro et al. (2004) су испитивали антиоксидативни капацитет у току складиштења, на 20 °C, сушених плодова две сорте шљиве (*President* и *Sugar*). Уочили су пораст антиоксидативне активности између осмог и дванаестог месеца складиштења, што су објаснили стварањем нових једињења са антиоксидативном активношћу, односно стварањем браон (тамних) једињења са великом молекулском тежином који се јављају у каснијим стадијумима Мајардове реакције.

Kim et al. (2003) истичу да без обзира како настају, извесно је да су меланоидини крајњи производи у Мајардовој реакцији који су различито обојени зависно од степена њихове дехидратације и степена полимеризације. Уопштено речено, стварање меланоидина је најчешће повезано са формирањем једињења са антиоксидативним капацитетом.

3.2. Технолошке карактеристике плода шљиве за конзервисање сушењем

Данас се посебна пажња посвећује квалитету сушеног воћа. Без обзира на све проблеме везане за пласман, не треба заборавити да је основни циљ поступка конзервисања очување нутритивне вредности и органолептичке прихватљивости (*Златковић*, 2003). Једна од најважнијих параметара квалитета је стандардизација због чега производ мора да има уједначен квалитет у простору и времену, тј. мора да има унапред задати квалитет без обзира на место и време где се купује. То изискује стандардизован квалитет сировине и увек оптималне услове конзервисања.

Barbanti et al. (1994) наводе да свежа шљива намењена сушењу треба да се одликује крупним плодовима одговарајућег спољашњег изгледа, са златно-жутим месом и високим односом мезокарп/коштица. По њима сушени плодови треба да имају флексибилну и нелепљиву pokožицу, а *Делић и сар.* (1985) истичу да је квалитетна сушена шљива само она која је крупна, месната, добро осушена, здрава, слатка, лепог спољашњег изгледа, са очуваним природним укусом и мирисом.

Испитујући погодност 12 сората шљиве за сушење *Јанда* (1967) је издвојила однос шећер/киселина (тзв. индекс сласти) као врло важан параметар који се одражава на органолептичка својства свежег и сушеног плода, првенствено на укус. Извршила је категоризацију укуса шљиве у пет група према вредности овог односа:

- I група - вредност односа шећера и киселина је мања од 16 – кисели укус
- II група - вредност односа је између 16 и 20 – на кисели укус

- III група - вредност односа је између 20 и 25 – слатко-накисели укус (хармонични укус)
- IV група – вредност односа је између 25 и 30 – слађи укус
- V група – вредност односа је већа од 30 – слатки (медасти) укус.

Према овој категоризацији плодови шљиве сорте Пожегача припадају трећој групи (*Јанда и Гавриловић, 1984; Јанда и Шошкић, 1986; Митровић и сар., 2006*) и приликом органолептичког оцењивања се карактеришу као плодови хармоничног укуса. Пожегача је стара сорта шљиве која се традиционално сушила вековима широм Србије, а суши се и данас. Још увек када се каже сушена, односно сува, шљива најчешће се мисли на сушени плод Пожегаче и то првенствено због њеног непревазиђеног хармоничног слатко-накиселог укуса, на који су навикли наши потрошачи сушене шљиве. Међутим, према *Митровић и сар. (2000a)* Пожегача је сорта чији су плодови врло ситни (често мањи од 20 g) и њена осетљивост према вирусу шарке шљиве која се манифестује у виду опадања незрелих плодова и видљивих оштећења на самом плоду у виду удубљења и набора, наметнули су потребу изналажења нових сората за сушење у циљу њене замене.

Стенлеј је сорта шљиве која је за кратко време постала једна од водећих сорти у нашем шљиварству због повољних помолошких и агротехничких особина (*Станчевић, 1994; Милетић и сар., 2001a*). Стенлеј је сорта комбинованих својстава. Плод се користи за потрошњу у свежем стању, сушење, ракију и друге облике прераде. Бројне студије се односе на испитивање његове погодности за прераду сушењем (*Јанда, 1967; Зарић и Зрнић-Савић, 1976; Бардић и Тирић, 1983*). Сви поменути аутори га упоређују са Пожегачом и истичу уједначену крупноћу његовог плода као врло погодну за добијање крупне сушене шљиве. *Митровић и сар. (2009)* карактеришу Стенлеј као сорту која се лако суши, међутим у појединим годинама коштица је залепљена за мезокарп и укус сушеног плода је често нехармоничан (однос шећер/киселина је већи од 25).

Чачанска родна је сорта шљиве изузетног родног потенцијала (*Опарница и Јовановић, 2000; Митровић О. и сар., 2001*). Нередовном и слабом резидбом даје ситније плодове и/или плодове неуједначене крупноће: 25.17 g (*Јанда и Гавриловић, 1984*); 26.40 g (*Огашановић и сар., 1993*); 28.9 g (*Милетић и*

Петровић 1996), а код примењене оштрије резидбе у зависности од локалитета маса плода прелази 30 g: 30.82 g (*Ненадовић-Мратинић и сар.*, 2007); 32.97 g (*Поповић и сар.*, 2006б), а код *Митровић и сар.* (2006) маса плода је износила 29.60 g и 42.50 g у зависности од године испитивања. Интересантно је нагласити да и код густе садње плодови могу бити релативно ситни 25.60 g (*Milošević et al.*, 2009), али то је изгледа по ауторима карактеристика младих засада ове сорте.

У циљу регулисања приноса и добијања плодова који ће дати квалитетну сушену шљиву *Митровић и сар.* (2001б) су испитивали више варијанти резидбе. У варијантама са оштром резидбом (уклањање 1/4 или 1/3 родног дрвета) добијени су крупни плодови (око 48% плодова крупнијих од 30 g) са већим садржајем суве материје, па је и сушена шљива била доброг квалитета. На основу испитивања утицаја интензитета резидбе сорте шљиве Чачанска родна са два локалитета на карактеристике шљивовица произведених применом истог технолошког поступка *Поповић и сар.* (2008) истичу различитост добијених ракија и у погледу приноса и у погледу сензорних карактеристика.

Чачанску родну *Митровић и сар.* (2000б) сматрају за најконтраверзнију сорту шљиве, јер у зависности од примењених агротехничких и помотехничких мера, може имати плодове који по укусу јако подсећају на хармоничан укус Пожегаче, како свежих тако и сушених, а може имати и слабо обојене тзв. црвенкасте плодове који, иако могу имати око 18% суве материје, током сушења остају жилави и недовољно осушени тј. током сушења се не понашају исто као и плаво обојени плодови. Такви жилави плодови представљају „шкарт“ који се мора одбацити.

Чачанска лепотица је одлична стона шљива (*Јанда и Гавриловић*, 1984) и као таква је преузела водећу улогу у савременом шљиварству. То је сорта са плодовима уједначене крупноће, која приликом испитивања током великог броја година на различитим локалитетима, на различитим системима узгоја код већег броја аутора (*Милетић и сар.*, 2001б; *Dragoyski et al.*, 2005; *Ненадовић-Мратинић и сар.*, 2007) даје плодове масе око 35 g, који садрже око 15% суве материје. У радовима *Поповић и сар.* (2006б) и *Митровић и сар.* (2006) који су користили њене плодове за производњу ракије односно сушене шљиве, сува материја је износила 17% за производњу шљивовице, и 16% односно 17.70% за прераду у

сушену шљиву. Како истиче *Златковић (2003)* прва технолошка карактеристика одговорна за равномерност сушења је уједначена крупноћа и зрелост плодова, а то се запажа код ове сорте. Према *Марковићу (1995)* који узима граничну вредност суве материје од 18% као поуздан параметар погодности сорте за сушење, произилази да ова сорта не задовољава у том погледу. Међутим, *Никетић-Алексић (1982)* истиче да сува материја шљива намењених сушењу, мерена рефрактометром не би требало да је испод 16%. *Družić et al. (2007)* су користили плодове шљиве сорте Бистрица који су имали суву материју од 17.19%, а *Јанда (1967)* је користила плодове сорте Hall са 17% суве материје и при томе закључује да ипак ова сорта није довољно погодна за сушење.

Barbanti et al. (1994) у својим испитивањима кинетике сушења 12 сората шљиве међу којима је и стона сорта President, која је имала суву материју од 17.5%, а користили су Стенлеј са сувом материјом од 15%, закључују да специфична кинетика сушења различитих узорака није била под утицајем почетног садржаја воде, већ су функција величине и морфолошких карактеристика плодова.

4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА

4.1. Експериментална сушара

У оквиру Одељења за технологију прераде воћа Института за воћарство Чачак постављена је експериментална сушара, која представља вишеслојан прострујни модел за испитивање процеса сушења воћа – шљиве (сл. 1).



Сл. 1. Експериментална сушара за испитивање процеса конвективног сушења (сликана из два угла - повратни вод и потисни вод)

Експериментална сушара се састоји из неколико главних функционалних целина и конструкционих склопова (Кандић и сар., 2006):

- Секција за припрему и загревање агенса сушења коју сачињавају:
 - вентилатор,
 - сегмент усисног вода са усисном рачвом за мешање свежег ваздуха и рециркулисаног агенса сушења на усису вентилатора,
 - сегмент потисног вода између вентилатора и агрегата,
 - електрични топлотни агрегат,
 - сегмент потисног вода између агрегата и сушаре.

- Секција – Комора за сушење, која представља комору са лесема у којој се сушење врши прострујавањем агенса сушења кроз плодове на лесема („експериментална коморна сушара“);

Комбинована »трострука рачваста« секција за увођење, рецикулацију, извођење, усмеравање и подешавање протока агенса сушења у и из сушаре,

- Секција за рецикулацију агенса сушења („повратни вод“);
- Секција за излазак дела агенса сушења из сушаре („излазни вод“).

Најважнији сегмент експерименталне сушаре представља комора сушаре са лесема у којој се процес сушења обавља дисконтинуално (сл. 2). На предњој страни коморе се налази стакло које омогућава да се током сушења могу визуелно пратити промене на плодовима (промена боје, појава мехурића и цурења, појава пуцања покожице, интензитет смежуравања, итд). На унутрашњим зидовима



Сл. 2. Комора сушаре са лесема (са свежим и сушеним плодовима шљиве)

коморе се налазе прохромски клизачи на које налажу лесе. Лесе су направљене од прохромске плетене жице са рамом од прохрома, димензије 400 x 400 mm, на које се стављају плодови шљиве у једном слоју. Лесе са плодовима се стављају директно у комору сушаре, шаржно, на почетку сушења. У комору може да стане 6 лесе, при чему свака лесе представља танак слој шљиве приликом испитивања кинетике сушења (Кандић и сар., 2009). Кроз лесе са плодовима шљиве уводи се вертикално прострујно загрејан ваздух – агенс сушења дефинисаних

карактеристика (температура, проток, брзина струјања, влажност). Смер вертикалног прострујавања у току испитивања процеса сушења мењан је наизменично и периодично у прецизно утврђеним интервалима (60 min). Тиме се омогућава равномерност сушења плодова на свим лесема.

Ради обављања мерења, експериментална сушара је опремљена потребном мерном и регулационом опремом, за мерење параметара агенса пре, за време и после сушења (температуре, протоци и брзине струјања, влажност), и параметара плодова у току сушења (маса) (*Кандић и сар.*, 2007). Ову опрему сачињавају следеће мерне секције и инструменти:

- Дигитална електронска техничка вага (Tehtnica) за мерење маса плодова на лесема, у циљу праћења промена масе и влажности материјала у току процеса сушења (опсег је 6.000 g, а тачност 0,1 g);
- Термоелементи (термопарови типа К, тј. NiCr-Ni) за мерење температура агенса сушења непосредно испод и изнад постављених лесе са плодовима који се суше („пре и после сушења“), који су повезани са дигиталним показивачем температуре (Омега);
- Психрометарске сонде – парови термоелемената (термопарова типа К, тј. NiCr-Ni) „суви – мокри“ за мерење влажности (мерењем температура сувог и влажног термометра) агенса сушења, које су повезане са дигиталним показивачем температуре (Омега) и то:
 - пре сушења у сегменту потисног вода,
 - после сушења у сегменту повратног вода.
- Термоелементи (термопарови типа К, тј. NiCr-Ni) за мерење температура ваздуха тј. агенса сушења, који су повезани са дигиталним показивачем температуре (Омега), постављених на одређена места на апаратури и то:
 - ваздуха у усисном воду испред вентилатора,
 - агенса сушења у потисном воду пре и после загревања,
 - агенса сушења на улазу и на излазу из коморе за сушење, тј. пре и после сушења,
 - агенса сушења у повратном воду пре мешања са свежим ваздухом,

- агенса сушења на местима мерења брзина струјања и протока агенса сушења;
- Сонде за мерење статичких и динамичких притисака помоћу U-цеви, са прикључцима на мерне пригушнице, ради мерења протока ваздуха – агенса сушења у сегментима за мерење и регулацију протока:
 - на потисном воду;
 - на повратном воду;
- Анемометар за мерење брзина струјања:
 - ваздуха на улазу усисног вода вентилатора,
 - агенса сушења на излазу из излазног вода сушаре.

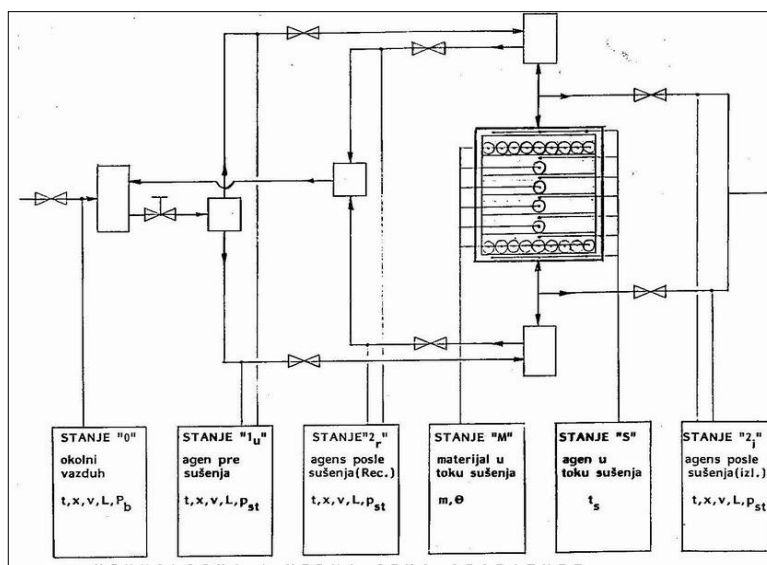
4.2. Постављање експеримената испитивања кинетике процеса сушења шљиве

Здрави и зрели плодови без трагова оштећења испитиваних сората шљива брани су пробирно и истог дана су припремани за сушење, класирани према крупноћи и сувој материји. Пре сушења, одређени су полазни параметри механичког састава свежих плодова шљиве као и почетни садржај растворљиве суве материје, рефрактометром. Ови параметри представљају важне податке, неопходне за рачунско предвиђање завршетка процеса сушења плодова на лесама, са 75% суве материје.

Наредног дана су обављани експерименти сушења, односно испитивања кинетике сушења. Загревање и кондиционирање ваздуха у експерименталној сушари је трајало у временском интервалу од 1,5–2 часа, у зависности од задате температуре сушења и од услова спољашње средине. У зависности од типа експеримента, задата температура ваздуха за сушење (агенса сушења) је 90 °C или 70 °C, и ова задата температура се одржава на константној вредности током целог процеса сушења, што је праћено мерењем параметара система током сушења.

На одређену лесу стављани су свежи плодови шљиве, одабрани према крупноћи, приближно исте измерене просечне почетне масе (бројањем плодова у 1 kg) и приближно исте суве материје. На лесу је стављано 3500 g плодова шљиве

сората Чачанска лепотица, Чачанска родна и Стенлеј и 3000 g плодова шљиве сорте Милдора. За испитивање поступака предтретмана коришћене су две варијанте огледа: диповање – у лабораторијским условима потапањем плодова 15–30 s у кључалој води, у зависности од сорте, и нетретирани плодови, који представљају контролу. Положај лесе у сушари са плодовима који су били диповани и лесе са плодовима који нису били диповани (представљају контролу), за плодове истих полазних карактеристика, био је увек симетричан. На пример, ако су диповани плодови били на леси број 2 плодови који представљају контролу су били на леси број 5, односно 1 и 6 или 3 и 4. На тај начин су постигнути исти услови током сушења, јер је смер вертикалног прострујавања ваздуха у току испитивања кинетике сушења мењан наизменично и периодично у интервалима од 60 min.



Сл. 3. Технолошка шема апаратуре

Да би се дефинисала кинетика процеса код конвективног поступка сушења потребно је познавати основне параметре – величине стања плодова који се суше и агенса сушења којим се сушење врши (сл. 3). Ови параметри дефинишу тачно одређена стања и плодова и агенса сушења (Кандић и сар., 2007). Зато се све време у току експеримената врше мерења и основних величина стања агенса сушења – загрејаног ваздуха којим се сушење врши и основних величина стања материјала – плодова шљиве који се суше. Основна стања плодова шљиве који се суше су:

- Стање свежих плодова пре сушења, тј. стање пре проласка агенса сушења кроз вишеслојан модел – лесе са плодовима шљива;
- Стање сушених плодова после сушења, тј. стање после проласка агенса сушења кроз вишеслојан модел – лесе са плодовима шљива.

Основна стања агенса сушења су:

- Полазно стање околног ваздуха, тј стање ваздуха пре загревања – припреме за сушење;
- Стање загрејаног ваздуха после припреме – загревања, тј стање агенса пре сушења и проласка кроз вишеслојан модел – лесе са плодовима шљива;
- Стање агенса после сушења и проласка кроз вишеслојан модел – лесе са плодовима шљива.

У сваком експерименту, ради праћења кинетике процеса сушења, мерена је укупна маса плодова на свакој леси у току сушења, у прецизно одређеним временским интервалима, као и време трајања процеса сушења. Посебно значајно за сваки експеримент било је одређивање завршетка процеса сушења, на основу следећих полазних података – величина:

- Укупна маса свежих плодова на одређеној леси на почетку сушења са масом лесе (брuto маса);
- Маса одређене лесе (маса таре);
- Просечан масени удео коштице у свежем плоду на одређеној леси на почетку сушења;
 - Просечан садржај суве материје у јестивом делу свежег плода на одређеној леси на почетку сушења;
 - Задати завршни садржај суве материје у јестивом делу плодова (износио 75% односно 0,75 [kg SM / kg] у свим експериментима) на одређеној леси на крају сушења.

Поступак мерења параметара у току процеса сушења састојао се, као што је већ истакнуто, из два дела:

- Мерења параметара кинетике процеса сушења плодова у комори за сушење;
- Мерења параметара агенса сушења којом се сушење врши – „мерење параметара система“ у ком се цео процес одвија.

Посебно треба истаћи мерења у току процеса сушења параметара кинетике сушења плодова шљива на свакој леси и то укупне масе плодова на лесама. Ова мерења вршена су дисконтинуално у прецизним временским интервалима од 1 h. На крају сваког од ових временских интервала, се изврше мерења укупних маса свих лесе са плодовима („брutto масе“). За кратко време, једна по једна лесе би биле извађене из коморе, измерене на ваги и враћене у комору сушаре. По завршетку тих мерења, био би промењен смер вертикалног прострујавања кроз лесе са плодовима.

Када се, у неком временском моменту, констатује да укупна маса плодова на некој леси заједно са масом лесе (брutto маса) достигне задату завршну укупну масу осушених плодова на тој леси (са 75% суве материје) са масом лесе, сушење плодова на тој леси је завршено и та лесе са плодовима се тада извади из коморе за сушење. Време сушења у том моменту је време трајања сушења плодова на тој леси. Када се констатује да је сушење плодова на некој од лесе близу завршетка, тада се мерење укупних маса плодова на тим лесема врши у чешћим временским интервалима, од 0,5 h.

Мерење параметара система – обухвата сва мерења параметара агенса сушења којом се сушење врши: температуре, влажност, протоци и брзине струјања, статички и динамички притисци агенса сушења. Основни параметар система свакако је „температура сушења“. Сушење у свим експериментима обављано је на константној температури сушења од 90 °C или 70 °C, у зависности од типа експеримента. Другим речима, ова температура одржавана је све време константном и мерена је у временским интервалима од 1 h. Та температура је температура загрејаног ваздуха на улазу у комору за сушење и пре проласка кроз лесе са плодовима шљива („улазна температура агенса сушења пре проласка кроз вишеслојан слој материјала“).

Регулацијом протока, брзина струјања агенса сушења у пресеку коморе за сушење одржавана је константном и износила је око 1 m/s. Остали параметри система (температуре у водовима, протоци и брзине струјања, влажности агенса сушења) мерени су непосредно пре и непосредно после постављања леса са плодовима у комору за сушење, по истеку првог и другог часа сушења и на завршетку процеса сушења.

Након сушења и кондиционирања узорци сушене шљиве се складиште у ринфузном стању и на њима се врши иста контрола квалитета као и код свежих плодова.

4.3. Одређивање кинетике процеса сушења

Сушење намирница, у овом случају плодова испитиваних сората шљиве, се обавља тако што се садржај воде смањује у свакој тачки влажног чврстог материјала. То смањивање садржаја воде у плоду шљиве обликује поља садржаја воде, а сама појава тече све дотле док се не достигне равнотежна влажност плода са околном средином. Полазећи од тога да садржај воде описује средњу вредност те величине у датој запремини влажног материјала, произилази да је та величина функција времена. Промена по времену тог, средњег, садржаја воде у плоду шљиве, означава се као кинетика сушења.

Кинетика сушења се приказује као крива сушења и крива брзине сушења.

За одређивање кинетике процеса сушења, на основу полазних података и величина, као и на основу величина мерених у току процеса сушења, прорачун има следећи редослед, преко следећих једначина:

$$M [g] = M_T [g] - M_L [g]$$

$$M_K [g] = G_{K0} [kg / kg] \times M_0 [g]$$

$$M_M [g] = M [g] - M_K [g]$$

$$M_{Msm} [g] = G_{SM0} [kg SM / kg] \times M_{M0} [g]$$

$$M_{MW} [g] = M_M [g] - M_{Msm} [g]$$

$$G_{SM} [kg SM / kg] = M_{Msm} [g] / M_M [g]$$

$$W_0 [kg W / kg] = 1 - G_{SM0} [kg SM / kg]$$

$$W [kg W / kg] = 1 - G_{SM} [kg SM / kg]$$

$$U_0 [kg W / kg SM] = 1 / G_{SM0} [kg SM / kg] - 1$$

$$U [kg W / kg SM] = 1 / G_{SM} [kg SM / kg] - 1$$

$$MR [1] = U / U_0$$

За одређивање брзине процеса сушења, користе се величине за кинетику процеса сушења и времена сушења, односно интервал времена сушења плодова на одређеној леси између два мерења.

У последње време у иностраној литератури многи аутори, нпр. *Doymaz и Pala*, (2002); *Akpinar*, (2006); *Bozkir*, (2006); *Goyal et al.* (2007), кинетику сушења приказују преко израза **MR** који представља бездимензиони однос влага, који је изражен преко следеће једначине:

$$MR = (U - U_0) / (U - U_e)$$

Пошто је вредност U_e веома мала у односу на почетни садржај влаге U_0 и садржај влаге у било ком времену U , равнотежни садржај влаге U_e се може занемарити, тако да се однос влаге **MR** може изразити кроз једначину:

$$MR = U / U_0$$

Списак ознака у свим овим обрасцима је следећи:

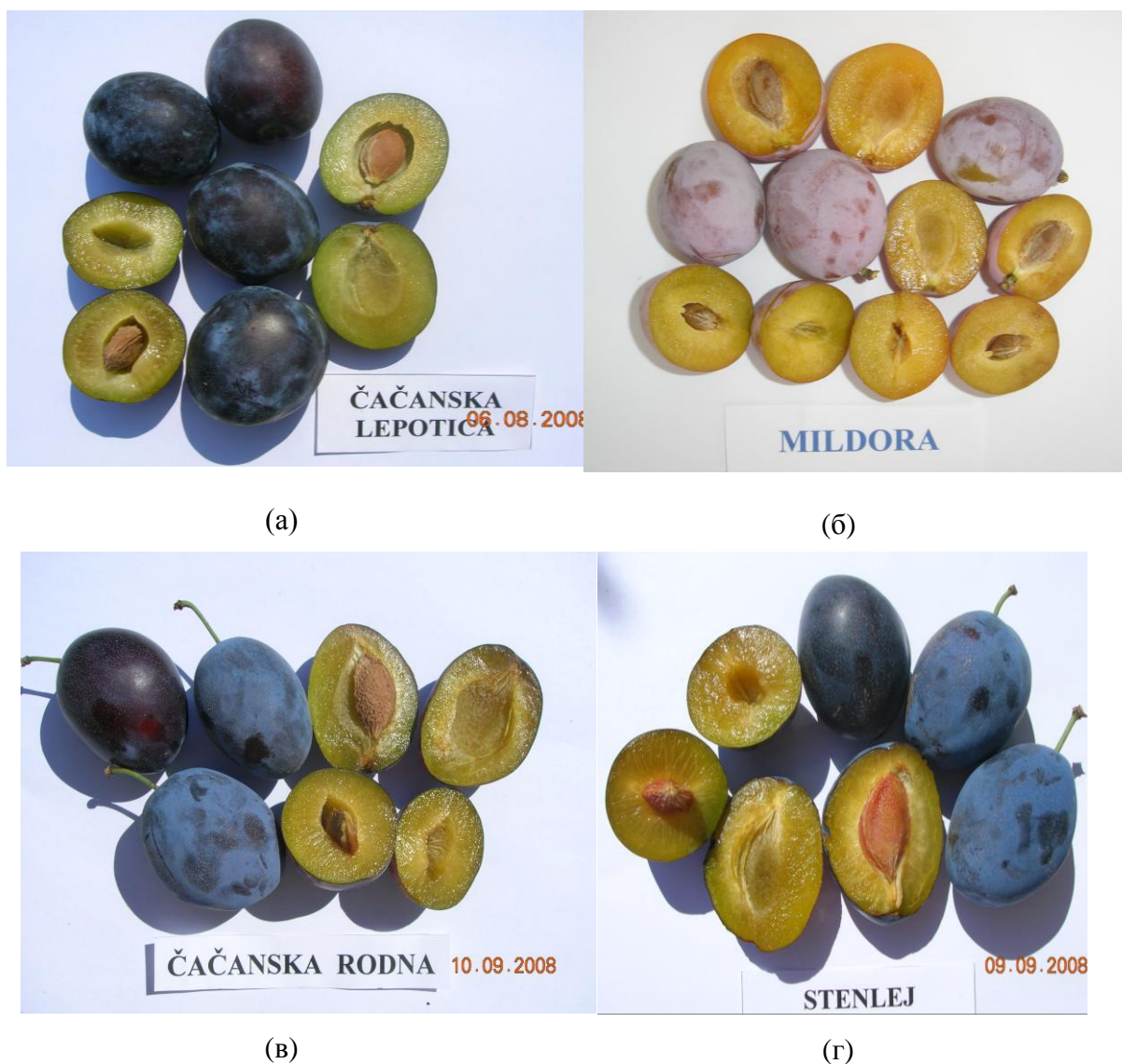
τ_0 [h]	- Почетно време сушења плодова на одређеној леси
τ [h]	- Времена сушења плодова на одређеним лесама
$\Delta\tau$ [h]	- Интервал времена сушења плодова на одређеној леси између
$[\tau_i - \tau_{i-1}]$	два мерења
M_P [g]	- Просечна маса свежег појединачног плода на одређеној леси на почетку сушења
M_{T0} [g]	- Укупна маса свежих плодова на одређеној леси са масом лесе на почетку сушења (брuto маса)
M_T [g]	- Укупне масе плодова на одређеној леси са масом лесе у току процеса сушења (брuto маса)
M_L [g]	- Маса одређене лесе (маса таре)
M_0 [g]	- Укупна маса свежих плодова на одређеној леси на почетку сушења (нето маса)
M [g]	- Укупне масе плодова на одређеној леси у току процеса сушења (нето маса)
M_K [g]	- Укупна маса коштица плодова на одређеној леси (константна све време у току процеса сушења)
M_{M0} [g]	- Укупна маса јестивог дела (егзокарп–покожица и мезокарп –месо) свежих плодова на одређеној леси на почетку сушења
M_M [g]	- Укупне масе јестивог дела (покожица и месо) плодова на одређеној леси у току процеса сушења
G_{K0} [kg / kg]	- Просечан масени садржај (удео) коштице (ендокарп) у свежем појединачном плоду на одређеној леси на почетку сушења
G_{SM0} [kg SM / kg]	- Просечан садржај (удео) суве материје у јестивом делу свежег појединачног плода на одређеној леси на почетку сушења

- G_{SM} [kg SM / kg] - Садржаји (удели) суве материје у јестивом делу плодова на одређеној леси у току процеса сушења
- M_{Msm} [g] - Укупна маса суве материје у јестивом делу плодова на одређеној леси (константна све време у току процеса сушења)
- M_{Mw} [g] - Укупне масе воде у јестивом делу плодова на одређеној леси у току процеса сушења
- W_0 [kg W / kg] - Садржај влаге на влажну основу у јестивом делу плодова на одређеној леси на почетку сушења
- W [kg W / kg] - Садржаји влаге на влажну основу у јестивом делу плодова на одређеној леси у току процеса сушења
- U_0 [kg W / kg SM] - Садржај влаге на суву основу у јестивом делу плодова на одређеној леси на почетку сушења
- U [kg W / kg SM] - Садржаји влаге на суву основу у јестивом делу плодова на одређеној леси у току процеса сушења
- U_e [kg W / kg SM] - Равнотежни садржај влаге на суву основу у јестивом делу плодова
- $MR = U / U_0$ [1] - Бездимензиони однос влаге (садржаја влаге на суву основу) у јестивом делу плодова на одређеној леси у току процеса сушења
- ΔM [g]
[$M_{i-1} - M_i$] - Промене укупних маса плодова у интервалу времена између два мерења на одређеној леси у току процеса сушења
- $\Delta M_M = \Delta M$ [g]
[$M_{Mi-1} - M_{Mi}$] - Промене укупних маса јестивог дела плодова у интервалу времена између два мерења на одређеној леси у току процеса сушења
- ΔG_{SM} [kg SM / kg] - Промене садржаја (удела) суве материје у јестивом делу

- [$G_{SMi} - G_{SMi-1}$] плодова у интервалу времена између два мерења на одређеној леси у току процеса сушења
- ΔU [kg W / kg SM] - Промене садржаја влаге на суву основу у јестивом делу плодова у интервалу времена између два мерења на одређеној леси у току процеса сушења
- [$U_{i-1} - U_i$] плодова у интервалу времена између два мерења на одређеној леси у току процеса сушења
- ΔMR [1] - Промене бездимензионих односа влага (садржаја влага на суву основу) у јестивом делу плодова у интервалу времена између два мерења на одређеној леси у току процеса сушења
- [$MR_{i-1} - MR_i$] суву основу) у јестивом делу плодова у интервалу времена између два мерења на одређеној леси у току процеса сушења
- $\Delta M / \Delta \tau$ [g / h] - Брзине промена укупних маса плодова на одређеној леси у току процеса сушења
- [$dM / d\tau$] у току процеса сушења
- $\Delta G_{SM} / \Delta \tau$ [kg SM / kg / h] - Брзине промена садржаја (удела) суве материје у јестивом делу плодова на одређеној леси току процеса сушења
- [$dG_{SM} / d\tau$] у јестивом делу плодова на одређеној леси току процеса сушења
- $\Delta U / \Delta \tau$ [kg W / kg SM / h] - Брзине промена садржаја влаге на суву основу у јестивом делу плодова на одређеној леси у току процеса сушења
- [$dU / d\tau$] у јестивом делу плодова на одређеној леси у току процеса сушења
- $\Delta MR / \Delta \tau$ [1 / h] - Брзине промена бездимензионих односа влага (садржаја влага на суву основу) у јестивом делу плодова на одређеној леси у току процеса сушења
- [$dMR / d\tau$] влаге на суву основу) у јестивом делу плодова на одређеној леси у току процеса сушења
- Напомена:** Задати завршни садржај суве материје у јестивом делу плодова на одређеној леси на крају сушења у свим експериментима износио је: $G_{SMo} = 0,75$ [kg SM / kg].

4.4. Материјал – плодови шљиве

За експериментална истраживања, која су обављена у току 4 године, коришћени су плодови шљиве сората Чачанска лепотица, Милдора, Чачанска родна и Стенлеј из засада Института за воћарство Чачак, Милдора са локалитета Љубић а остале сорте са локалитета Прељинско брдо. У засаду се редовно примењују агро и помотехничке мере за ову врсту воћака.



Сл. 4. Плодови испитиваних сората шљиве намењених сушењу

Чачанска лепотица је настала укрштањем сорти Вангенхајмова x Пожегача. Створена је у Институту за воћарство у Чачку 1961. године, за сорту је призната 1975. године, а заштићена 1991. године (Миленковић и сар., 2006). Самооплодна је сорта. Рађа редовно и обилно у свим агроеколошким условима. Према вирусу шарке шљиве је толерантна. Плод је ситан до средњекрупан, зависно од родности. Покожица плода је танка, тамноплава, са сребрнатим пепељком (сл. 4а). Месо је зеленкасто-жуто, чврсто, сочно, слатко-накиселог укуса. Плодови су чврсти и добро подносе транспорт. Чачанска лепотица је рана, стона квалитетна сорта.

Милдора је добијена укрштањем сорти Large Sugar Prune x Чачанска лепотица 1980. године, а за сорту је призната 2004. године (Миленковић и сар., 2006). Делимично је самооплодна. Родност је осредња до добра, зависно од локалитета и године. Према вирусу шарке шљиве је практично отпорна, али је осетљива на трулеж плода. Плод је ситнији до средње крупан, округлог до јајастог облика. Покожица је доста танка, црвена, са пепељком (сл. 4 б). Мезокарп је златножут, изразито сладак.

Чачанска родна је настала укрштањем сорти Стенлеј x Пожегача. Створена је у Институту за воћарство у Чачку 1961. године, за сорту је призната 1975. године, а заштићена 1991. године (Миленковић и сар., 2006). Самооплодна је сорта, замеће и до 40% плодова. Због великог потенцијала родности обавезна је јака резидба. Средње је осетљива према вирусу шарке шљиве. Плод је ситан до средње крупан јајастог облика. Покожица је танка, чврста, плава, са обилним пепељком (сл. 4 в). Месо је чврсто, жуто, врло сочно, слатко-накисело, ароматично. Плодови добро подносе транспорт. Чачанска родна је сорта комбинованих особина. Плод се користи за потрошњу у свежем стању, сушење, ракију и друге облике прераде.

Стенлеј (Stanley) је настао укрштањем сорти Agen x Grand Duke. Створен је у Огледној воћарској станици у Ђенови, држава Њујорк, САД. У производњи је од 1926. године, а у Србији од 1956 године (Мишић, 1996). Толерантна је према

вирусу шарке шљиве. Релативно добро подноси сушу. Плод је средње крупан, обрнуто јајаст, тамноплаве покожице са богатим пепељком, привлачне спољашности (сл. 4 г). Месо је зеленкастожута, чврсто, доста сочно, сладуњавог укуса и осредњег квалитета. Добро подноси транспорт. Стенлеј је сорта комбинованих особина. Плод се користи за потрошњу у свежем стању, сушење, ракију и друге облике прераде.

4.5. Механичка и хемијска анализа плодова шљиве

Механичка и хемијска анализа плодова свеже и сушене шљиве (Трајковић и сар., 1983) извршене су у лабораторији Одељења за технологију прераде воћа Института за воћарство у Чачку.

Механичка анализа обухватала је одређивање:

- просечне масе плодова [g] (техничком вагом Mettler),
- просечне масе коштице [g] (техничком вагом Mettler),
- удео коштице у маси плода [%]

Хемијска анализа обухватала је одређивање:

- садржај укупне суве материје – сушењем у лабораторијској сушници (Сутјеска) на 105 °С,
- садржај растворљиве суве материје – рефрактометријски (ручним рефрактометром 3828 Carl Zeiss),
- садржај укупних киселина, изражене у јабучној киселини (неутрализацијом са 0,1 М NaOH, уз фенолфталеин)
- рН вредност (само код свежих плодова) – потенциометријски (рН метром МА 5705 Iskra)
- садржај шећера (укупних шећера, инвертних шећера и сахарозе) – метода по Luff-Schoorl-у

4.6. Обрада података

Добијени резултати механичке и хемијске анализе свежих и сушених плодова испитиваних сората шљиве приказани су као средње вредности из три понављања са урачунатом стандардном девијацијом. Резултати механичке анализе свежих и сушених плодова шљиве, као и хемијске анализе свежих плодова обрађени су анализом варијансе (ANOVA) као једнофакторијални оглед (*Хаџивуковић*, 1991). Резултати хемијске анализе сушених плодова шљиве су обрађени као трофакторијални оглед, где је фактор А – сорта, фактор В – температура сушења, а С – технолошка припрема плодова за сушење. За тестирање значајности разлика средњих вредности испитиваних параметара примењен је Duncan's вишеструки тест рангова за праг значајности $P \leq 005$ (*Duncan*, 1955).

Експериментални податаци кинетике сушења испитиваних сората шљиве приказани су у табелама, које су дате у прилогу, а резултати су приказани табеларно и графички. На основу ових резултата кинетике сушења извршена је упоредна анализа времена сушења у зависности од полазних карактеристика плодова (маса, сува материја) за сваку од испитиваних сората шљиве, као средња вредност из три понављања са урачунатом стандардном девијацијом. Поређења сората, на бази ове упоредне анализе, извршено је статистички анализом варијансе (ANOVA) као једнофакторијални оглед.

5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

5.1. Технолошке карактеристике плодова шљиве

5.1.1. Механички састав плодова шљиве

Пре сушења, одређени су полазни параметри механичког састава свежих плодова шљиве, који представљају неопходне податке за рачунско предвиђање завршетка процеса сушења плодова на лесама, са 75 % суве материје. Механички састав плодова испитиваних сората шљиве приказан је у табели 1.

Таб. 1. Механички састав плодова испитиваних сората шљиве

Сорта	Маса плода (g)	Маса коштице (g)	Удео коштице (%)
Ча. лепотица	41.49 ± 1.18 a	1.70 ± 0.05 b	4.10 ± 0.01 c
Милдора	23.25 ± 0.46 c	1.05 ± 0.04 d	4.50 ± 0.06 b
Ча. родна	36.74 ± 0.72 b	1.48 ± 0.03 c	4.04 ± 0.01 c
Стенлеј	42.18 ± 1.91 a	2.15 ± 0.09 a	5.10 ± 0.01 a
ANOVA	**	**	**

- Звезде обележавају значајне разлике између средина за резултате ANOVA (F test)
- Просечне вредности за испитиване параметре у истој колони које су обележене различитим малим словима су статистички значајне за $P \leq 0.05$ на основу Duncan's вишеструког теста рангова

Анализом података констатује се да се сорте разликују међу собом према механичком саставу плодова. Најситније плодове има сорта Милдора (23.25 g), док плодови сората Чачанска лепотица и Стенлеј се статистички не разликују (41.49 g и 42.18 g). Милдора је сорта која има најситнију коштицу (1.05 g), међутим запажа се да процентуални удео коштице у плоду ове сорте (4.50%) је већи у односу на сорте Чачанска лепотица и Чачанска родна.

Милдора је сорта ситнијег плода: 20.4 g (Огашановић, 2000), код Митровић и сар. (2006) у зависности од године испитивања маса плода износи 21.06 g и 22.94 g, а код Огашановића и Ранковића (1996) маса плода износи 26 g.

Изузетно у појединим годинама плодови могу достићи масу од 30.10 g (Огашановић и сар., 2005), тако да плодови Милдоре који су коришћени за испитивање кинетике сушења представљају просечне вредности које су карактеристичне за ову сорту.

У литератури се наводи да је коштица Милдоре мала и да се одлично одваја од меса (Огашановић, 2000; Миленковић и сар., 2006), али кад је плод мале масе (око 20 g) долази до тога да процентуално учешће коштице у плоду није мало, код Митровић и сар. (2006) износи 4.94% и 5.40%, тако да се проценат коштице приближава Стенлеју чија вредност може бити и 5.10% (Митровић и сар., 2006). У табели 1 проценат коштице сорте Милдоре је ипак доста нижи од сорте Стенлеј.

У литератури се наводи да је плод Стенлеја крупан, просечно 36 g (Мишић, 1996), 37.5 g (Станчевић, 1994), а код Зарић и Зрнић-Савић (1976) и Митровић и сар. (2009) маса плода износи око 30 g и 37 g, у зависности од године истраживања. У овим испитивањима коришћени су нешто крупнији плодови (42.18 g) од уобичајеног просека за ову сорту, мада, са друге стране и *Cinquanta et al.* (2002) су за сушење користили крупне плодове ове сорте (46.7 g). Коштица је релативно крупна, 2.15 g, слично резултатима до којих су дошли *Ненадовић-Мратинић и сар.* (2007), тако да је удео коштице у плоду 5.10%, што је највећа вредност у односу на све испитиване сорте.

Маса плода сорте Чачанска лепотица износи 41.49 g, нешто је мања у односу на плод Стенлеја (таб. 1) али поменута разлика статистички није значајна. Маса плода ове сорте је различита код различитих аутора, у зависности од локалитета, примењене агротехнике и намене плодова, и може износити: око 37 g (*Јанда и Гавриловић*, 1984; *Ненадовић-Мратинић и сар.*, 2007); 32.17-36.47 g (*Ракићевић и сар.*, 2006); 38.4 g (*Hoehn et al.*, 2005); 34.33 g и 42.57 g (*Митровић и сар.*, 2006), а код *Поповић и сар.* (2006б) маса је достигала вредност од 45.57 g. Према томе, може се сматрати да маса плода сорте Чачанска лепотица у овим истраживањима представља средњу вредност типичну за ову сорту.

Иако се плод Чачанске лепотице по маси статистички не разликује од плода Стенлеја, удео коштице у плоду је знатно нижи од Стенлеја, јер садржи много ситнију коштицу (1.70 g). Удео коштице у плоду сорте Чачанска родна

износи 4.04% и њена вредност се статистички не разликује од сорте Чачанска лепотица (4.10%) и оне представљају најнижу вредност у односу на испитиване сорте.

У испитивањима кинетике сушења коришћени су плодови сорте Чачанска родна масе 36.74 g. У литератури маса плода ове сорте варира у широким границама у зависности од локалитета, намене плода, али пре свега од примењене агротехнике. То је сорта чија маса плода у највећој мери зависи од интензитета резидбе. Због тога, у старијој литератури, где су се користили плодови са стабала на којима није примењена интензивна резидба, маса плода је обично била око 25 g (*Јанда и Гавриловић, 1984; Јанда и Шошкић, 1986; Огашановић и сар., 1993*). У литератури новијег датума, у којој се користи плод са стабала на којима се примењује адекватна резидба, маса плода прелази вредност од 30 g (*Ненадовић-Мратинић и сар., 2007; Dinkova et al., 2007; Поповић и сар., 2008a*), а код аутора *Митровић и сар. (2006)* који су користили плодове ове сорте за сушење, маса је достигала вредност од 42.50 g. Анализом приказаних података може се сматрати да маса плода сорте Чачанска родна представља средњу вредност типичну за ову сорту у засадима у којима се спроводи адекватна агротехника.

5.1.2. Хемијски састав плодова шљиве

Садржаји укупне суве материје, растворљиве суве материје, укупних киселина, вредности рН и односа растворљиве и укупне суве материје у плодовима испитиваних сората шљиве приказани су у табели 2а.

Анализом података констатује се да се сорте разликују међу собом према садржају укупних и растворљивих сувих материја. Највиша просечна вредност укупних сувих материја регистрована је код сорте Милдора (25.50%), затим код сорте Чачанска родна (22.67%), а најмања код сорте Чачанска лепотица (15.77%). Све сорте имају ниже садржаје растворљиве суве материје у односу на укупну суву материју. Запажа се интересантна чињеница да су односи растворљиве и укупне суве материје приближних вредности за све испитиване сорте, односно њихове разлике нису статистички значајне, изузев код сорте Стенлеј.

Садржаји укупних киселина у плоду шљиве се разликују у зависности од сорте. Оне сорте које имају највише укупних киселина (Чачанска лепотица) имају најмање вредности рН. Наиме, оучава се да су вредности укупних киселина и вредности рН у обрнутој корелацији, изузев код сората Чачанска родна и Стенлеј чије разлике вредности садржаја рН статистички нису значајне.

Таб. 2а. Хемијски састав плодова испитиваних сората шљиве

Сорта	Укупна сува материја (УСМ) (%)	Растворљива сува материја (РСМ) (%)	Укупне киселине (%)	рН	Однос РСМ/УСМ
Ча. лепотица	15.77 ± 0.56 d	14.70 ± 0.40 d	0.98 ± 0.05 a	3.47 ± 0.11 c	0.93 ± 0.01 a
Милдора	25.50 ± 0.45 a	23.21 ± 0.43 a	0.43 ± 0.04 d	4.23 ± 0.07 a	0.91 ± 0.04 a
Ча. родна	22.67 ± 0.14 b	21.45 ± 0.33 b	0.79 ± 0.01 b	3.80 ± 0.06 b	0.94 ± 0.01 a
Стенлеј	19.59 ± 0.53 c	17.13 ± 0.66 c	0.62 ± 0.05 c	3.87 ± 0.09 b	0.87 ± 0.01 b
ANOVA	**	**	**	**	**

- Звезде обележавају значајне разлике између средина за резултате ANOVA (F test)
- Просечне вредности за испитиване параметре у истој колони које су обележене различитим малим словима су статистички значајне за $P \leq 0.05$ на основу Duncan's вишеструког теста рангова

Карактеристика плода шљиве сорте Милдора је да има висок садржај растворљиве суве материје, која просечно износи око 26% (Огашановић и Ранковић, 1996). Иако према Огашановићу (2000) садржај растворљиве суве материје често прелази вредност од 30%, у испитивањима погодности ове сорте за сушење Митровић и сар. (2006) наводе да ова сорта ипак садржи ниже вредности растворљиве суве материје, 20.00% и 23.90%, у зависности од године истраживања. У овим истраживањима плодови Милдоре садрже 23.21% растворљиве суве материје, мада су и ове вредности високе када је шљива у питању.

Милдора је сорта шљиве за коју је карактеристично и неспецифично низак садржај укупних киселина, најчешће око 0.40%. У овим испитивањима као и код испитивања Огашановића и Ранковића (1996) плод садржи 0.43% односно 0.46% укупних киселина. Ниском садржају укупних киселина одговарају веће рН вредности, рН је код Милдоре најчешће већа од вредности 4 (Огашановић и Ранковић, 1996), што је неспецифично за шљиву као врсту воћа која просечно има

pH вредност око 3.4-3.6 (*Никетић-Алексић и сар.*, 1989) односно 3-4 (*Wilford et al.*, 1997).

У литератури се налази широки распон садржаја укупних, односно растворљивих сувих материја сорте шљиве Чачанска родна. У помолошкој литератури садржај растворљиве суве материје је обично у интервалу 16-18% (*Милетић и Петровић*, 1996; *Опарница и Јовановић*, 2000; *Ненадовић-Мратинић и сар.*, 2007), док у плодовима који су намењени за производњу ракије шљивовице садржаји могу бити далеко већи, 25.10% (*Поповић и сар.*, 2006б). Плодови ове сорте намењени сушењу углавном садрже укупне суве материје у распону 18-24% (*Митровић и сар.*, 2007), али најчешће око 22% (*Јанда и Гавриловић*, 1984; *Јанда и Шошкић*, 1986; *Митровић и сар.*, 2006).

Просечан садржај укупних киселина за шљиву износи од 0.54 до 1.40% (рачунато као лимунска киселина) код *Никетић-Алексић и сар.* (1989), док код *Мишића* (1996) садржај укупних киселина изражених у јабучној киселини се креће од 0.39 до 2.28% . Плод шљиве сорте Чачанска родна садржи 0.79% укупних киселина, изражених у јабучној киселини (таб. 2а), слично резултатима до којих су дошли (*Јанда и Шошкић*, 1986; *Милетић и Петровић*, 1996; *Поповић и сар.*, 2008а).

Стенлеј је сорта шљиве чији се плодови најчешће користе са растворљивом сувом материјом око 17-18% (*Barbanti et al.*, 1995; *Зарић и Зрнић-Савић*, 1976; *Ненадовић-Мратинић и сар.*, 2007) или преко 20%, најчешће 20-22% (*Јанда*, 1967; *Cinquanta et al.*, 2002; *Dinkova et al.*, 2007; *Митровић и сар.*, 2009), без обзира да ли се користе за стону потрошњу или за прераду. Приказани подаци у табели 2а указују да садржај растворљиве, односно укупне суве материје, представљају просечне вредности типичне за ову сорту и да се према овом параметру плодови могу користити за сушење. Однос растворљиве и укупне суве материје, који износи 0.87, значајно се статистички разликује од свих осталих посматраних сората шљиве (чачанских сората шљиве) и указује на веће разлике у садржајима ова два параметра.

Анализирајући табелу 2а разлике у pH вредности између сората Чачанска родна и Стенлеј статистички нису значајне, међутим са друге стране, плод шљиве Стенлеја има далеко мањи садржај укупних киселина у односу на поменуто сорту

и износи 0.62%. У литератури, код највећег броја аутора, садржај укупних киселина за сорту Стенлеј износи око 0.6% (*Бардић и Ђурић*, 1983; *Ненадовић-Мратинић и сар.*, 2007; *Митровић и сар.*, 2009), а често и ниже вредности, око 0.5% (*Јанда*, 1967; *Зарић и Зрнић-Савић*, 1976), што је у складу са приказаним резултатом у овом истраживању.

Чачанска лепотица је типична стона сорта, што се огледа и у садржају сувих материја (укупних и растворљивих) и у садржају укупних киселина. Од свих испитиваних сората шљиве Чачанска лепотица има далеко најниже вредности укупних сувих материја, 15.77% и растворљивих сувих материја 14.70%. Сагледавајући литературне податке (*Јанда и Гавриловић*, 1984; *Милетић и Петровић*, 1996; *Dragoyski et al.*, 2005; *Ракићевић и сар.*, 2007) вредности овог параметра су уобичајене за ову сорту, мада, у појединим годинама плодови могу имати и веће садржаје суве материје, око 17% растворљиве суве материје (*Митровић и сар.*, 2006; *Поповић и сар.*, 2006б). Овај низак садржај сувих материја сорте Чачанска лепотица (таб. 2а), са друге стране, може бити битан фактор за постизање одговарајућег квалитета сушене шљиве.

Сорта Чачанска лепотица, због својих карактеристика, има највећи садржај укупних киселина (0.98%) у односу на остале испитиване сорте. Код свих поменутих аутора, који су испитивали ову сорту, било као предмет помолошких испитивања или погодности за неки вид прераде (сушење или прераду у ракију шљивовицу), садржај укупних киселина је био око 1%, најчешће у распону 1 - 1.2%.

Садржаји шећера (укупних, инвертних и сахарозе) у плодовима испитиваних сората шљиве приказани су у табели 2б.

Анализом података констатује се да се сорте разликују међу собом према садржају укупних шећера. Највећи садржај укупних и инвертних шећера, као и сахарозе, забележен је код сорте Милдора (17.20%), која иначе има и највећи садржај укупних, односно растворљивих сувих материја (таб. 1а), док најмањи садржај ових испитиваних параметара има сорта Чачанска лепотица. Разлике вредности садржаја инвертних шећера код сората Чачанска лепотица и Стенлеј статистички нису значајне.

Са друге стране, односи инвертних и укупних шећера су приближних вредности за све испитиване сорте, односно разлике њихових садржаја нису статистички значајне, изузев код сорте Чачанска лепотица.

Таб. 26. Хемијски састав плодова испитиваних сората шљиве

Сорта	Укупни шећери (УШ) (%)	Инвертни шећери (ИШ) (%)	Сахароза (%)	Однос ИШ/УШ	Индекс сласти
Ча. лепотица	10.78 ± 0.14 d	7.42 ± 0.30 c	3.19 ± 0.19 c	0.68 ± 0.02 a	10.98 ± 0.60 c
Милдора	17.20 ± 1.09 a	10.53 ± 0.83 a	6.33 ± 0.40 a	0.61 ± 0.02 b	40.25 ± 4.99 a
Ча. родна	14.86 ± 0.38 b	8.90 ± 0.58 b	5.66 ± 0.86 ab	0.60 ± 0.05 b	18.67 ± 0.72 b
Стенлеј	12.70 ± 0.50 c	7.78 ± 0.19 c	4.68 ± 0.56 b	0.61 ± 0.03 b	20.34 ± 1.70 b
ANOVA	**	**	**	*	**

- Звезде обележавају значајне разлике између средина за резултате ANOVA (F test)
- Просечне вредности за испитиване параметре у истој колони које су обележене различитим малим словима су статистички значајне за $P \leq 0.05$ на основу Duncan's вишеструког теста рангова

Највећу вредност индекса сласти има сорта шљиве Милдора (40.25), док је најмања вредност забележена код сорте Чачанска лепотица (10.98). Разлике у вредности овог параметра код сората Чачанска родна и Стенлеј статистички није значајна.

Сходно високом садржају сувих материја, сорта шљиве Милдора има далеко већи садржај укупних шећера у односу на све остале испитиване сорте. Између осталих карактеристика, пре свега се мисли на отпорност према вирусу шарке, високи садржај сувих материја и укупних шећера ју је издвојио од осталих хибрида, тако да још као хибрид Г-12 *Митровић и сар.* (2006) су почели испитивања њене погодности за сушење. Поменути аутори су користили плодове ове сорте који садрже 16.75% и 12.16% укупних шећера, у зависности од године истраживања, односно 23.90% и 20.00% растворљивих сувих материја. Иако у овим истраживањима кинетике сушења, садржај растворљивих сувих материја (23.21%) је сличан са садржајем растворљиве суве материје плодова Милдоре који су користили поменути аутори, у овим истраживањима је код плодова регистрован далеко већи садржај укупних шећера (17.20%). Ово, вероватно

указује, да на садржај укупних шећера утичу климатски услови, а могуће и интензитет примењених агротехничких мера.

У помолошкој литератури се помиње да су плодови сорте Милдоре слатки, чак и врло слатки (*Огашановић и Ранковић, 1996; Огашановић, 2000*), што се и потврђује високим индексом сласти, који у овим истраживањима достиже вредност 40.25. *Јанда (1967)* је укус плода шљиве који има индекс сласти већи од 30 описала као слатки, медасти укус и ова висока вредност је неспецифична за шљиву, као врсту воћа.

Сходно широком распону садржаја укупних, односно растворљивих сувих материја који се у литератури налази за плодове шљиве Чачанска родна и садржаји укупних шећера се такође налазе у широком интервалу. Наиме, у помолошкој литератури (*Милетић и Петровић, 1996; Опарница и Јовановић, 2000; Ненадовић-Мратинић и сар., 2007; Dinkova et al., 2007*) садржај укупних шећера се креће у интервалу 10-11%. У плодовима који се користе у циљу испитивања погодности са различите облике прераде, садржај укупних шећера се обично налази око вредности 12% (*Јанда и Шошкић, 1986; Поповић и сар., 2006а; Митровић и сар., 2006*) или око 14%, па и веће вредности (*Поповић и сар., 2006б; Митровић и сар., 2006; Поповић и сар., 2008б*) у зависности од степена зрелости, локалитета и примењене агротехнике. Ако се за шљиву, као врсту воћа, обично узимају просечне вредности садржаја укупних шећера у интервалу 11-13% (*Никетић-Алексић и сар., 1989*), садржај овог параметра од 14.86%, који је добијен у овим истраживањима, представља високу вредност. С обзиром да се и код других аутора појављују овакве високе вредности, долази се до закључка да је Чачанска родна сорта шљиве која има висок садржај укупних шећера, што је са становишта погодности ове сорте за производњу ракије шљивовице и добијања већих потенцијалних приноса ракије, како наглашавају *Поповић и сар. (2008б)*, врло важна карактеристика.

Садржај укупних шећера плода шљиве сорте Стенлеј у овим испитивањима износи 12.70%. Садржај око 12% представља најчешћу вредност овог параметра код великог броја аутора (*Јанда, 1967; Зарић и Зрнић-Савић, 1976; Јанда и Гавриловић, 1984; Поповић и сар., 2006а; Поповић и сар., 2008б*) и може се сматрати одликом ове сорте.

С обзиром да плодови шљиве сорте Чачанска лепотица имају најмањи садржај сувих материја (таб. 2а), анализирајућу табелу 2б запажа се, такође, најмањи садржај укупних шећера код ове сорте. Садржај овог параметра у износу од 10.78% представља просечну вредност укупних шећера (око 10%) код многих аутора (*Јанда и Гавриловић*, 1984; *Милетић и Петровић*, 1996; *Dragoyski et al.*, 2005; *Поповић и сар.*, 2006б; *Митровић и сар.*, 2006). Са друге стране, разлика у вредности садржаја инвертних шећера код ове сорте и сорте Стенлеј статистички није значајна. Према томе, сорта Чачанска лепотица има релативно нешто већи садржај инвертних шећера у односу на укупне шећера, због чега је и однос ових параметара нешто већи у односу на све остале испитиване сорте. Због свега тога, произилази да плодови сорте Чачанска лепотица имају најмањи садржај сахарозе.

Према *Никетић-Алексић и сар.* (1989) садржај сахарозе у плоду шљиве се налази у распону 0.86 – 5.8%. Код свих испитиваних сората, сем код Милдоре, садржај сахарозе се налази у овим границама, с тим да је садржај код Чачанске родне између садржаја Милдоре и Стенлеја.

Индекс сласти је врло важан параметар у производњи сушене шљиве. Да би се добила сушена шљива прихватљивих органолептичких особина, мора се поћи од одговарајуће свеже сировине. Према *Јанди* (1967) хармоничан укус шљиве се добија када је вредност индекса сласти у интервалу 20–25. Анализирајући табелу 2б, долази се до констатације да једино плодови сорте Стенлеј имају тражени индекс сласти. Како разлике вредности индекса сласти између Стенлеја и Чачанске родне статистички нису значајне, долази се до закључка да и плодови ове сорте задовољавају у том погледу. Како је већ раније истакнуто, плодови сорте Милдоре су јако слатки (медаст укус), док са друге стране, плодови сорте Чачанска лепотица имају кисели укус.

5.2. Механички и хемијски састав плодова сушених шљива

5.2.1. Механички састав плодова сушених шљива

Механички састав сушених плодова испитиваних сората шљиве приказан је у табели 3. Анализом података се констатује да се сорте разликују међу собом према механичком саставу плодова.

Најкрупније сушене плодове има сорта шљиве Стенлеј, док су код сорте Милдора констатовани најситнији плодови. Разлике у вредностима удела коштице у сушеном плоду код сората Чачанска лепотица и Стенлеј статистички није значајна, као и између сората Милдора и Чачанска родна.

Пошто сорта Милдора има најситније сушене плодове, код ове сорте је забележен и највећи број плодова у 0.5 kg. Најмањи број сушених плодова у 0.5 kg је констатован код сората Чачанска родна и Стенлеј, код којих разлике у вредностима истих статистички није значајан.

Таб. 3. Механички састав сушених плодова са 75% суве материје испитиваних сората шљиве

Сорта	Маса плода (g)	Маса коштице (g)	Удео коштице (%)	Број плодова у 0.5 kg	Однос свеж/сув плод
Ча. лепотица	9.95 ± 0.35 c	1.74 ± 0.09 b	17.46 ± 0.28 a	50.00 ± 2.00 b	4.25 ± 0.04 a
Милдора	8.49 ± 0.23 d	1.05 ± 0.04 d	12.33 ± 0.14 b	58.67 ± 1.53 a	2.75 ± 0.02 d
Ча. родна	11.82 ± 0.35 b	1.41 ± 0.04 c	11.93 ± 0.30 b	41.67 ± 1.53 c	2.95 ± 0.05 c
Стенлеј	13.17 ± 1.18 a	2.17 ± 0.09 a	16.54 ± 0.97 a	37.67 ± 3.51 c	3.23 ± 0.18 b
ANOVA	**	**	**	**	**

- Звезде обележавају значајне разлике између средина за резултате ANOVA (F test)
- Просечне вредности за испитиване параметре у истој колони које су обележене различитим малим словима су статистички значајне за $P \leq 0.05$ на основу Duncan's вишеструког теста рангова

Највећи однос свежег и сушеног плода је забележен код сорте Чачанска лепотица, док је код сорте Милдоре овај однос најмањи, потребно је свега 2.75 kg свежих плодова за добијање 1 kg сушених плодова.

Маса сушеног плода шљиве сорте Милдора је 8.49 g, слично резултатима до којих су дошли *Митровић и сар.* (2006). Иако ова сорта има најситнију

коштицу, удео коштице у сушеном плоду се статистички не разликује од сорте Чачанска родна, која од ње има крупнију коштицу (1.42 g). Са друге стране, Милдора је сорта која има најповољнији рандман сушења. Због високог садржаја суве материје у плоду (таб. 2а) однос свежег и сушеног плода износи 2.75, и према испитивањима *Митровић и сар.* (2006) не прелази вредност од 3 kg свежје шљиве за добијање 1 kg сушене шљиве.

Најкрупнији сушени плодови (13.17 g) су забележени код сорте Стенлеј, који има и најкрупнију коштицу, па према томе и највећи удео коштице у сушеном плоду (16.54%). У зависности од масе свежје сировине, сушени плод ове сорте најчешће има масу око 9 g (*Јанда, 1967; Зарић и Зрнић-Савић, 1976; Јанда и Гавриловић, 1984; Митровић и сар., 2009*), мада може достићи и веће вредности, око 12-13 g (*Митровић и сар., 2000б; Митровић и сар., 2009*). Због релативно ниског садржаја сувих материја у свежој сировини (таб. 2а) однос свежег и сушеног плода је 3.23. Према *Митровић и сар.* (2006) овај однос може постићи оптималну вредност од 3 kg свежје шљиве за добијање 1 kg сушене шљиве у врло ретким случајевима, када је садржај суве материје у плоду Стенлеја преко 21%.

Маса сушеног плода шљиве сорте Чачанска родна износи 11.82 g, слично резултатима до којих су дошли (*Митровић и сар., 2000а; Митровић и сар., 2006*). Аутори *Јанда и Гавриловић* (1984), *Јанда и Шошкић* (1986) и *Митровић и сар.* (2000б) су добијали сушени плод ове сорте масе око 7 g, јер су користили далеко ситнију полазну сировину (око 25 g). У овим испитивањима број сушених плодова сорте шљиве Чачанска родна у 0.5 kg износи 41, а разлика у вредности овог параметра са сортом Стенлеј статистички није значајна. Пошто свежи плодови сорте Чачанска родна имају високи садржај суве материје (таб. 2а) добија се високи рандман сушења. Поред сорте шљиве Милдора, једино Чачанска родна има однос свежег и сушеног плода мањи од 3.

Маса сушеног плода Чачанске лепотице (9.95 g) је просечна маса сушеног плода за ову сорту (*Митровић и сар., 2006*). Иако сушени плодови ове сорте имају далеко ситнију коштицу од Стенлеја, због ситнијег плода у односу на Стенлеј, разлике у уделу коштица између ове две сорте статистички нису значајне. За сорту Чачанска лепотица је карактеристично да има неповољан рандман сушења (*Митровић и сар., 2006*). Једино код ове сорте је потребно више од 4 kg свежје

шљиве (тачније у овим истраживањима 4.25 kg) за добијање 1 kg сушене шљиве, што је неекономично у производњи сушене шљиве.

5.2.2. Хемијски састав плодова сушених шљива

Испитивања кинетике сушења шљиве испитиваних сората су обављена сушењем на две константне температуре ваздуха (агенса сушења), 90 °C и 70 °C, и у две варијанте огледа (технолошке припреме), контрола и диповани плодови. Добијени резултати који се односе на хемијски састав сушених плодова шљиве испитиваних сората, са 75% укупних сувих материја, под утицајем горе наведених фактора (температура сушења и технолошка припрема), приказани су у табели 4.

Резултати анализе варијансе садржаја укупних киселина, укупних шећера, инвертних шећера, односа инвертних и укупних шећера, као и индекса сласти у сушеним плодовима је указала на постојање значајних разлика у вредностима ових параметара између испитиваних сорти. Разлике у вредностима садржаја поменутих параметара статистички нису значајне у зависности од температуре сушења и од технолошке припреме. Анализа варијансе је указала на значајност разлика у вредностима сахарозе и односа инвертног и укупног шећера у зависности од интеракције сорта \times температура сушења. Интеракција свих поменутих фактора (сорта \times температура сушења \times технолошка припрема) статистички није значајна за испољавање разлика у вредностима свих испитиваних параметара хемијског састава сушених плодова.

Анализом података из табеле 4 констатује се да је код сушеног плода шљиве сорте Чачанска лепотица забележен највећи садржај укупних киселина (3.95%), што је у складу са резултатима анализе полазне сировине (таб. 2а). Најмање укупних киселина има сорта Милдора (1.22%), док разлика у вредностима овог параметра између сората Чачанска родна и Стенлеј статистички није значајна.

Највећи садржај укупних шећера се налази у сушеном плоду сорте Милдора (45.51%), а најмањи код Стенлеја (42.02%). Анализирајући табелу 4, констатује се да је садржај укупних шећера код сорте Чачанска лепотица сличан

Таб. 4. Хемијски састав сушених плодова испитиваних сората шљиве са 75 % укупних сувих материја

Третман		Укупне киселине (%)	Укупни шећери (УШ) (%)	Инвертни шећери (ИШ) (%)	Сахароза (%)	Однос ИШ/УШ	Индекс сласти	
Сорта (А)	Ча. лепотица	3.95 ± 0.48 a	43.98 ± 2.49 ab	38.96 ± 2.87 a	4.77 ± 1.65 a	0.88 ± 0.03 a	11.24 ± 1.34 c	
	Милдора	1.22 ± 0.13 c	45.51 ± 2.35 a	39.98 ± 2.07 a	5.24 ± 1.21 a	0.87 ± 0.02 a	37.73 ± 5.02 a	
	Ча. родна	2.05 ± 0.16 b	42.76 ± 2.02 bc	36.25 ± 2.24 b	6.19 ± 1.77 a	0.84 ± 0.04 b	20.97 ± 1.79 b	
	Стенлеј	2.19 ± 0.34 b	42.02 ± 1.72 c	36.40 ± 1.12 b	5.34 ± 1.28 a	0.86 ± 0.03 ab	19.59 ± 3.49 b	
Температура сушења (В)	90 °C	2.37 ± 1.07 a	42.92 ± 2.56 a	37.42 ± 2.28 a	5.38 ± 1.24 a	0.86 ± 0.03 a	21.85 ± 10.22 a	
	70 °C	2.33 ± 1.05 a	44.21 ± 2.34 a	38.54 ± 2.88 a	5.38 ± 1.81 a	0.87 ± 0.04 a	22.91 ± 10.44 a	
Технолошка припрема (С)	контрола	2.35 ± 1.06 a	43.91 ± 2.34 a	37.97 ± 2.64 a	5.63 ± 1.56 a	0.86 ± 0.04 a	22.46 ± 10.13 a	
	дипована	2.35 ± 1.06 a	43.23 ± 2.68 a	37.83 ± 2.74 a	5.13 ± 1.51 a	0.87 ± 0.03 a	22.31 ± 10.50 a	
А x В	Ча. лепотица	90 °C	-	-	-	5.59 ± 1.35 abc	0.86 ± 0.03 a-d	-
		70 °C	-	-	-	3.94 ± 1.59 c	0.90 ± 0.03 a	-
	Милдора	90 °C	-	-	-	5.89 ± 1.07 ab	0.86 ± 0.02 bcd	-
		70 °C	-	-	-	4.58 ± 1.02 bc	0.89 ± 0.01 ab	-
	Ча. родна	90 °C	-	-	-	5.54 ± 1.26 abc	0.85 ± 0.03 bcd	-
		70 °C	-	-	-	6.83 ± 2.08 a	0.83 ± 0.04 d	-
	Стенлеј	90 °C	-	-	-	4.48 ± 1.08 bc	0.88 ± 0.02 abc	-
		70 °C	-	-	-	6.20 ± 0.81 ab	0.84 ± 0.01 cd	-
ANOVA								
Сорта (А)		**	**	**	ns	*	**	
Темп. суш. (В)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	
Техн. прип.(С)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	
А x В		ns	ns	ns	*	*	ns	
А x С		ns	ns	ns	ns	ns	ns	
В x С		ns	ns	ns	ns	ns	ns	
А x В x С		ns	ns	ns	ns	ns	ns	

- Звезде обележавају значајне разлике између средина за резултате ANOVA (F test)
- Просечне вредности за испитиване параметре у истој колони које су обележене различитим малим словима су статистички значајне за $P \leq 0.05$ на основу Duncan's вишеструког теста рангова

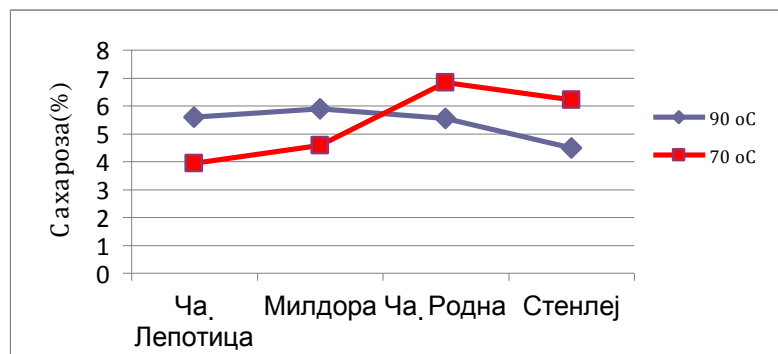
садржају забележеном код Милдоре, као и да разлика у садржају овог параметра код Чачанске лепотице и Чачанске родне статистички није значајна. У истраживањима хемијског састава сушене шљиве, аутори *Јанда и Гавриловић* (1984) и *Јанда и Шошкић* (1986) бележе нешто веће вредности садржаја укупних шећера код сорте Чачанска родна, вредности су 45.39% и 48.78%, а код сорте Стенлеј вредност је 49.30%, док *Бардић и Тирић* (1983) код Стенлеја налазе 52.21% укупних шећера. *Družić et al.* (2007) испитујући хемијски састав сушене шљиве сората *Elena* и *Bistrica* региструју садржаје укупних шећера у износу 40.64% и 32.63% (укупна сува материја сушеног плода сорте *Bistrica* је 74.27%). Према томе, садржај укупних шећера у плоду сушене шљиве за све испитиване сорте може се сматрати просечном вредношћу за шљиву.

Према садржају инвертних шећера, могуће је извршити интересантну поделу сушених плодова испитиваних сората у две групе. Наиме, сличне вредности у њиховом садржају имају сорте Чачанска лепотица и Милдора (веће вредности), као и сорте Чачанска родна и Стенлеј (ниже вредности). Долази се до занимљиве констатације за сорту Чачанска лепотица. Свежи плодови ове сорте имају најмање садржаје сувих материја, укупних шећера и инвертних шећера (таб. 2а и 2б), док се сушени плодови ове сорте по садржају инвертних шећера не разликују од Милдоре, сорте која има највеће садржаје ових поменутих параметара у свежем плоду (таб. 2а и 2б).

Индекс сласти је врло важан параметар који је заслужан за органолептичку прихватљивост сушене шљиве. За сушену шљиву се тражи да има хармоничан, слатко-накисели укус и пријатну арому типичну за шљиву. Највећу вредност индекса сласти има сорта Милдора, а најмању Чачанска лепотица, слично резултатима који су добијени код полазне сировине (таб. 2б), док сорте Стенлеј и Чачанска родна према вредности овог параметра имају хармоничан укус сушеног плода.

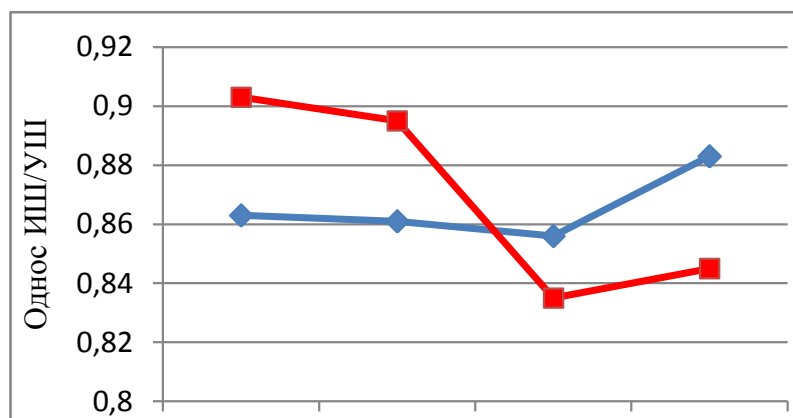
Код сората Чачанска лепотица и Милдора садржај сахарозе је већи код плодова који су се сушили на температури ваздуха од 90 °C, док код сората Чачанска родна и Стенлеј већи садржај овог параметра је констатован у плодовима који су се сушили на нижој температури (70 °C), што се лепо уочава на графику 1.

Анализа варијансе односа инвертног и укупног шећера указује на постојање значајних разлика између сората, као и на постојање значајних разлика између сората у зависности од температуре сушења (интеракција сорта x температура сушења, таб. 4). Код сората Чачанска лепотица и Милдора однос



Граф. 1. Садржај сахарозе у сушеним плодовима испитиваних сората шљиве у зависности од температуре сушења (интеракција)

између инвертног и укупног шећера је већи код плодова који су се сушили на температури ваздуха од 70 °C, док код сората Чачанска родна и Стенлеј веће вредности овог параметра је забележен на температури 90 °C (граф. 2).



Граф. 2. Однос инвертног и укупног шећера у сушеним плодовима испитиваних сората шљиве у зависности од температуре сушења (интеракција)

Са друге стране, ако посматрамо вредности односа инвертног и укупног шећера између сората (таб. 4), долази се до констатације да су вредности овог параметра слични код свих испитиваних сората, изузев код Чачанске родне код које је вредност овог параметра слична само са Стенлејем.

5.3. Утицај сушења на промену хемијског састава у плоду шљиве

У току сушења долази до промена механичких карактеристика плода и до промена у садржају најважнијих параметара хемијског састава плода шљиве. Како би се ове промене јасно исказале, односно да би се могли упоредити садржаји хемијског састава у свежем и сушеном плоду испитиваних сората шљиве, у табели 5 су приказани њихови садржаји у грамима на 100 грама укупне суве материје.

Анализом података из табеле 5 констатује се различито понашање сората шљиве у зависности од испитиваног параметра хемијског састава плода. Садржај сахарозе у плодовима сушене шљиве код свих испитиваних сората се драстично смањује у односу на свеже плодове, тј. њихови садржаји се статистички значајно разликују у односу на полазну сировину. Код инвертних шећера једино код сорте шљиве Чачанска лепотица се њихови садржаји статистички не разликују у сушеним и свежим плодовима, а код укупних шећера изузетак је сорта Милдора. За укупне киселине је карактеристично да нема статистички значајних разлика између свежих и сушених плодова код свих испитиваних сората, изузев код Чачанске родне. Према вредности индекса сласти све испитиване сорте се исто понашају, наиме разлике између свежих и сушених плодова статистички нису значајне.

5.3.1. Промена садржаја сахарозе у плоду шљиве

У току процеса сушења шљиве долази до хидролизе сахарозе, при чему настају глукоза и фруктоза. Анализирајући кинетику промене угљених хидрата у току сушења шљиве сорте *d'Agen Wilford et al.* (1997) су констатовали да се сахароза током сушења у потпуности хидролизује. По њима ниска рН вредност и висока влажност присутни у раним стадијумима сушења фаворизују хидролизу сахарозе при чему настају глукоза и фруктоза. У њиховим истраживањима на температури сушења од 70 °C сахароза је потпуно нестала за 6-7 сати, а на 90 °C губитак сахарозе је констатован после 2 сата сушења. Потпуни губитак сахарозе

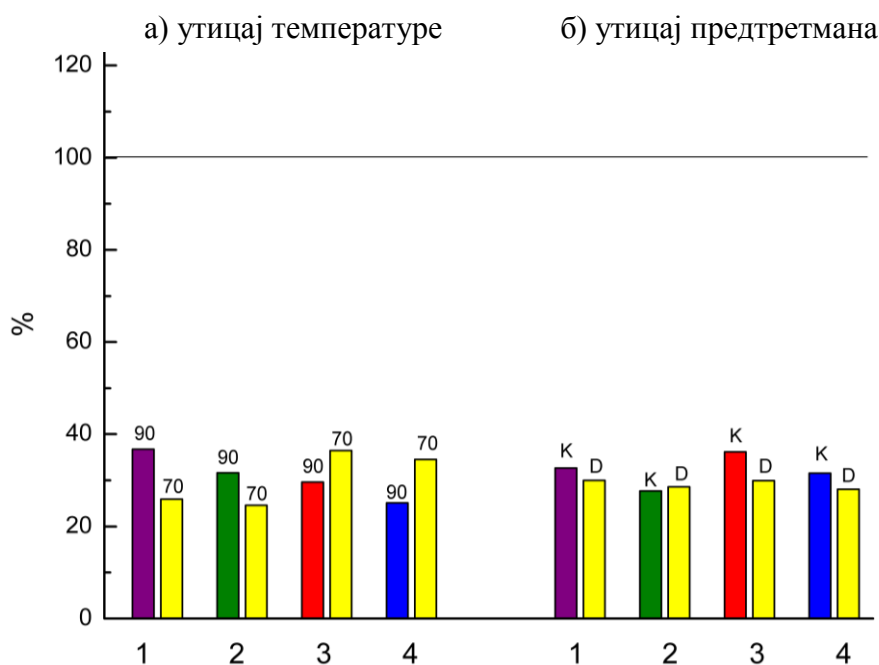
Таб. 5. Садржај укупних киселина, шећера и индекс сласти у свежим и сушеним плодовима испитиваних сората шљиве

Сорта	Узорак	Укупне киселине (g/100 g УСМ)	Укупни шећери (g/100 g УСМ)	Инвертни шећери (g/100 g УСМ)	Сахароза (g/100 g УСМ)	Индекс сласти
Чачанска лепотица	Свежа шљива	6.23 ± 0.20 a	68.44 ± 3.17 a	47.11 ± 2.84 a	20.26 ± 1.55 a	10.98 ± 0.60 a
	Сушена шљива					
	90 °С контрола	5.06 ± 0.98 a	59.68 ± 1.56 b	51.61 ± 0.88 a	7.67 ± 1.56 b	12.05 ± 2.05 a
	дипована	5.52 ± 0.35 a	57.28 ± 3.84 b	49.66 ± 5.04 a	7.24 ± 2.35 b	10.37 ± 0.21 a
	70 °С контрола	5.42 ± 0.87 a	59.98 ± 3.25 b	54.12 ± 0.10 a	5.57 ± 3.06 b	11.24 ± 1.83 a
	дипована	5.09 ± 0.42 a	57.60 ± 4.90 b	52.40 ± 6.26 a	4.93 ± 1.29 b	11.31 ± 0.48 a
Милдора	Свежа шљива	1.69 ± 0.18 a	67.48 ± 5.08 a	41.36 ± 3.92 b	24.82 ± 1.58 a	40.25 ± 4.99 a
	Сушена шљива					
	90 °С контрола	1.62 ± 0.18 a	59.58 ± 2.88 a	52.07 ± 2.70 a	7.13 ± 0.95 b	37.17 ± 5.91 a
	дипована	1.65 ± 0.28 a	60.25 ± 4.45 a	51.21 ± 3.01 a	8.59 ± 1.61 b	37.06 ± 6.47 a
	70 °С контрола	1.65 ± 0.16 a	62.31 ± 3.26 a	55.31 ± 1.54 a	6.62 ± 1.74 b	38.02 ± 5.20 a
	дипована	1.57 ± 0.17 a	60.56 ± 3.05 a	54.67 ± 2.34 a	5.60 ± 0.88 b	38.68 ± 5.67 a
Чачанска родна	Свежа шљива	3.51 ± 0.05 a	65.57 ± 1.66 a	39.27 ± 2.76 b	24.97 ± 3.71 a	18.67 ± 0.72 a
	Сушена шљива					
	90 °С контрола	2.78 ± 0.12 b	55.84 ± 2.59 b	47.52 ± 4.41 a	7.90 ± 1.92 b	20.03 ± 0.12 a
	дипована	2.57 ± 0.18 b	55.33 ± 2.95 b	48.07 ± 2.88 a	6.89 ± 1.63 b	21.67 ± 2.26 a
	70 °С контрола	2.72 ± 0.31 b	58.23 ± 2.47 b	47.54 ± 2.81 a	10.15 ± 2.87 b	21.64 ± 3.07 a
	дипована	2.87 ± 0.17 b	58.67 ± 3.51 b	50.19 ± 2.47 a	8.06 ± 2.78 b	20.47 ± 0.40 a
Стенлеј	Свежа шљива	3.19 ± 0.23 a	64.80 ± 0.99 a	39.67 ± 1.77 b	23.86 ± 2.20 a	20.34 ± 1.70 a
	Сушена шљива					
	90 °С контрола	2.97 ± 0.45 a	55.71 ± 3.29 b	48.53 ± 1.74 a	6.83 ± 1.67 b	19.02 ± 2.80 a
	дипована	3.13 ± 0.59 a	54.18 ± 2.43 b	48.78 ± 1.94 a	5.13 ± 0.48 b	17.45 ± 3.05 a
	70 °С контрола	2.85 ± 0.52 a	57.00 ± 1.26 b	48.35 ± 1.55 a	8.22 ± 0.49 b	20.53 ± 4.57 a
	дипована	2.73 ± 0.44 a	57.20 ± 1.33 b	48.50 ± 1.71 a	8.26 ± 1.56 b	21.38 ± 3.94 a

- Просечне вредности за испитиване параметре у истој колони које су обележене различитим малим словима су статистички значајне за $P \leq 0.05$ на основу Duncan's вишеструког теста рангова

сушеним плодовима шљиве сорте *Angeleno* констатовали су и аутори *Di Matteo et al.* (2003). *Cinquanta et al.* (2002) су код сушених плодова сората *Angeleno* и *Empress* такође регистровали потпуни губитак сахарозе, док са друге стране код сорте *Стенлеј* констатују смањење садржаја сахарозе у сушеним плодовима у односу на свежи плод и при томе истичу да је *Стенлеј* одлична сорта за сушење.

Смањење садржаја сахарозе у току сушења није карактеристика само шљиве као воћне врсте. Наиме, и у току сушења банана долази до хидролизе сахарозе, односно до смањења њеног садржаја у односу на полазну сировину (*Leite et al.*, 2007).



Граф. 3. Удео сахарозе у сушеним плодовима рачунато у процентима у односу на свежи плод

Легенда:

- Сорте шљиве: 1- Чачанска лепотица; 2- Милдора; 3- Чачанска родна; 4- Стенлеј
- а) Утицај температуре: 90 °C; 70 °C
- б) Утицај предтретмана: К- контрола; D- диповани плодови

Како је већ раније изнето, у табели 5 су приказани резултати садржаја сахарозе у свежем и сушеном плоду испитиваних сората шљиве. Код свих испитиваних сората констатовани су нижи садржаји сахарозе у сушеном плоду у односу на свежи плод. Процентуални садржај сахарозе у сушеном плоду у односу

на свеж плод приказан је на графику 3, с тим да је садржај сахарозе у свежем плоду приказан линијом која представља 100% њеног садржаја. На графику су одвојено приказани резултати утицаја температуре сушења (а) и утицаја предтретмана (б) на смањење садржаја сахарозе у сушеним плодовима.

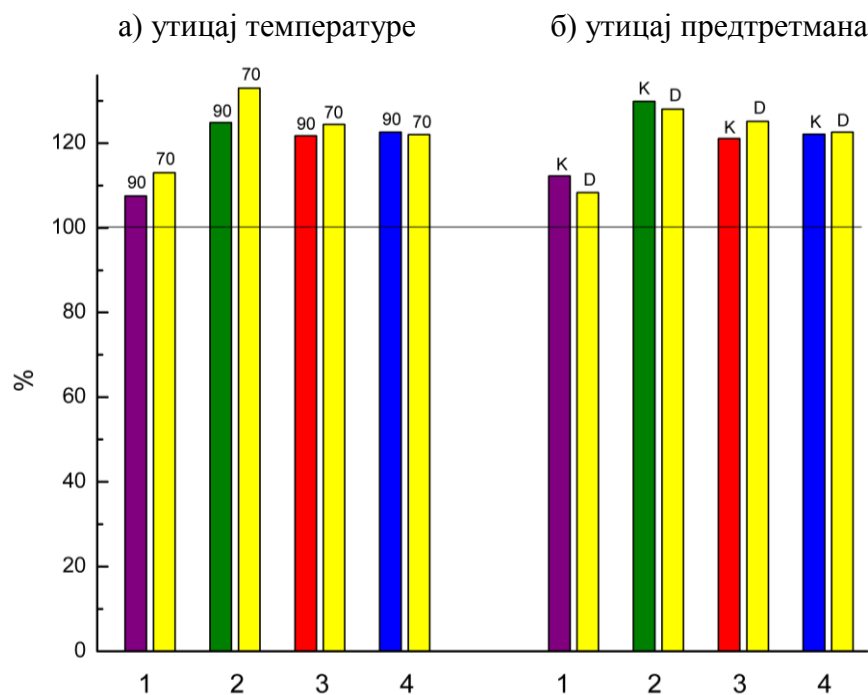
Анализирајући график 3 уочава се да температура сушења има већи утицај на смањење садржаја сахарозе у сушеним плодовима код свих испитиваних сората у односу на примењене предтретмане. Сушени плодови сората Чачанска лепотица и Милдора се понашају слично, садржај сахарозе у плодовима који су сушени на температури 90 °C је око 3 пута мањи него у свежим плодовима, док у плодовима који су сушени на 70 °C садржај је мањи око 4 пута. Код сората Чачанска родна и Стенлеј је констатовано супротно, мањи губитак сахарозе је запажен дејством ниже температуре сушења, на температури сушења 70 °C садржај сахарозе је мањи 3 пута, док на 90 °C је мањи 3.4 (Чачанска родна) и 4 пута (Стенлеј) у односу на свежи плод.

Диповање, као примењен предтретман, далеко мање утиче на различито понашање плодова у смислу губитка сахарозе у односу на нетретирани плодове, тј. на контролу. Примећена је незнатна разлика између дипованих плодова и контроле у смањењу садржаја сахарозе код сората Чачанска лепотица и Стенлеј, а код сорте шљиве Милдора, чији сушени плодови садрже око 3.5 пута мање сахарозе у односу на полазну сировину, губитак сахарозе је исти без обзира да ли су плодови диповани или нису. Једино је код сорте шљиве Чачанска родна регистрован утицај диповања на смањење садржаја сахарозе, тако да диповани плодови садрже 3.3 пута мање сахарозе него свежи плодови, а код нетретираних плодова, који представљају контролу, смањење сахарозе је 2.7 пута.

Према *Мајсторовићу* (1963) осушени плодови шљиве сорте Пожегача садрже у просеку 4.16 пута мање сахарозе него свежи плодови, што представља већи губитак сахарозе у односу на вредности који су добијени у нашим испитивањима.

5.3.2. Промена садржаја инвертних шећера у плоду шљиве

Током сушења долази до хидролизе сахарозе у плоду шљиве и до повећања садржаја инвертних шећера (граф. 4). Испитујући садржај угљених хидрата у сушеним шљивама и производима од сушене шљиве *Dikeman et al.* (2004) бележе знатно повећање садржаја глукозе и фруктозе, два најважнија моносахарида у шљивама, у односу на свеже плодове као полазне сировине. *Cinquanta et al.* (2002) налазе повећање садржаја глукозе и фруктозе у сушеним плодовима код свих испитиваних сората шљиве, а код сорте Стенлеј констатују да разлике у повећању садржаја ових простих шећера између плодова који су диповани на различите начине статистички нису значајне у односу на нетретиране плодове.



Граф. 4. Удео инвертних шећера у сушеним плодовима рачунато у процентима у односу на свежи плод

Легенда:

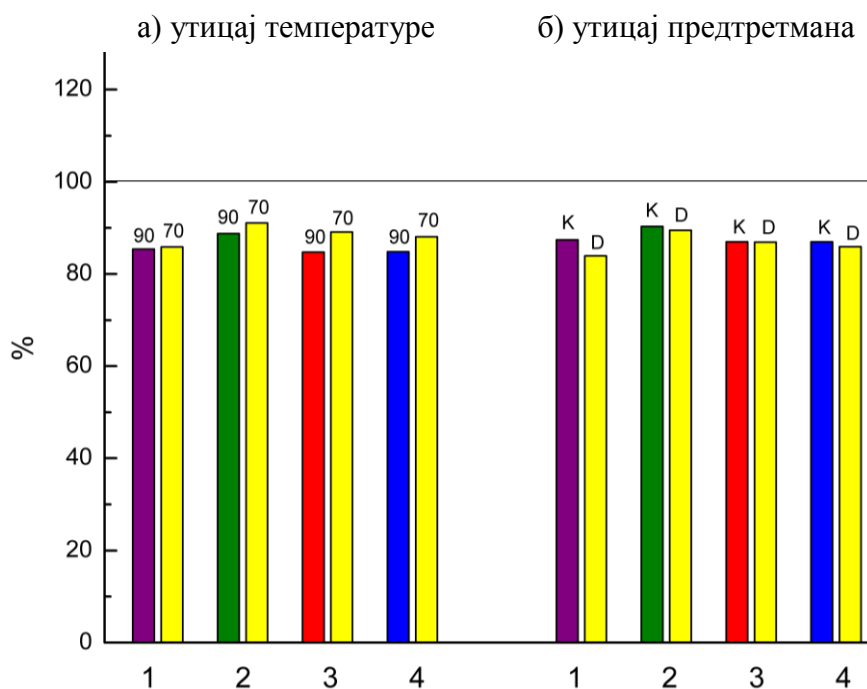
- Сорте шљиве: 1- Чачанска лепотица; 2- Милдора; 3- Чачанска родна; 4- Стенлеј
- а) Утицај температуре: 90 °C; 70 °C
- б) Утицај предтретмана: К- контрола; D- диповани плодови

Анализирајући график 4 констатује се да се сушени плодови свих испитиваних сората понашају слично без обзира на примењене температуре

сушења и поступка диповања, односно повећање је око 25-30%. Изузетак је сорта шљиве Чачанска лепотица, код које је примећено минимално повећање садржаја инвертних шећера, које статистички није значајно, и то повећање је мање код плодова сушених на већој температури (свега 7.5%) и код дипованих плодова где је повећање свега 8.3%.

5.3.3. Промена садржаја укупних шећера у плоду шљиве

У сушеним плодовима шљиве код свих испитиваних сората је констатован мањи садржај укупних шећера у односу на полазне свеже плодове, без обзира на примењене температуре сушења и поступак диповања (граф. 5). Тај губитак



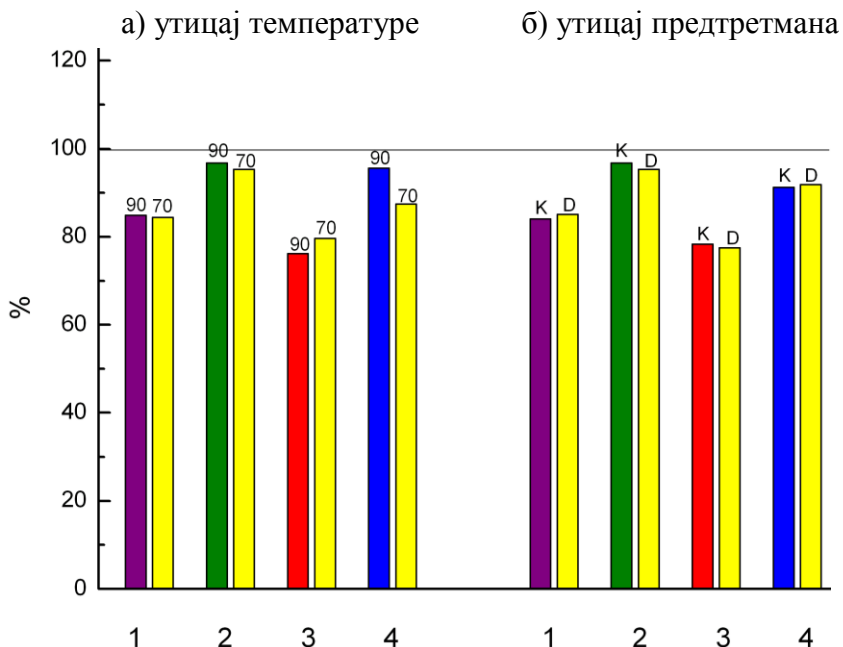
Граф. 5. Удео укупних шећера у сушеним плодовима рачунато у процентима у односу на свежи плод

Легенда:

- Сорте шљиве: 1- Чачанска лепотица; 2- Милдора; 3- Чачанска родна; 4- Стенлеј
- а) Утицај температуре: 90 °C; 70 °C
- б) Утицај предтретмана: К- контрола; D- диповани плодови

износи око 10-15%, иако у току сушења није долазило до цурења сока. Изузетак је једино сорта Милдора код које се разлике садржаја укупних шећера у сушеним

плодовима у односу на свеже плодове статистички не разликују. Иначе, Милдора је сорта која је позната по високом садржају и суве материје и укупних шећера (таб. 2а и 2б), па је то можда разлог незнатног смањења укупних шећера током сушења.



Граф. 6. Удео укупних киселина у сушеним плодовима рачунато у процентима у односу на свежи плод

Легенда:

- Сорте шљиве: 1- Чачанска лепотица; 2- Милдора; 3- Чачанска родна; 4- Стенлеј
- а) Утицај температуре: 90 °C; 70 °C
- б) Утицај предтретмана: К- контрола; D- диповани плодови

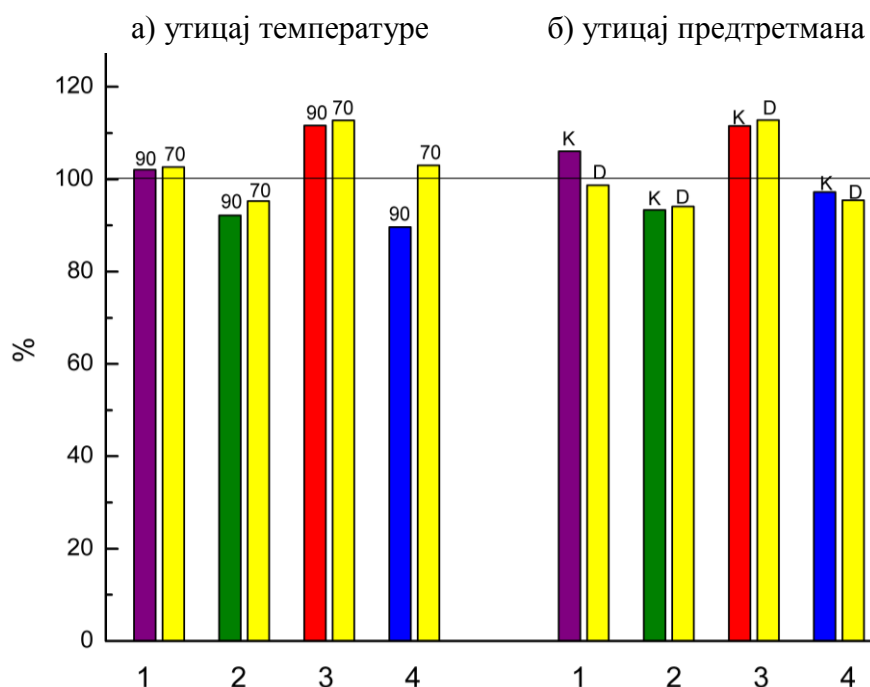
5.3.4. Промена садржаја укупних киселина у плоду шљиве

Анализирајући табелу 5 и график 6 долази се до констатације да се садржај укупних киселина у сушеном плоду код свих испитиваних сората шљиве статистички не разликује од садржаја у свежем плоду, изузев код сорте Чачанска родна. У сушеним плодовима ове сорте губитак укупних киселина износи 21-24% у односу на полазну сировину, без обзира на примењене температуре сушења и примењеног диповања као предтретмана, што је статистички значајно. Код свих осталих сората шљиве сушење као метод конзервисања не утиче на смањење садржаја укупних киселина.

Различите сорте шљиве се различито понашају у смислу губитка укупних киселина током сушења. *Piga et al.* (2003) и *Del Caro et al.* (2004) су констатовали губитак укупних киселина у сушеном плоду шљиве у односу на свеж плод код сорте Sugar, а код сорте President губитак укупних киселина је регистрован једино на температури сушења 85 °С, док на нижој температури сушења (60 °С) смањење садржаја укупних киселина није статистички значајан у односу на свеж плод. Према томе, добијени резултати у нашим истраживањима су у складу са литературним подацима.

5.3.5. Промена индекса сласти у плоду шљиве

Индекс сласти представља однос укупних шећера и укупних киселина у плоду шљиве. Сагледавајући резултате из табеле 5 и анализирајући график 7



Граф. 7. Удео индекса сласти у сушеним плодовима рачунато у процентима у односу на свежи плод

Легенда:

- Сорте шљиве: 1- Чачанска лепотица; 2- Милдора; 3- Чачанска родна; 4- Стенлеј
- а) Утицај температуре: 90 °С; 70 °С
- б) Утицај предтретмана: К- контрола; D- диповани плодови

долази се до констатације да се сорте различито понашају у односу на овај параметар. Код сорте шљиве Милдора долази до незнатног смањања индекса сласти у сушеним плодовима у односу на свеже плодове, а код сорте Чачанска родна до незнатног повећања вредности овог параметра. Међутим, све те разлике у садржајима индекса сласти у сушеним плодовима у односу на свеже плодове код свих испитиваних сората статистички нису значајне, без обзира на примењене температуре сушења и примењени предтретман - диповање.

5.4. Кинетика сушења испитиваних сората шљиве

Резултати експеримената сушења испитиваних сората шљиве приказани су у табелама које су дате у прилогу. Свака табела тј. експеримент у наслову има шифру која се састоји из три броја: први број одређује број експеримента у текућој години, други број одређује годину истраживања, а трећи број означава број лесе. У наставку наслова табеле стоји назив сорте, ознака типа експеримента (к - контрола, д- дипована) и температура сушења. У табелама се налазе основни подаци који су неопходни за одређивање кинетике сушења и брзине сушења и израчунати подаци кинетике сушења и брзине сушења. Основни експериментални подаци (приказани затамњено у табели) су:

- Просечна маса свежег плода - M_p
- Просечан масени удео коштице у свежем плоду – G_{K_0}
- Просечан садржај укупне суве материје у плоду - G_{SM_0}
- Укупна маса плодова на леси (брuto маса) на почетку сушења - M_{T_0}
- Маса одређене лесе (маса таре) - M_L
- Укупне масе плодова на леси (брuto масе) које се мере током сушења - M_T
- Времена сушења када су мерене масе плодова – τ .

На основу ових основних података израчунавају се све остале величине које описују кинетику сушења и брзину сушења испитиваних сората шљиве.

Анализирајући табеле констатује се да је сушење одређене сорте на различитим температурама (90 °C и 70 °C) обављано у истој календарској години, чиме се анулира утицај године као фактор који може утицати на полазне

карактеристике плодова (механички и хемијски састав). Такође се констатује да су диповани плодови и плодови који представљају контролу сушени истовремено у истом експерименту и то на лесема које су постављене симетрично у комори сушаре, чиме се постижу истоветни услови сушења и да се сушење плодова на свим лесема завршавало са постигнутом сувом материјом од 75%.

5.4.1. Утицај температуре сушења на кинетику сушења

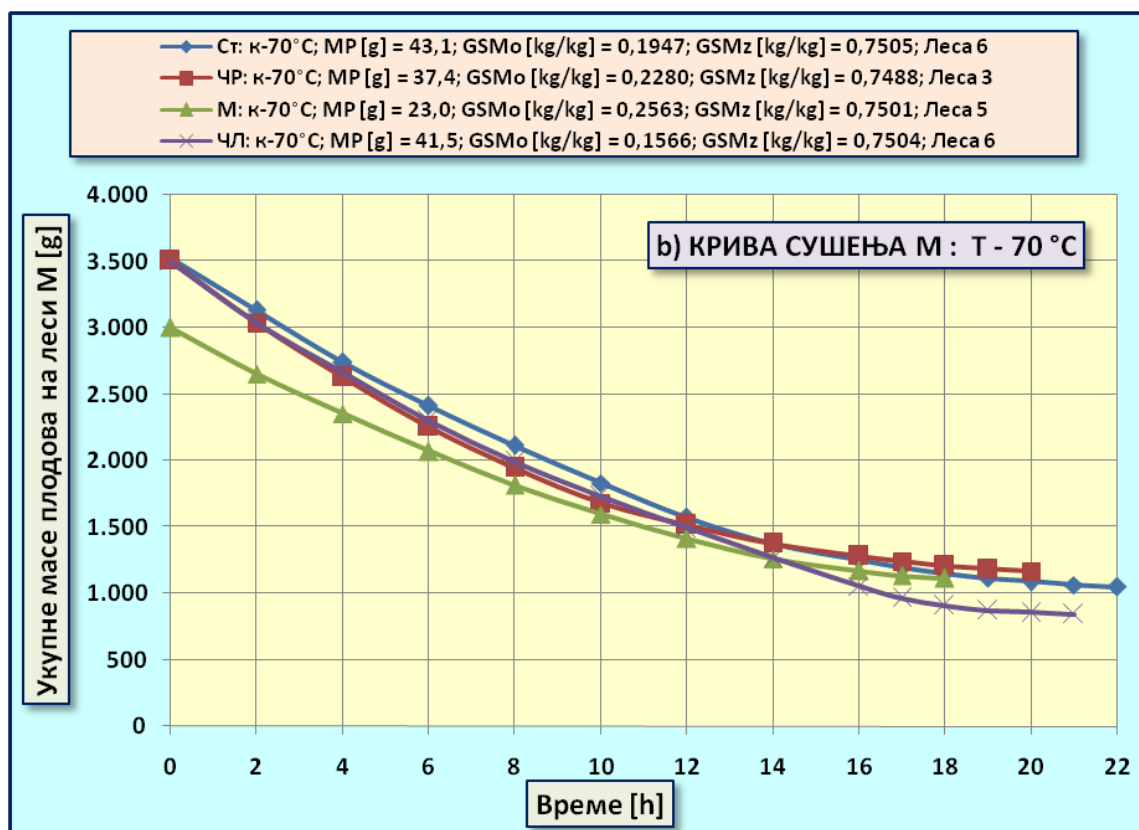
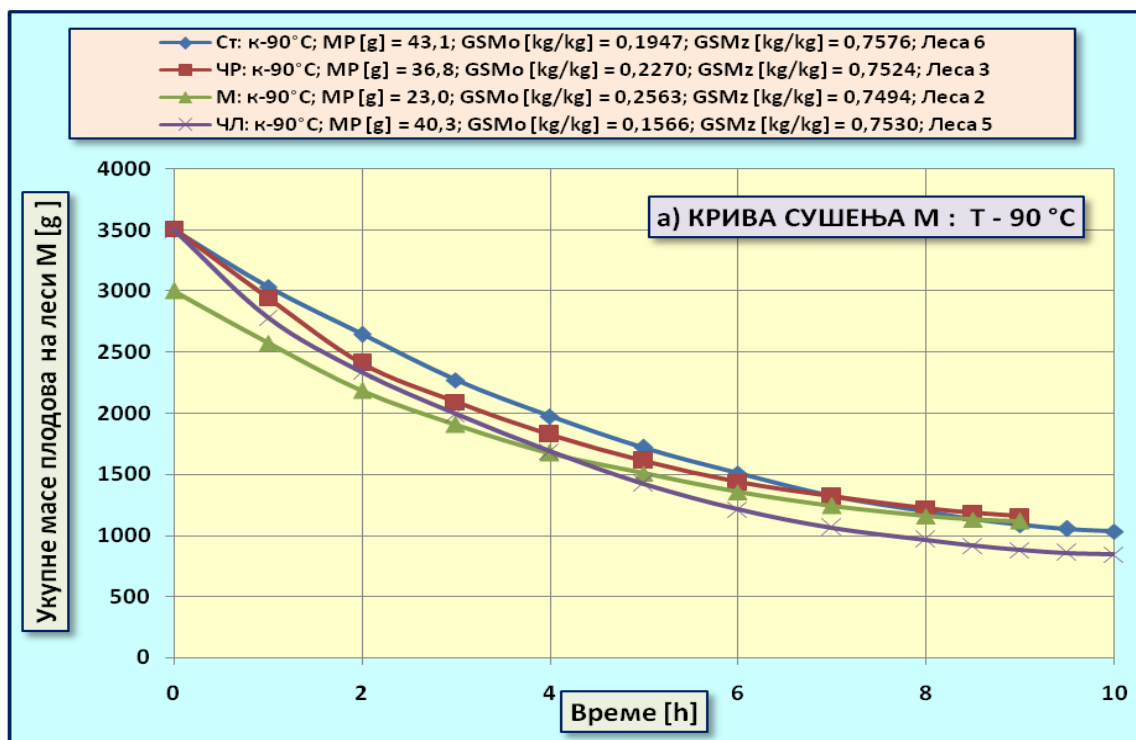
5.4.1.1. Утицај температуре сушења на процес сушења

Кинетика сушења се може представити различитим кривама које представљају промене по времену различитих величина стања основног материјала који се суши, односно величина које описују стање плодова испитиваних сората шљиве.

График 8 приказује кинетику сушења укупне масе плодова шљиве на леси за све сорте које се испитују, при чему су одвојено приказане криве сушења на температури сушења 90 °C (а) и на температури 70 °C (б).

На графику 8 се уочава да је полазна маса плодова шљиве иста за обе темпартуре сушења и износи 3500 g за све сорте, изузев сорте Милдора где износи 3000 g. Маса плодова на крају сушења износе 1000-1150 g за сорте Чачанска родна, Милдора и Стенлеј, а за сорту Чачанска лепотица маса плодова је око 840 g. Због знатно ниже завршне масе плодова на леси код сорте Чачанска лепотица у односу на све остале испитиване сорте шљиве, а полазна маса ове сорте је иста као и код осталих сората (изузев Милдоре), рандман сушења ове сорте је далеко неповољнији у односу на све остале сорте и износи преко 4 kg свеже шљиве за добијање 1 kg сушене шљиве, како је већ раније изнето (таб. 3).

Анализирајући приказане криве сушења запажа се исти облик криве за све испитиване сорте шљиве с тим да је време сушења плодова на температури 70 °C знатно дуже од времена сушења на температури 90 °C, слично резултатима *Sacilik et al.* (2006) који су испитивали кинетику сушења шљиве сорте *Üğyanı* на температурама сушења 50 °C, 60 °C и 70 °C. Наиме, на температури 90 °C најкраће



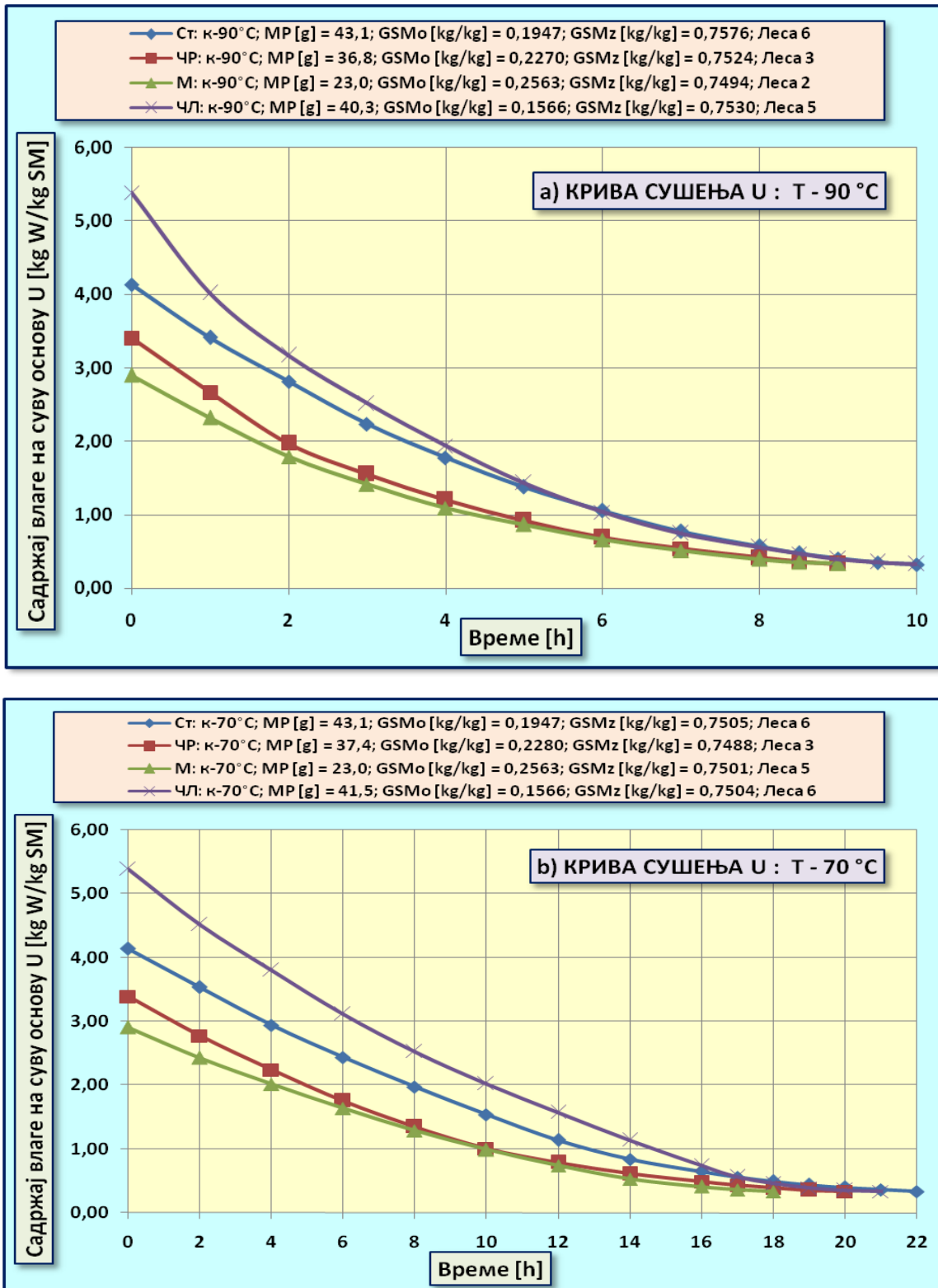
Граф. 8. Криве сушења плодова на леси М [g] испитиваних сората шљиве на температури сушења: а) 90 °С; б) 70 °С

су се сушиле сорте Милдора и Чачанска родна (9 h), а сорте Чачанска лепотица и Стенлеј су сушење завршиле за 10 h. Сушење плодова на нижој температури сушења је износило 18 h за сорту Милдора, 20 h за Чачанску родну, 21 h за Чачанску лепотицу и 22 h за Стенлеј, чији су се плодови најдуже сушили. На основу ових података се закључује да је време сушења плодова свих испитиваних сората на температури сушења 90 °C краће за 50% у односу на време сушења на температури 70 °C, слично резултатима до којих су дошли *Митровић и сар.* (1997), што је и те како значајно са становишта рентабилности сушара.

Анализирајући криве сушења (граф. 8) констатује се да на температури сушења 90 °C свака сорта шљиве има своју криву сушења која је одвојена од осталих кривих, односно да свака сорта има своју динамику губитка полазне масе. Са друге стране, на нижој температури сушења где сушење траје 2 пута дуже, криве сушења свих сората су збијене и често преклопљене (граф. 8 б). Крива сушења сорте Милдора се мало издваја из ове групе, због мање масе плодова на леси на почетку сушења, али се то њено растојање од осталих кривих временом смањује тако да после 10 h сушења и ова крива сушења постаје део снопа кривих од свих испитиваних сората. После 15 h сушења поједине сорте улазе у завршну фазу сушења па долази до разилажења кривих сушења.

Значи, на температури сушења 70 °C се може констатовати да је губитак масе по јединици времена сличан за све испитиване сорте до 12 h сушења, односно до постизања око 40% полазне масе плодова на леси. Такође се закључује да завршна маса плодова на леси и време сушења зависе од основних полазних карактеристика свежих плодова, то се пре свега односи на укупну суву материју и механички састав плода. Због тога испитујући кинетику сушења шљиве *Barbanti et al.* (1994) сорту Стенлеј, кога убрајају у сорту са плодовима средње крупноће, осуше за 590 min на температури сушења 85 °C, што је у складу резултата испитивања кинетике сушења на 90 °C добијених у овим истраживањима.

График 9 приказује криве садржаја влаге на суву основу плодова шљиве испитиваних сората током сушења, на две температуре сушења: 90 °C (а) и 70 °C (б). Кинетика сушења се најчешће приказује коришћењем ове криве, јер анулира различитост полазних података испитиваних сората: полазне укупне масе и



Граф. 9. Криве сушења U [kg W / kg SM] испитиваних сората шљиве на температури сушења: а) 90 °C; б) 70 °C

полазног садржаја суве материје плодова на леси. Пошто маса суве материје у плоду остаје непромењена током сушења, коришћењем величине садржај влаге на суву основу, могуће је много боље уочити различите кинетике сушења испитиваних сората шљиве.

Анализирајући криве сушења (граф. 9) констатује се да све криве испитиваних сората шљиве полазе од различитих вредности, за разлику од криве сушења приказаних на графику 8. Пошто плодови испитиваних сората шљиве имају различите садржаје укупне суве материје, плодови имају и различите садржаје влаге на суву основу на почетку сушења. Плодови шљиве сорте Чачанска лепотица имају најмањи садржај укупне суве материје (15.77%), због чега плодови на почетку сушења имају највећи садржај влаге на суву основу (5.35 kg W / kg SM), а плодови сорте Милдора због највећег садржаја укупне суве материје на почетку сушења (25.50%) имају најмањи садржај влаге на суву основу (2.90 kg W / kg SM). Сушење плодова је трајало до постизања 75% укупне суве материје, тако да завршни садржај влаге на суву основу код свих испитиваних сората је око вредности 0.33 kg W / kg SM.

Посматрајући криву сушења на температури сушења 90 °C (граф. 9а) запажа се да плодови сорте Милдора достижу вредност садржаја влаге на суву основу од 1 kg W / kg SM за 4 h, плодови сорте Чачанска родна за 5 h, а плодови сората Чачанска лепотица и Стенлеј за 6 h. Вредност садржаја влаге на суву основу од 1 kg W / kg SM одговара садржају 50% укупне суве материје (на влажну основу), што представља 2/3 садржаја укупне суве материје на крају сушења од 75%. Такође се запажа да после 8 h сушења долази до преклапања кривих сушења, па све испитиване сорте имају исту динамику губитка влаге на суву основу до краја сушења.

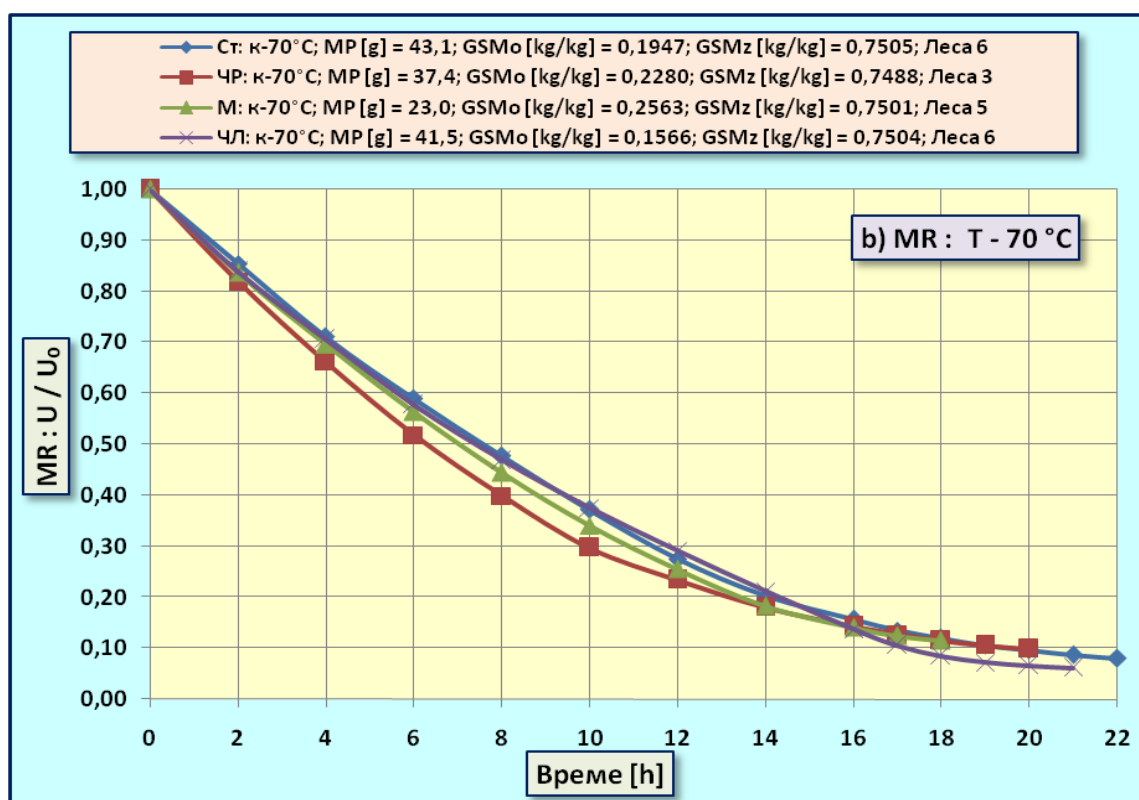
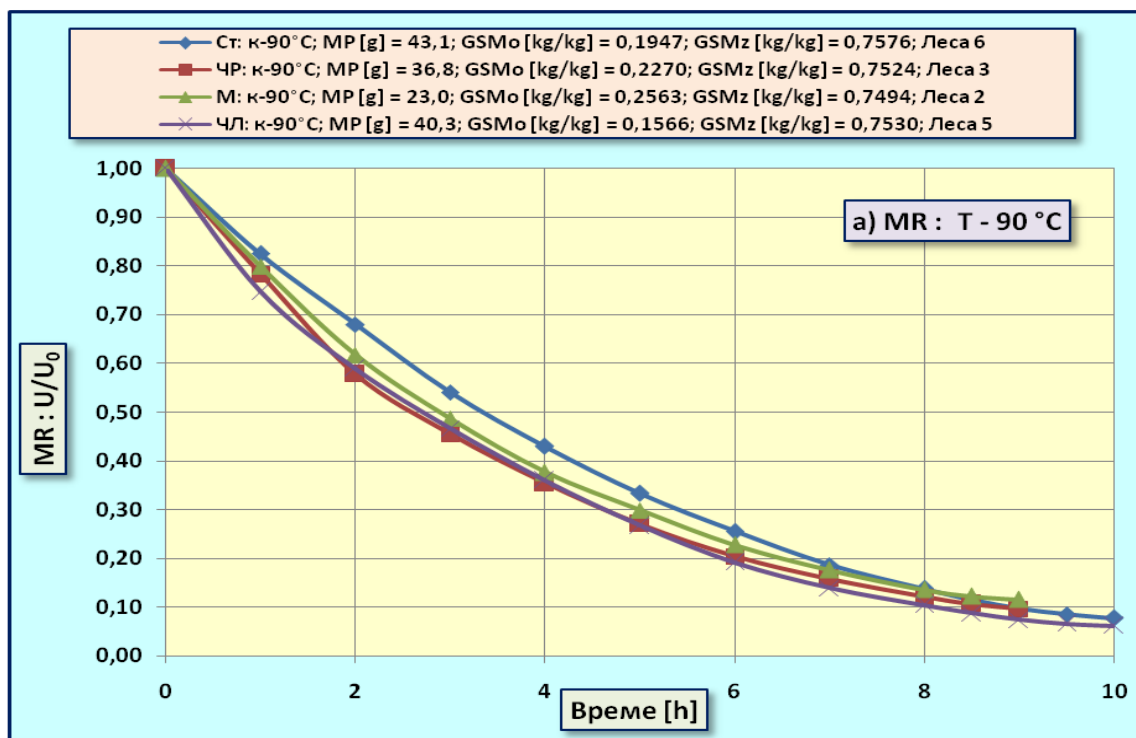
На графику 9б, где су приказане криве сушења на температури сушења 70 °C, се констатује да сорте Чачанска родна и Милдора постижу садржај влаге на суву основу од 1 kg W / kg SM за 10 h, сорта Стенлеј за 13 h, Чачанска лепотица за 15 h, а после 17 h све криве сушења се преклапају до краја сушења, с тим да је сорта Милдора већ у 18. h сушења постигла задати садржај укупне суве материје од 75%.

Сагледавајући податке за које време се постиже вредност садржаја влаге на суву основу од $1 \text{ kg W} / \text{kg SM}$ констатује се да висина температуре сушења има знатан утицај, сходно резултатима до којих су дошли *Daudin u Vimbenet* (1985) проучавајући кинетику сушења плодова шљиве истих полазних карактеристика на температурама сушења: $70 \text{ }^\circ\text{C}$, $80 \text{ }^\circ\text{C}$, $90 \text{ }^\circ\text{C}$ и $100 \text{ }^\circ\text{C}$.

Упоредјујући криве сушења на ове две температуре сушења (граф. 9), констатује се да је динамика губитка влаге на суву основу јако слична код сората Милдора и Чачанска родна од 2 h сушења на $90 \text{ }^\circ\text{C}$ и после 6 h сушења на $70 \text{ }^\circ\text{C}$. Кинетика сушења сорте Чачанска лепотица се разликује у односу на остале испитиване сорте поготово на нижој температури сушења и тек пред крај сушења динамика губитка влаге на суву основу се поклапа са динамиком осталих испитиваних сората. Криве сушења сората Чачанска родна и Милдора од 14 h сушења на температури $70 \text{ }^\circ\text{C}$ се асимтотски приближавају равнотежној влажности (75%), код сората Чачанска лепотица и Стенлеј асимтотско приближавање настаје после 17 h сушења, док код аутора *Živković et al.* (2006) који су испитивали кинетику сушења шљиве на константној температури ваздуха $73 \text{ }^\circ\text{C}$ после 14 h сушења долази до асимтотског приближавања релативној влажности. На вишој температури сушења ($90 \text{ }^\circ\text{C}$) где је динамика губитка влаге много интензивнија, асимтотско приближавање равнотежној влажности настаје после 8 h истовремено код свих испитиваних сората и траје 1-2 h, што је много краће у односу на сушење на $70 \text{ }^\circ\text{C}$.

У литератури се у последње време кинетика сушења приказује кривом сушења бездимезионог односа влага. Користећи ову величину постижу се још строжији услови који смањују утицај различитих полазних карактеристика плодова испитиваних сората шљиве, пре свега се мисли на садржај укупне суве материје. Криве сушења бездимензионих односа влага приказани су на графику 10, на температури сушења $90 \text{ }^\circ\text{C}$ (а) и на температури $70 \text{ }^\circ\text{C}$ (б).

Анализирајући криве сушења на графику 10 констатује се да криве сушења свих испитиваних сората полазе из исте тачке, да су сличне по облику и да се на истој температури сушења повремено преклапају међусобно. Делимично одступање криве сушења из снопа кривих је примећено код сорте Стенлеј на температури сушења $90 \text{ }^\circ\text{C}$, а на $70 \text{ }^\circ\text{C}$ се издваја сорта Чачанска родна, док су



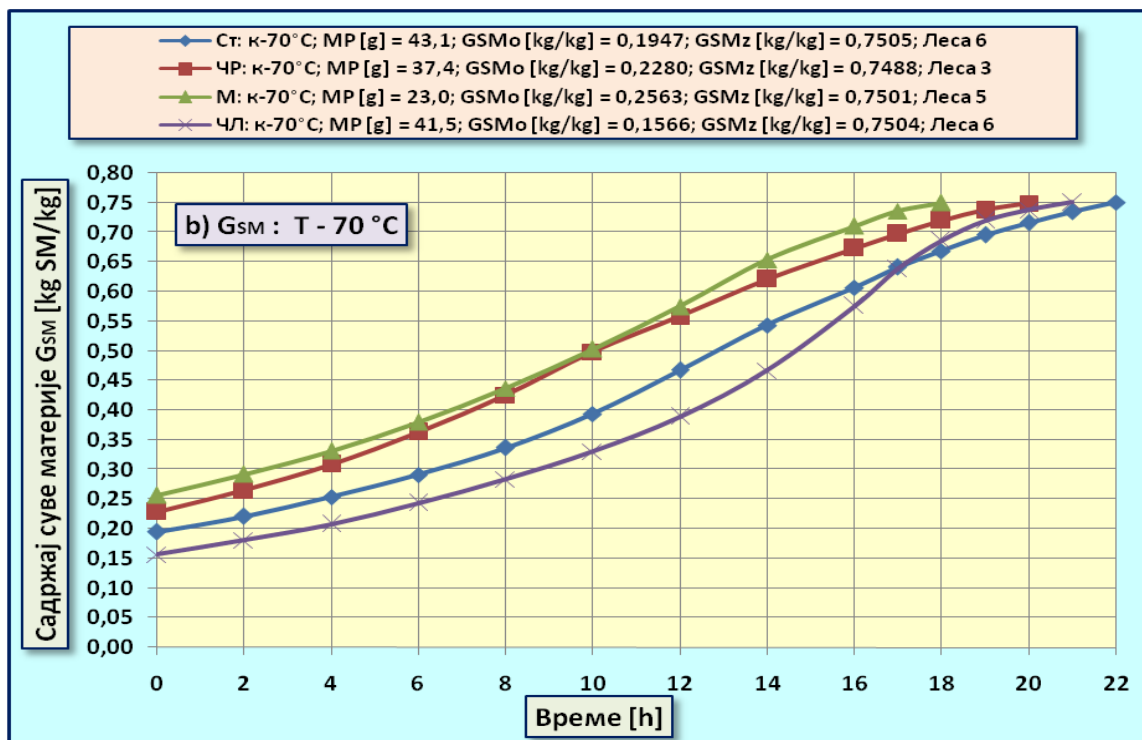
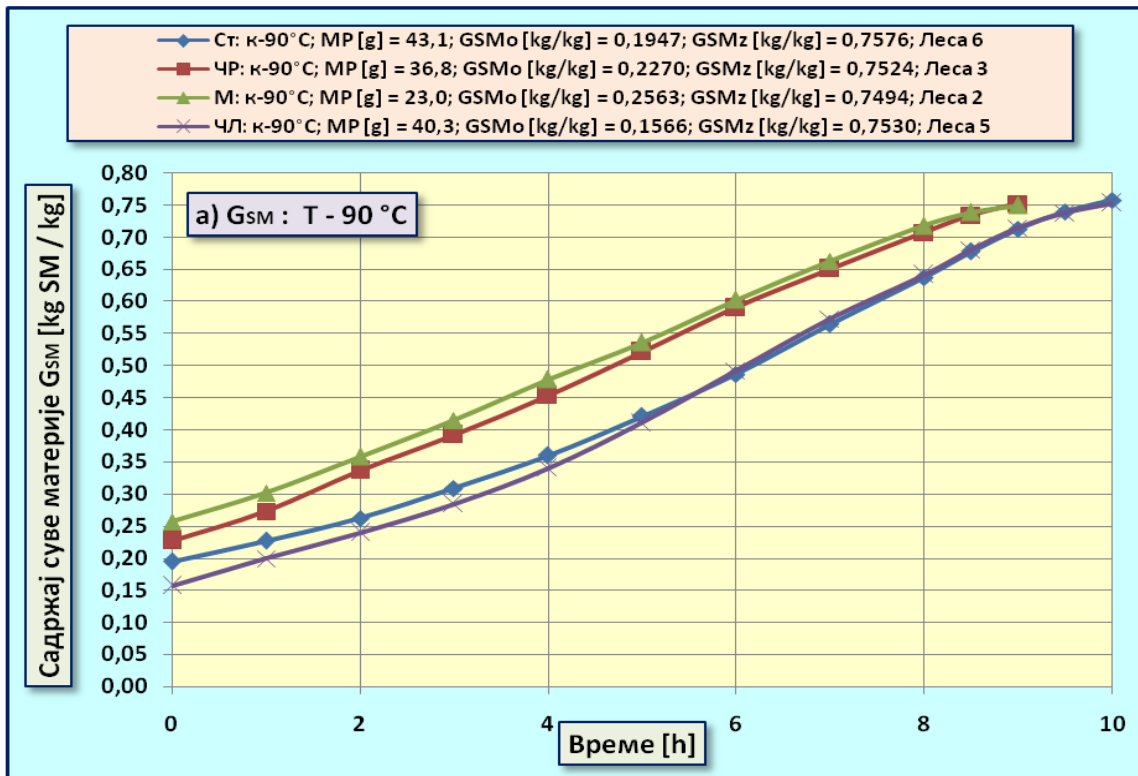
Граф. 10. Криве сушења бездимензионих односа влага MR испитиваних сората шљиве на температури сушења: а) 90 °C; б) 70 °C

аутори *Azzouz et al.* (2002) уочили да се на истој температури сушења добијају различите криве сушења испитујући кинетику сушења две сорте грожђа (сорта *Sultana* из Туниса и сорта *Chasselas* из региона Бордо – Француска), а *Akrinar* (2006) је добио различите криве сушења за јабуку која је исечена на штапиће различитих димензија које су сушене на истој температури ваздуха.

Упоредјујући криве сушења на различитим температурама сушења (граф. 10) криве сушења бездимензионог односа влаге исте сорте се разликују, слично резултатима *Azzouz et al.* (2002) који су испитивали кинетику сушења грожђа, *Sacilik et al.* (2006) код шљиве сорте *Üryani*, а *Toğrul u Pehlivan* (2003) код кајсије на температурама сушења 50 °C, 60 °C и 70 °C, *Goyal et al.* (2007) испитујући кинетику сушења шљиве сорте *Sutlej purple* на температурама сушења 55 °C, 60 °C и 65 °C, као и резултатима *Vega-Galvez et al.* (2008) који су сушили црвену паприку на 5 различитих температура ваздуха (од 50 °C до 100 °C).

На графику 11 су приказане криве сушења садржаја суве материје у току процеса сушења плодова на леси испитиваних сората шљиве на две температуре сушења, (а) 90 °C и (б) 70 °C. Криве сушења на графику полазе са различитих места сходно садржају суве материје плодова одређене сорте шљиве, као полазне сировине за сушење, док са друге стране криве сушења свих испитиваних сората се завршавају на вредности 0.75 kg SM / kg (тј. 75% укупне суве материје).

Анализирајући график 11 уочава се да на температури сушења 90 °C плодови шљиве сората Милдора и Чачанска родна за 5 h сушења постижу 50% суве материје, што представља 2/3 садржаја завршне суве материје, а код сората Чачанска лепотица и Стенлеј овај садржај се постиже за 6 h. Констатује се да свака сорта има своју динамику прираштаја суве материје током сушења, због чега не долази до преклапања кривих сушења, слично резултатима *Митровић и сар.* (1997). Наиме, плодови сората Чачанска родна и Милдора постижу 2/3 садржаја завршне суве материје за 55% њиховог времена сушења, а сорте Чачанска лепотица и Стенлеј за 60% времена. Пошто је сортама Чачанска лепотица и Стенлеј остало мање времена за постизање задате коначне суве материје нагиб криве сушења при крају сушења је нешто већи.



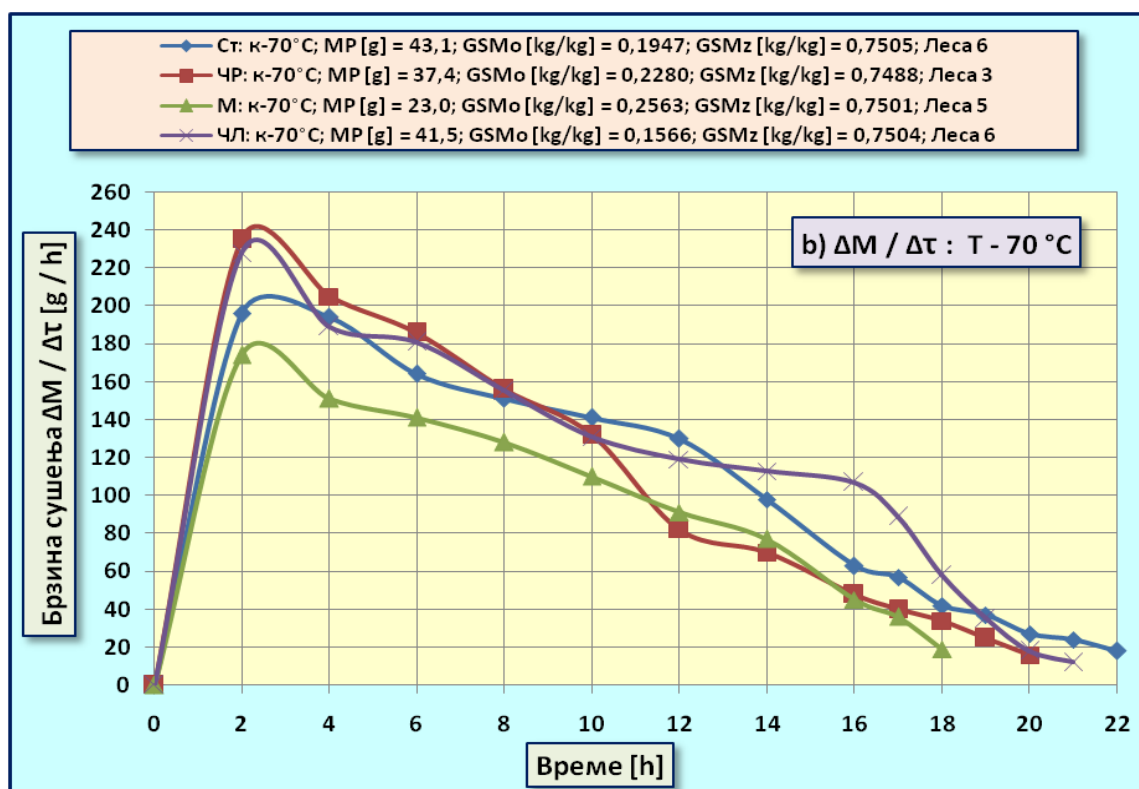
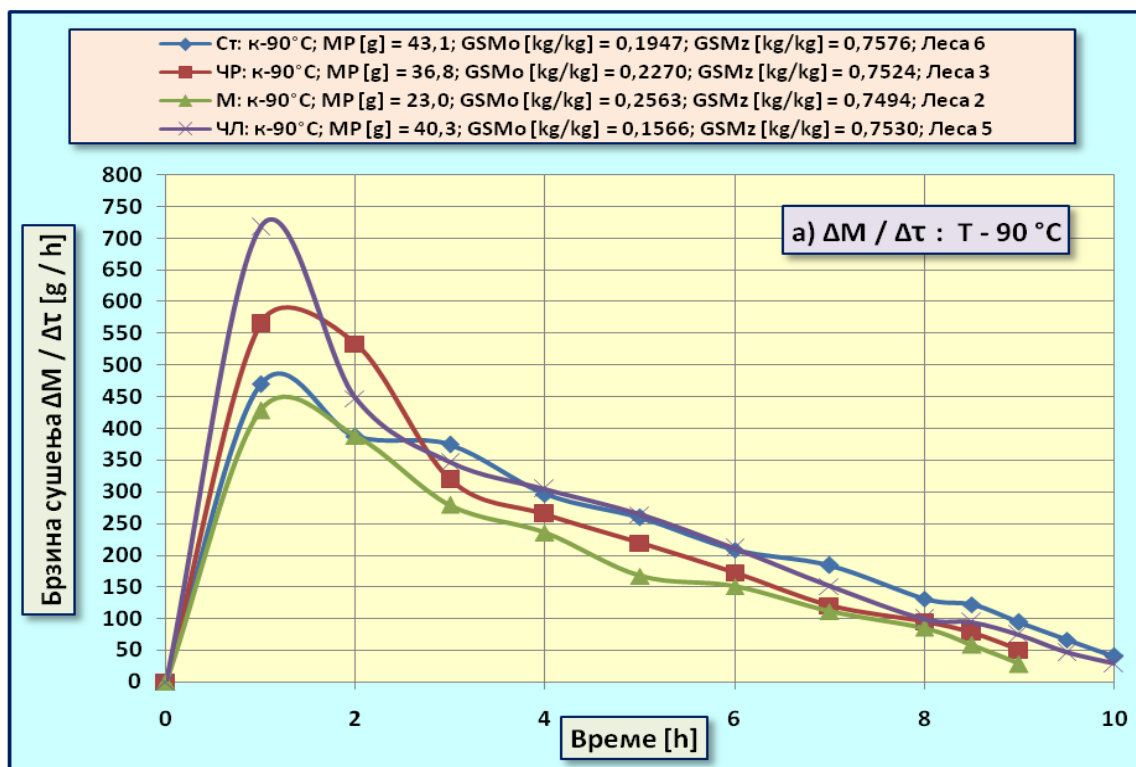
Граф. 11. Криве сушења G_{SM} [kg SM / kg] испитиваних сората шљиве на температури сушења: а) 90 °C; б) 70 °C

На графику 11б, на температури сушења 70 °С, прираштај суве материје код свих испитиваних сората је спорији, односно криве сушења имају мањи нагиб, због чега сушење до задате суве материје 75% дуже траје. Чачанска родна и Милдора постижу 50% суве материје за 10 h, Стенлеј за 13 h, док сорта Чачанска лепотица за 15 h. Према томе, за постизање 2/3 садржаја завршне задате суве материје плодовима сорте шљиве Чачанска родна је потребно 50% времена, Милдори 55% времена, Стенлеју 60%, а плодовима Чачанске лепотице 70% времена. Криве сушења сората Милдора, Чачанска родна и Стенлеј су сличне међу собом при чему свака сорта има своју динамику прираштаја суве материје до краја сушења. Због тога и на температури сушења 70 °С не долази до преклапања кривих између поменутих сората. Изузетак је сорта Чачанска лепотица код које је прираштај суве материје изразито низак у односу на све остале испитиване сорте. Значи, пошто је до краја сушења, до задате суве материје 75%, остало јако мало времена, свега 6 h, динамика прираштаја суве материје се појачава, односно крива сушења добија оштрији угао тако да долази до преклапања њене криве сушења са кривом сорте Стенлеј, коме је до задате суве материје остало још 9 h сушења

Аутори *Златковић и Рајковић* (2005) су испитивали кинетику сушења кромпира на температури ваздуха 70 °С где приказују криву сушења влаге (на влажну основу) на коме се уочава да је потребно 50% времена сушења за постизање 2/3 садржаја завршне влаге, односно завршне суве материје, слично резултатима у нашим испитивањима сората Чачанска родна и Милдора.

5.4.1.2. Утицај температуре сушења на брзину процеса сушења

Да би се дефинисала кинетика сушења шљиве поред криве сушења користи се и крива брзине сушења. Карактеристика свих графика на којима су приказане брзине сушења је да криве полазе из координатног почетка, односно од нулте вредности, јер је на почетку процеса сушења брзина једнака нули. Следећа карактеристика свих приказаних крива брзине сушења је да мерење масе плодова на температури сушења 90 °С је обављано на сваких 60 min, а на 70 °С на свака 2 h, изузев пред крај сушења где је мерење масе обављано чешће (на 30 min). Пошто је промена смера ваздуха обављана на сваких 60 min може се сматрати да су



Граф. 12. Криве брзине сушења $\Delta M / \Delta \tau$ [g / h] испитиваних сората шљиве на температури сушења: а) 90 °C; б) 70 °C

услови сушења за прва два сата делимично нестационарни за обе температуре сушења.

Да би се дефинисала кинетика сушења шљиве поред криве сушења користи се и крива брзине сушења. Карактеристика свих графика на којима су приказане брзине сушења је да криве полазе из координатног почетка, односно од нулте вредности, јер је на почетку процеса сушења брзина једнака нули. Следећа карактеристика свих приказаних крива брзине сушења је да мерење масе плодова на температури сушења 90 °C је обављано на сваких 60 min, а на 70 °C на свака 2 h, изузев пред крај сушења где је мерење масе обављано чешће (на 30 min). Пошто је промена смера ваздуха обављана на сваких 60 min може се сматрати да су услови сушења за прва два сата делимично нестационарни за обе температуре сушења.

На графику 12 приказане су криве брзине промена укупних маса плодова на одређеној леси у току процеса сушења на две температуре сушења, (а) 90 °C и (б) 70 °C. На графику се уочава да су криве брзине сушења различите за различите сорте шљиве које су сушене на истим температурама ваздуха и да се криве брзине сушења исте сорте шљиве на различитим температурама такође разликују.

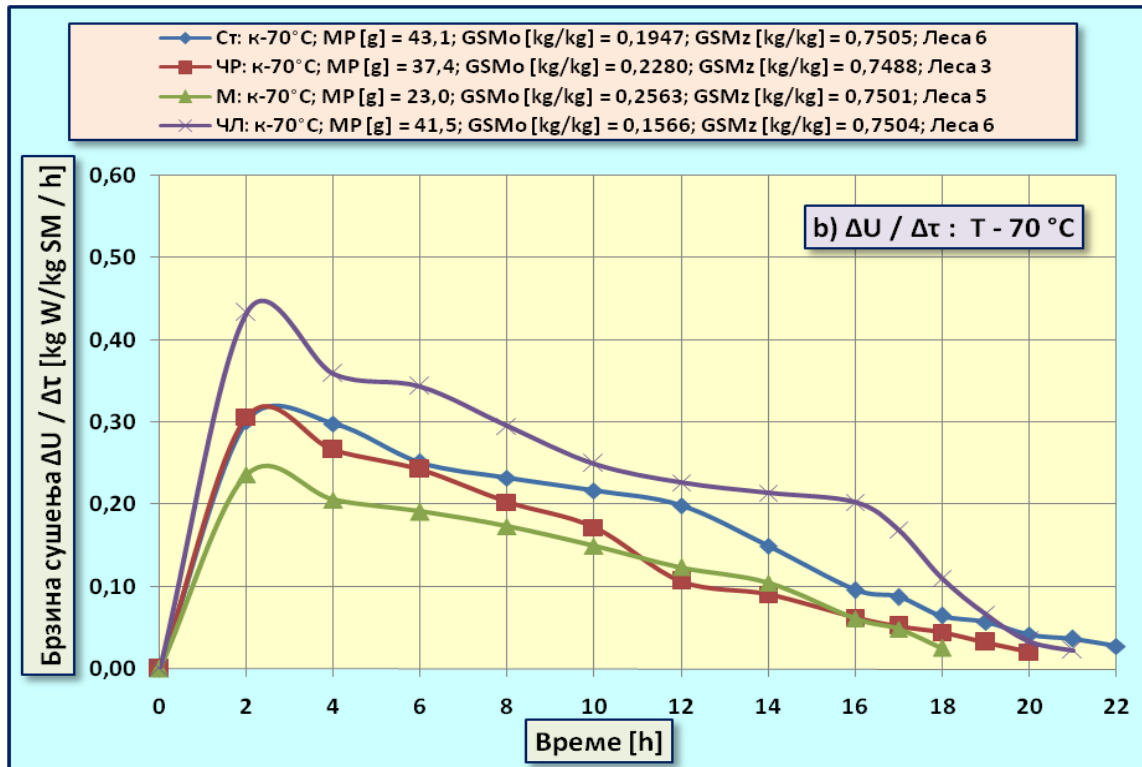
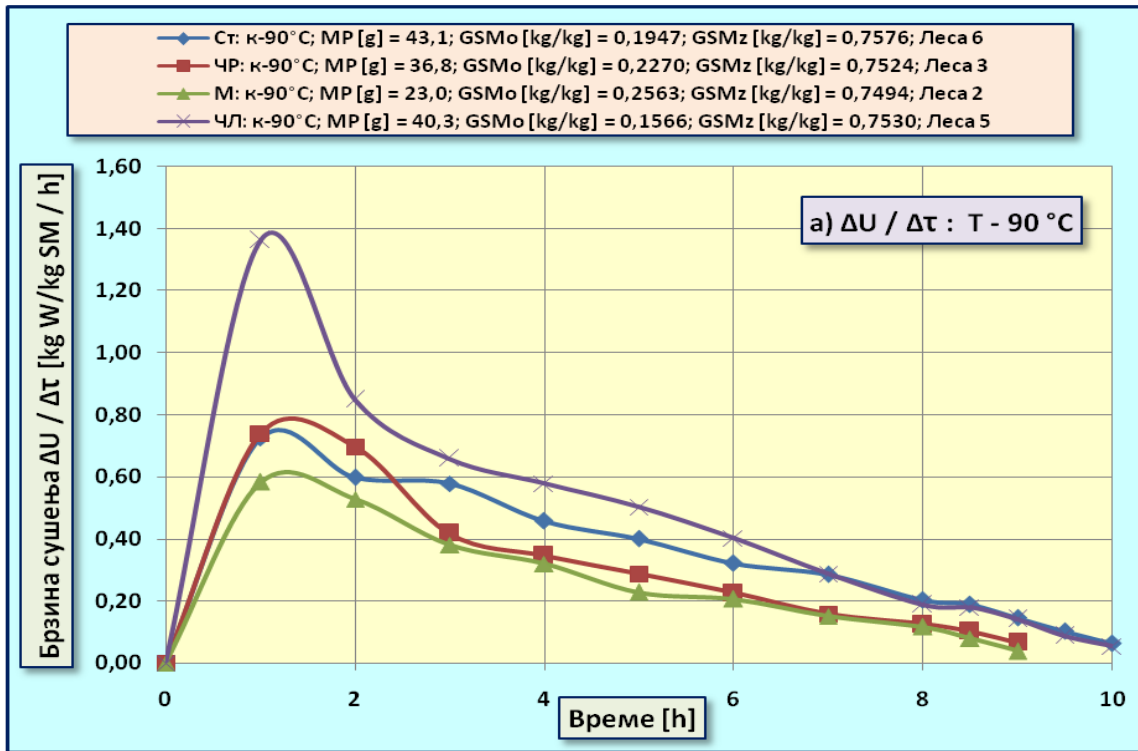
Анализирајући криве брзине сушења на обе температуре сушења (граф. 12) констатује се да је за све испитиване сорте шљиве брзина сушења највећа после првог мерења масе, односно после првог сата сушења на температури ваздуха 90 °C и после другог сата сушења на температури ваздуха 70 °C. Брзина сушења плодова шљиве сваке испитиване сорте је већа око 2.5 пута на температури сушења 90 °C у односу на температуру 70 °C и то на почетку сушења, тј. прва 2 h сушења, као и при крају сушења. *Newman et al.* (1996) који су испитивали кинетику сушења шљиве сорте d'Agen су утврдили повећање процента губитка воде током сушења са повећањем температуре сушења шљиве истих полазних карактеристика.

После првог сата сушења на 90 °C (граф. 12а) плодови шљиве сорте Чачанска лепотица имају највећу брзину сушења (717 g/h), док плодови сорте Милдора имају најмању брзину сушења (428 g/h). Са друге стране, плодови шљиве сорте Чачанска родна после првог сата сушења остварују своју највећу брзину сушења од 565 g/h, али настављају и следећег сата са великом брзином сушења (533 g/h)

услед чега се добија неспецифични облик криве брзине сушења у односу на све остале испитиване сорте, јер код свих осталих сората у другом сату сушења долази до драстичног пада брзине. То је и разлог зашто сорта Чачанска родна завршава сушење истовремено са сортом Милдора, која због високог садржаја суве материје и мање масе плодова на леси на почетку сушења има и далеко мању брзину сушења током целог процеса сушења. Са друге стране, плодови Чачанске лепотице због врло ниског садржаја суве материје морају много више да изгубе у маси плодова на леси (мора много више воде да испари) па, иако је брзина сушења током целог времена трајања процеса сушења доста велика, завршавају сушење заједно са плодовима сорте Стенлеј који у првом сату сушења немају велику брзину сушења (469 g/h).

На температури сушења 70 °C (граф. 12б) криве брзине сушења имају другачији облик у односу на график 12а, где је температура сушења 90 °C. Иако је брзина сушења код плодова свих испитиваних сората највећа после првог мерења масе, пик није тако издвојен и доминантан на графику, јер код свих сората, изузев Милдоре, постоје већа колебања опадајуће брзине сушења. После 2 h сушења највећу брзину сушења имају плодови шљиве сората Чачанска родна (235 g/h) и Чачанска лепотица (228 g/h), код Стенлеја је брзина сушења 196 g/h, а најмању брзину имају плодови сорте Милдора (174 g/h).

Карактеристика брзине сушења на 70 °C је да свака сорта шљиве има свој облик криве брзине сушења која се разликује од крива брзине сушења осталих сората током целог поступка сушења, иако је предходно на графику 8 констатовано да су криве сушења сличне за све испитиване сорте шљиве до 12 h сушења, када се постиже око 40% полазне масе плодова на леси. За сорту шљиве Милдора је карактеристично да има исти облик криве брзине сушења на обе температуре сушења, с тим да су вредности брзине сушења на температури 70 °C много ниже од вредности брзине сушења на 90 °C. После 12 h сушења опадајућа брзина сушења сорте Чачанска родна почиње постепено да губи у интензитету све до краја сушења, док крива брзине сушења сорте Стенлеј има много већи нагиб, који се одражава на много већем интензитету смањења брзине сушења. Тек после 16 h сушења опадајућа брзина сушења Стенлеја се смањује постепено до краја



Граф. 13. Криве брзине сушења $\Delta U / \Delta \tau$ [kg W/kg SM / h] испитиваних сората шљиве на температури сушења: а) 90 °C; б) 70 °C

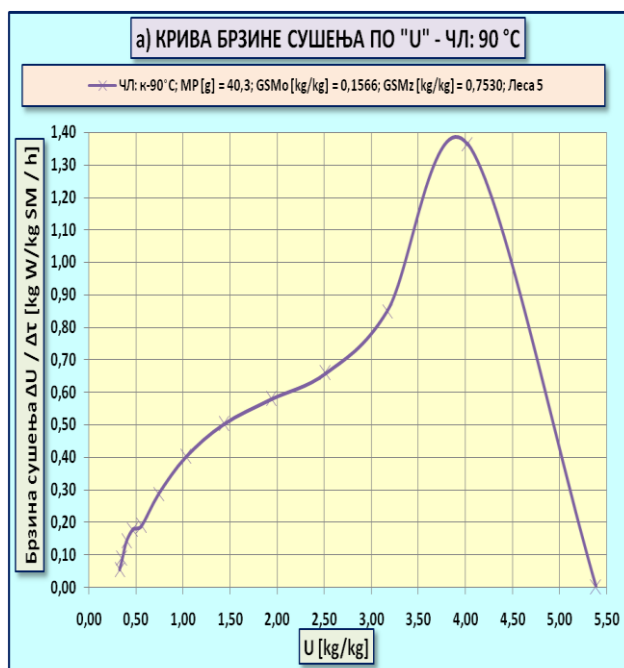
процеса сушења. Са друге стране, крива брзине сушења Чачанске лепотице има неспецифичан излед, који се огледа у постојању слабо израженог пика на 16. h сушења. Наиме, после 10 h сушења долази до слабљења интензитета опадајуће брзине сушења у трајању од 6 h, док са друге стране после 16 h сушења долази до повећања брзине губитка масе плодова на леси, до 0.5 h пре завршетка сушења. Крива брзине сушења Чачанске лепотице у овом периоду има далеко оштрији угао у односу на све остале испитиване сорте шљиве.

На графику 13 су приказане криве брзине промена садржаја воде на суво основу плодова испитиваних сората шљиве на одређеној леси у току процеса сушења, на две температуре сушења, (а) 90 °C и (б) 70 °C. На графику се уочава да су криве брзине сушења различите за различите сорте шљиве које су сушене на истим температурама ваздуха и да се криве брзине сушења исте сорте шљиве на различитим температурама разликују. На графику се примећује исти распоред сората на обе температуре сушења који се поклапа са распоредом на графику 9 који приказује криве сушења ове величине.

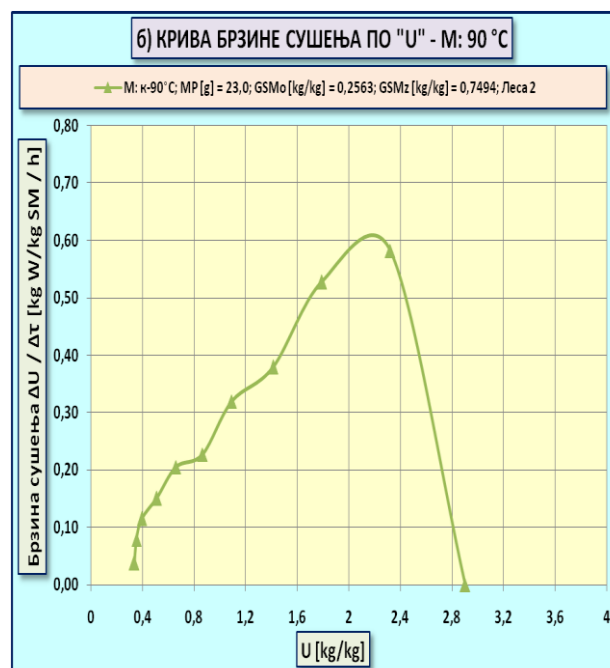
Анализирајући график 13 констатује се да су брзине сушења плодова шљиве сваке испитиване сорте веће око 2.5 пута на температури сушења 90 °C у односу на температуру 70 °C и то на почетку сушења, тј. прва 2 h сушења, као и при крају сушења, слично као и код брзина сушења приказаних на графику 12.

Брзина сушења се најчешће приказује брзином сушења ове величине, јер је омогућено поређење брзине сушења различитих сората исте врсте воћа, а исто тако могуће је поређење брзине сушења између различитих врста воћа, због заједничког имениоца – садржаја укупне суве материје узорака који се суше. Брзина сушења приказана у функцији времена указује, пре свега, на рад сушаре па се због тога, врло често, брзина сушења приказује у функцији тренутног садржаја воде на суво основу, односно у функцији апсолутне влажности шљиве (граф. 14 и 15).

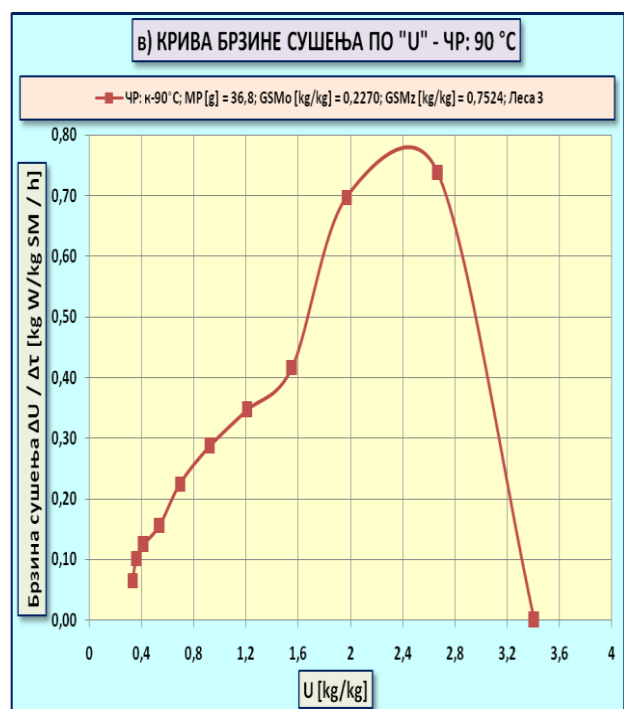
Облик криве брзине сушења испитиваних сората шљиве (граф. 13) на обе посматране температуре сушења је сличан облику крива брзина приказаних на графику 12, с тим да је у овом случају крива брзине плодова сорте Чачанска лепотица издвојена од снопа крива брзине сушења осталих сората шљиве.



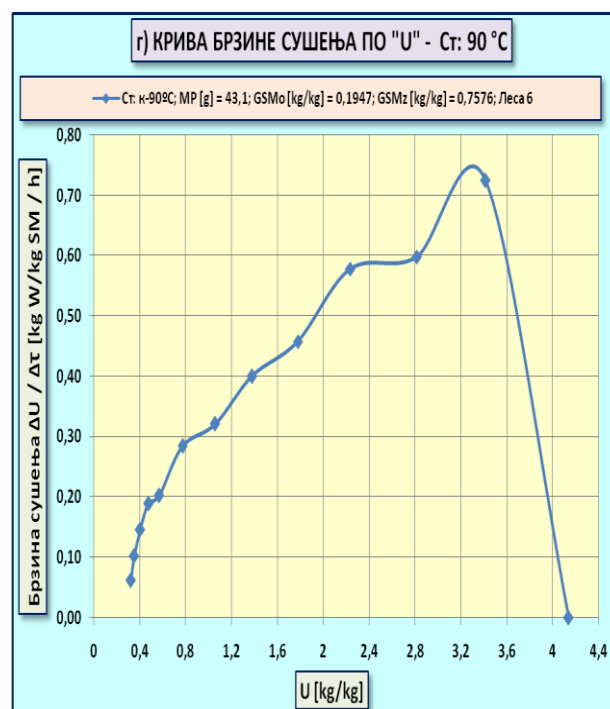
а) Чачанска лепотица



б) Милдора



в) Чачанска родна

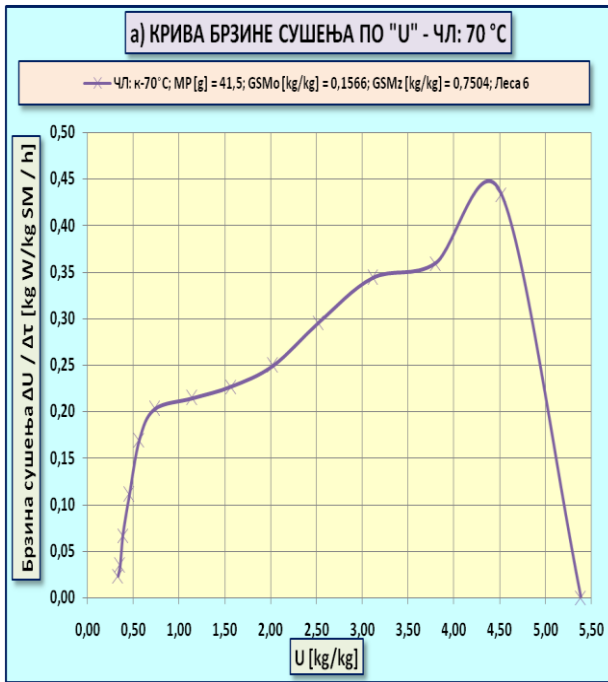


г) Стенлеј

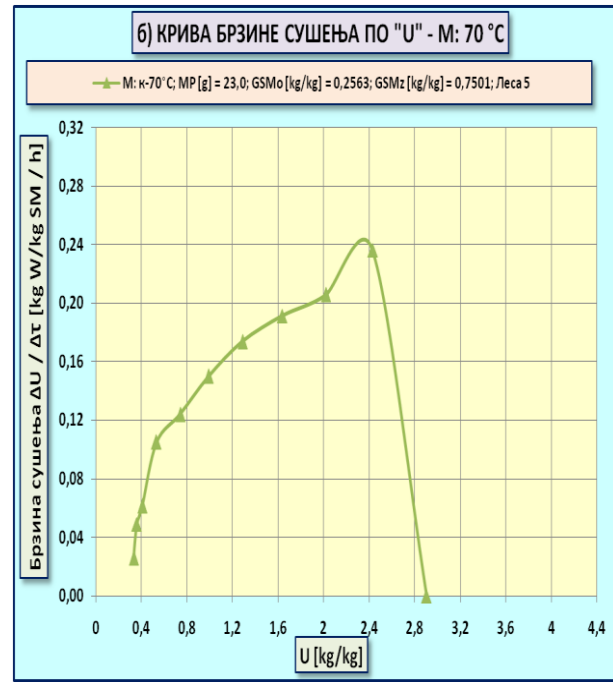
Граф. 14. Промене брзине сушења у зависности од тренутног садржаја влаге на суву основу испитиваних сората шљиве на температури сушења 90 °C

Наиме, због изразито нижег садржаја укупне суве материје у плодовима шљиве сорте Чачанска лепотица, брзина сушења ове сорте после првог мерења укупне масе плодова на леси је изразито већа у поређењу са осталим сортама, како на температури сушења 90 °C где износи 1.36 kg W/kg SM / h, тако и на температури 70 °C где износи 0.43 kg W/kg SM / h, што се лепо уочава на графицима 14 и 15. Милдора је сорта шљиве чији плодови имају висок садржај укупне суве материје због чега током сушења имају најмању брзину сушења после првог мерења маса, 0.58 kg W/kg SM / h на температури сушења 90 °C, а на температури 70 °C брзина сушења износи 0.23 kg W/kg SM / h. Иако је брзина сушења Чачанске лепотице на почетку сушења 2.3 пута већа од брзине сушења Милдоре на температури сушења 90 °C, а и касније током сушења брзина сушења је увек већа код Чачанске лепотице, њени плодови заврше сушење 1 h касније од плодова Милдоре, а на температури сушења 70 °C Чачанска лепотица се осуши 3 h после Милдоре, због мањег садржаја суве материје на почетку сушења.

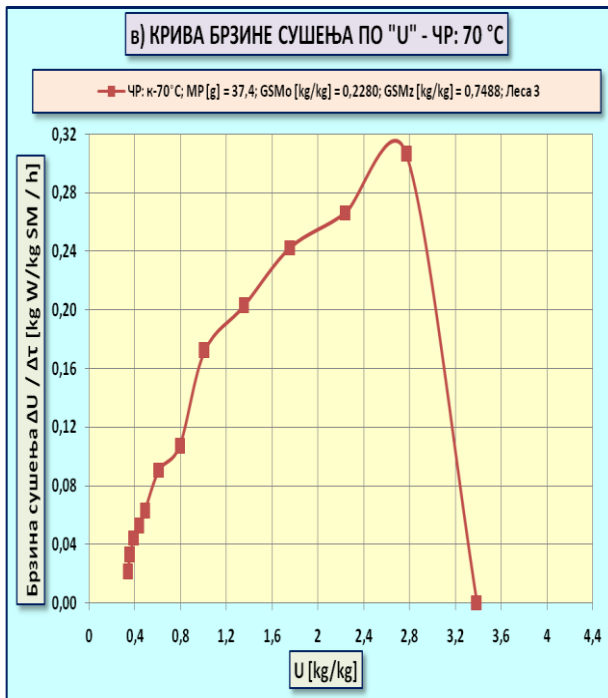
Брзине сушења плодова шљиве сората Чачанска родна и Стенлеј су јако блиских вредности, како на температури сушења 90 °C (граф. 13 и 14) тако и на нижој температури сушења, 70 °C (граф. 13 и 15). Међутим, на температури сушења 90 °C плодови сорте Чачанска родна и на следећем мерењу масе плодова на леси задржавју своју велику брзину сушења, па иако касније током сушења плодови Стенлеја имају веће брзине сушења од ње, плодови Чачанске родне раније завршавају процес сушења до задате, коначне, суве материје. Приликом сушења на температури 70 °C плодови шљиве сорте Стенлеј континуирано током сушења имају веће брзине сушења од Чачанске родне, међутим плодови сорте Чачанска родна завршавају сушење 2 h пре Стенлеја, због већег садржаја суве материје на почетку сушења. Према томе, посматрајући брзину промена садржаја влаге на суву основу у току процеса сушења, долази се до закључка да се плодови шљиве сорте Чачанска родна брже осуше од плодова сорте Стенлеј на обе температуре сушења, што је у складу са резултатима до којих су дошли *Митровић и сар.* (1997) испитујући брзине сушења ових сората са локалитета Здрављак и Каблар.



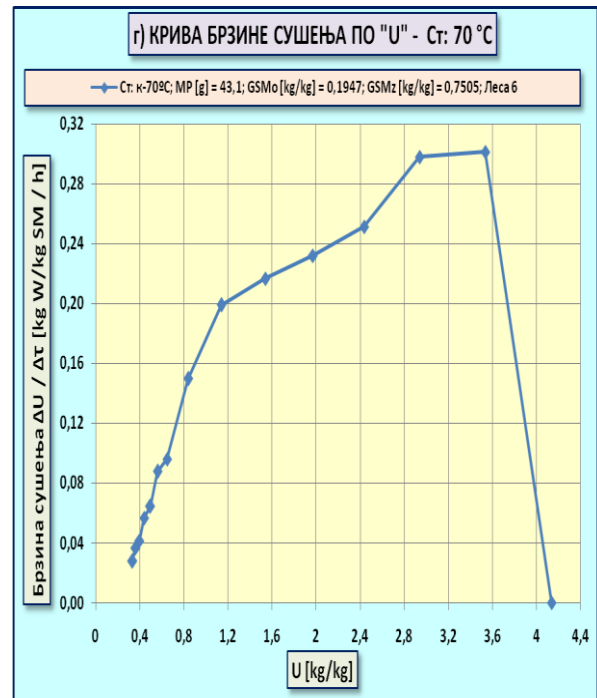
а) Чачанска лепотица



б) Милдора



в) Чачанска родна



г) Стенлеј

Граф. 15. Промене брзине сушења у зависности од тренутног садржаја влаге на суву основу испитиваних сората шљиве на температури сушења 70 °C

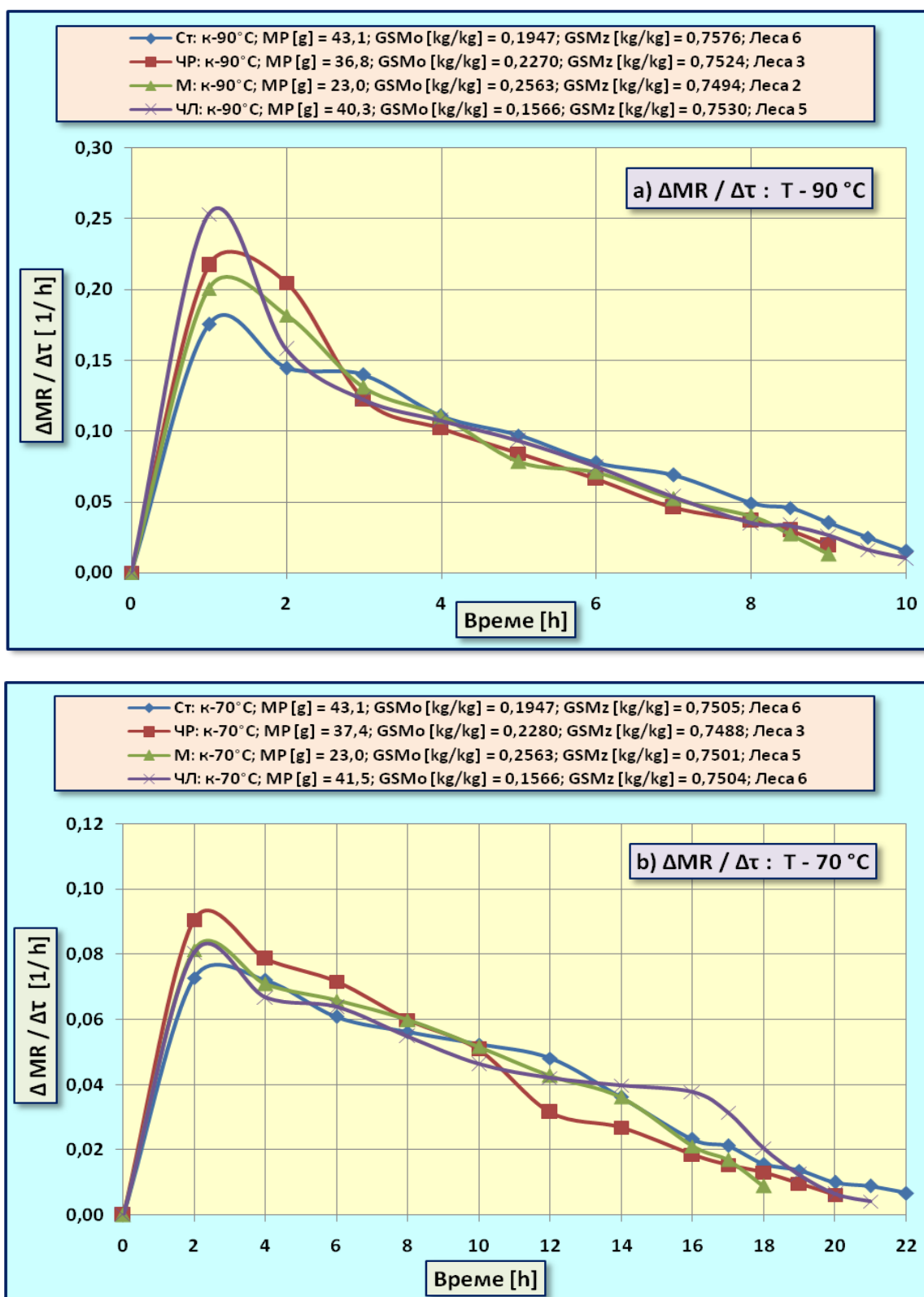
Анализирајући криве брзине сушења (граф. 13, 14 и 15) констатује се да плодови шљиве свих испитиваних сората имају највећу брзину сушења на почетку сушења и да се током сушења брзина промена садржаја влаге на суву основу постепено смањује на обе посматране температуре сушења. Пауновић и сар. (2006) испитујући кинетику сушења малине у лабораторијским условима на температури сушења 70 °C бележе највећу брзину сушења после 4 h сушења, као и *Živković et al.* (2006) код кајсије, а код шљиве највећу брзину сушења региструју после 2 h сушења на температури ваздуха 73 °C и износи 1.15 kg W/kg SM / h, при чему је сушења завршено за 20 h. У испитивањима кинетике сушења шљиве у нашем раду, овако велика брзина сушења после 2 h сушења је забележена код сорте Чачанска лепотица на температури сушења 90 °C и за разлику од испитивања код поменутих аутора сушење је трајало 10 h. То значи да после постигнуте максималне брзине сушења на почетку сушења, у условима наше експерименталне сушаре, брзина сушења је већа у односу на брзине сушења у сушари аутора *Živković et al.* (2006) током целог процеса сушења, због чега се шљива осуши за 2 пута краће време.

После периода максималне брзине сушења на обе испитиване температуре сушења одмах настаје период опадајуће брзине сушења, без бележења константне брзине сушења (граф. 13, 14 и 15). Забележене брзине сушења које се добијају периодично, после мерења масе плодова на леси на сваких 1 h сушења на температури ваздуха 90 °C, не дају назнаке да постоји могућност настанка периода константне брзине сушења код свих испитиваних сората шљиве. Ова висока температура сушења омогућава велике брзине сушења због чега је испаравање воде из плодова јако интензивно и сушење, до постизања равнотежне влаге (0.33 kg W/kg SM), се завршава за 9-10 h у зависности од сорте шљиве. Сушење на температури ваздуха 70 °C је мање интензивно па су присутне и мање брзине сушења. Иако и на овој температури сушења није регистрована константна брзина сушења, код сорте Стенлеј су брзине сушења после максималне вредности забележене на 2. h сушења и после следећег мерења на 4. h сушења јако блиских вредности, односно разлика између ових брзина је свега 0.0031 kg W/kg SM / h, како се лепо уочава на графику 15г. Према томе, код сорте Стенлеј је могући период константне брзине сушења, који траје вероватно кратко време, али због

несавршености наших мерења параметара сушења, односно због немогућности континуалног мерења масе плодова на леси током сушења, овај период није забележен. *Sabarez u Price* (1999) у својим испитивањима кинетике сушења шљиве сорте d'Agen истичу да је при вишим температурама сушења (веће од 70 °C) дужина периода константне брзине сушења веома мала у поређењу са укупним временом сушења. *Vega-Galvez at al.* (2008) испитујући кинетику сушења црвене паприке, *Doymaz* (2004) испитујући кинетику сушења шљиве сорте Стенлеј, а *Toğrul u Pehlivan* (2003) испитујући кајсију, на различитим температурама сушења, истичу да практично не постоји период константне брзине сушења, већ после највеће брзине сушења одмах настаје период опадајуће брзине сушења. По њима то указује да је дифузија доминантан физички механизам одговоран за кретање влаге у плодовима воћа током сушења. Међутим, *Бабић и сар.* (2007) проучавајући осмотско и конвективно сушење воћа констатују да је сорта кајсије Новосадска родна при лабораторијским мерењима имала изразити период константне брзине сушења након 3 h сушења и по њима тренд лакшег отпуштања влаге код кајсије сорте Кечкеметска ружа се показао након периода константне брзине сушења.

Брзина сушења се може приказати и као брзина промена бездимензионих односа влага у току процеса сушења (граф. 16) и често се приказује у истраживањима многих аутора. На графику се уочава да су криве брзине сушења различите за различите сорте шљиве које су сушене на истим температурама ваздуха и да се криве брзине сушења исте сорте шљиве на различитим температурама разликују, као што је констатовано и на графицима на којима су приказане криве брзине сушења осталих величина.

Пошто бездимензиони однос влага није оптерећен јединицама мера стања плодова шљиве, приказане криве брзина сушења на обе посматране температуре сушења су збијене али нису преклопљене. На температури сушења 90 °C криве сушења су на почетку сушења одвојене међу собом, да би после 4 h сушења дошле на сличне вредности брзина и од тада настаје густо сноп крива брзина сушења. Међутим, на температури сушења 70 °C брзине сушења су далеко мање због чега криве сушења приказане на графику 16б су збијене од самог почетка



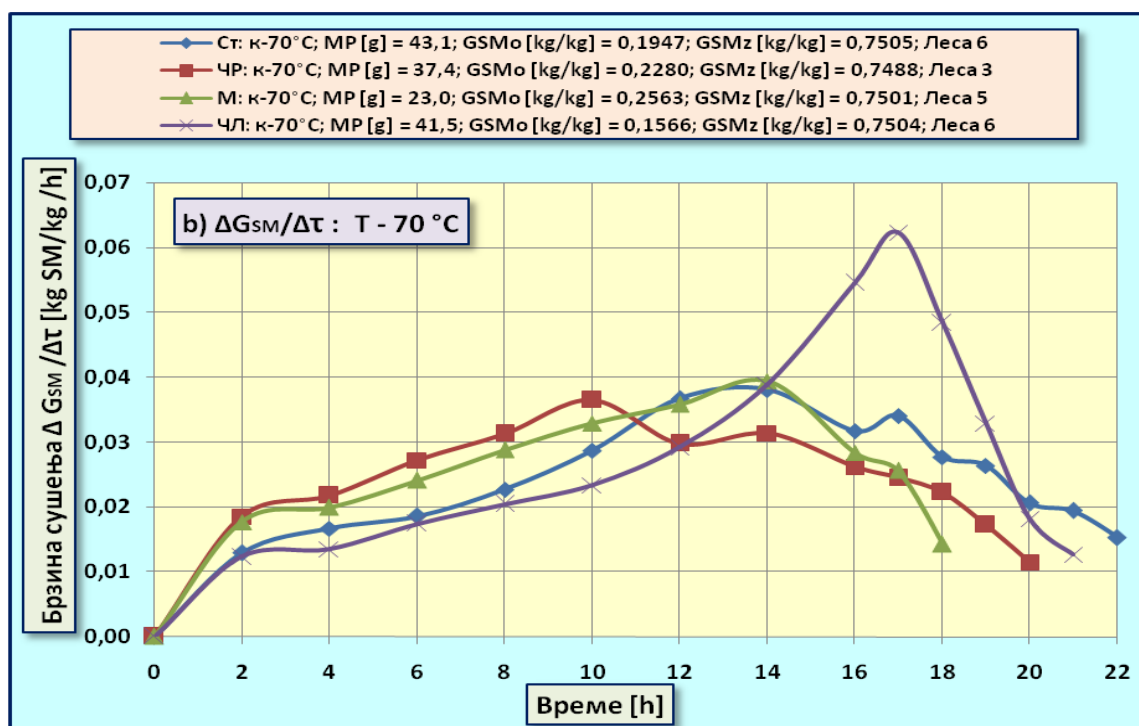
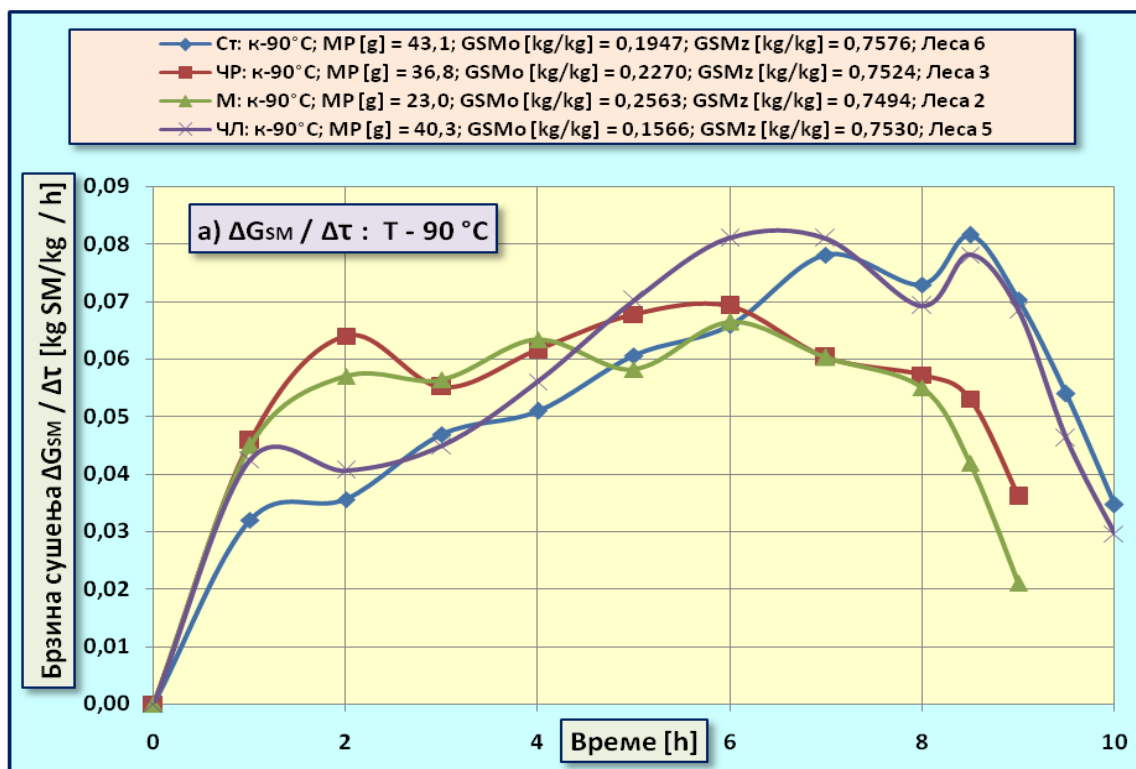
Граф. 16. Криве брзине сушења $\Delta MR / \Delta \tau$ [1 / h] испитиваних сората шљиве на температури сушења: а) 90 °C; б) 70 °C

сушења до 10 h сушења, одакле почиње размимоилажење кривих, слично резултатима до којих су дошли *Toğrul u Pehlivan* (2003) испитујући кинетику сушења кајсија и код аутора *Pangavhane et al.* (1999) испитујући кинетику сушења грожђа, на температурама ваздуха 50 °C, 60 °C, 70 °C и 80 °C. Интересантна појава на графику је да се после извесног времена сушења на темепартури 70 °C, крива брзине сушења сорте шљиве Чачанска родна одваја од снопа кривих на једну страну, а крива брзине сорте Чачанске лепотица се одваја на другу страну, да би се пред крај сушења поново вратиле у сноп кривих брзине сушења.

Најинтересантније криве брзине сушења су приказане на графику 17, који приказује криве брзине прираштаја укупне суве материје плодова на леси у току сушења шљиве, на две температуре сушења, (а) 90 °C и (б) 70 °C.

На овом графику се уочава да су криве брзине прираштаја суве материје у плоду шљиве током сушења различите за различите сорте шљиве које су сушене на истим температурама ваздуха и да се криве брзине прираштаја суве материје исте сорте шљиве на различитим температурама разликују.

Сушење плодова шљиве на температури сушења 90 °C је врло интензивно што се на графику манифестује великим брзинама прираштаја суве материје током целог времена поступка сушења. На графику 17а су се издвојиле две групе кривих, једну групу чине криве сората Чачанска рода и Милдора, сорте са високим садржајем суве материје полазне сировине, а другу групу чине сорте Чачанска лепотица и Стенлеј, сорте које на почетку сушења имају мањи садржај суве материје (мање од 20%). Карактеристично за прву групу сората шљиве је да после 2 h сушења испаравање воде је врло интензивно, тако да су брзине прираштаја суве материје велике, просечно између 0.055 и 0.065 kg SM/kg / h и трају током целог периода сушења, до једног сата пред крај сушења, када наступа драстичан пад брзине. Друга група сората се карактерише са много мањом брзином прираштаја суве материје која током сушења континуално расте да би после 6 h сушења достигла максималне вредности од 0.08 kg SM/kg / h код сорте Чачанска лепотица, а код сорте Стенлеј после 7 h. Ова изразито велика брзина прираштаја суве материје траје до 9.h сушења, што представља време до 1 h пре



Граф. 17. Криве брзине сушења $\Delta G_{SM} / \Delta \tau$ [kg SM/kg / h] испитиваних сората шљиве на температури сушења: а) 90 °C; б) 70 °C

завршетка процеса сушења, док са друге стране, сорте Чачанска родна и Милдора ту брзину прираштаја суве материје имају средином процеса сушења, до 3 h пре завршетка сушења. Према томе, карактеристика сората Чачанска лепотица и Стенлеј да развијају велике брзине прираштаја суве материје у другој половини процеса сушења, па чак и пред крај сушења, доводи до тога да се сушење нагло прекида, јер се у плодовима нагло постиже тражена завршна сува материја. Односно, због великог прираста суве материје при крају сушења прекорачење времена сушења од свега 0.5 h од прерачунатог времена завршетка сушења може врло лако да доведе до пресушивања плодова, што је и уочено током испитивања кинетике сушења ових сората.

Анализирајући график 17б где су приказане брзине прираштаја суве материје на температури сушења 70 °C уочавају се много ниже вредности брзина за све испитиване сорте. Брзине прираштаја суве материје се полако повећавају до постизања 50% суве материје у плоду (како је објашњено и на графику 11б), да би се у другој половини сушења брзине прираштаја суве материје полако смањивале до постизања завршне суве материје код свих испитиваних сората шљиве, изузев код сорте Чачанска лепотица. Наиме, на овој нижој температури сушења, где сушење траје 2 пута дуже, брзина прираштаја суве материје код ове сорте је далеко најнижа у односу на брзине свих испитиваних сората до средине времена трајања сушења. У време постизања 50% суве материје крива добија велики нагиб, због повећања брзине прираштаја суве материје, да би у 17. h сушења брзина прираштаја суве материје била највећа, 0.06 kg SM/kg / h, док су у то време брзине прираштаја суве материје код свих осталих сората много мање (просечно око 0,02 kg SM/kg / h). Због тога и на овој температури сушења (70 °C) може врло лако доћи до пресушивања плодова код сорте шљиве Чачанска лепотица.

Према томе, анализирајући приказане графике са кривама брзина сушења плодова испитиваних сората шљиве, више пута је истакнуто да температуре сушења имају велики утицај на брзину сушења. Односно, плодови шљиве различитих сората имају различите брзине сушења на истим температурама сушења и плодови шљиве исте сорте који се суше на различитим температурама сушења имају различите брзине сушења.

Чачанска лепотица



Свежи плодови



Сушење 480 min на 90 °C



Сушење 480 min на 70 °C

Милдора



Свежи плодови

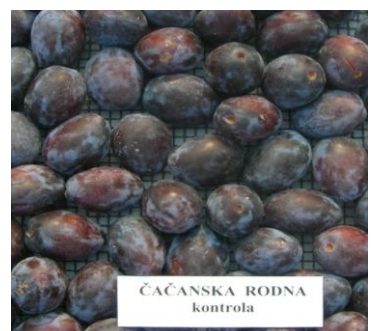


Сушење 360 min на 90 °C



Сушење 480 min на 70 °C

Чачанска родна



Свежи плодови



Сушење 360 min на 90 °C



Сушење 480 min на 70 °C

Стенлеј



Свежи плодови



Сушење 360 min на 90 °C



Сушење 360 min на 70 °C

Сл. 5. Изглед свежих плодова испитиваних сората шљиве и изглед плодова током сушења на температури сушења 90 °C и 70 °C

Утицај температуре сушења се манифестује повећањем брзине сушења са повећањем температуре сушења, што доводи до скраћења времена сушења код плодова свих испитиваних сората шљиве. На температури сушења 90 °C су забележене 2.5 пута веће брзине сушења на почетку сушења код плодова свих испитиваних сората шљиве, у односу на брзине сушења забележене код температуре сушења 70 °C. Због тога се на температури сушења 90 °C највећа количина слободне воде у плодовима свих испитиваних сората губи првих 4 h сушења (таб. 6, поглавље 5.4.2.2.). Наиме, после 2 h сушења губитак слободне воде у односу на укупно испарену воду код плодова шљиве сорте Чачанска лепотица износи 43.76%, код сорте Милдора 43.24%, Чачанске родне 46.68%, а код сорте Стенлеј 34.67%. После 4 h сушења испарило је 68.19% воде код плодова сорте Чачанска лепотица, 70.48% код сорте Милдора, 71.51% код Чачанске родне и 61.81% код плодова сорте Стенлеј, што значи да је за време од 4 h сушења испарило 2/3 слободне воде у односу на укупно испарену воду из плодова шљиве код свих испитиваних сората.

На нижој температури сушења, 70 °C, се развијају много мање брзине сушења услед чега је и много мањи губитак слободне воде у односу на укупно испарену воду: код плодова шљиве сорте Чачанске лепотице губитак воде износи 17.15%, код Милдоре 18.40%, Чачанске родне 20.08% и Стенлеја 15.84% после 2 h сушења, а после 4 h сушења губитак воде износи: 31.36% код Чачанске лепотице, код Милдоре 34.41%, Чачанске родне 37.56% и Стенлеја 31.51%, односно после 4h сушења из плодова шљиве код свих испитиваних сората испарило је свега 1/3 слободне воде у односу на укупно испарену воду.

Губитак тј. испаравање слободне воде током сушења доводи до настанка смежуравања плодова шљиве, појава која се може видети током сушења кроз стакло на комори сушаре, а изглед таквих плодова шљиве је приказан на слици 5. Уочене су знатне разлике у видљивим променама изгледа плодова који су сушени на различитим температурама сушења. Наиме, на температури сушења 90 °C код плодова свих испитиваних сорта већ после 2 h сушења су примећене бразде на pokožици, као први симптоми смежуравања, да би после 4 h већ били присутни први набори од смежуравања pokožице, а то је време кад су плодови већ изгубили 2/3 слободне воде у односу на укупно испарену воду. Насупрот томе, на

температури сушења 70 °C прве назнаке смежуравања у виду бразди се појављују тек после 4 h сушења, а први набори после 6 h. На овој, нижој, температури сушења примећено је и различито понашање сората, тако да су плодови сорте шљиве Чачанска родна после 6 h сушења знатно више наборани од плодова Стенлеја и Чачанске лепотице, како се може уочити на слици 5.

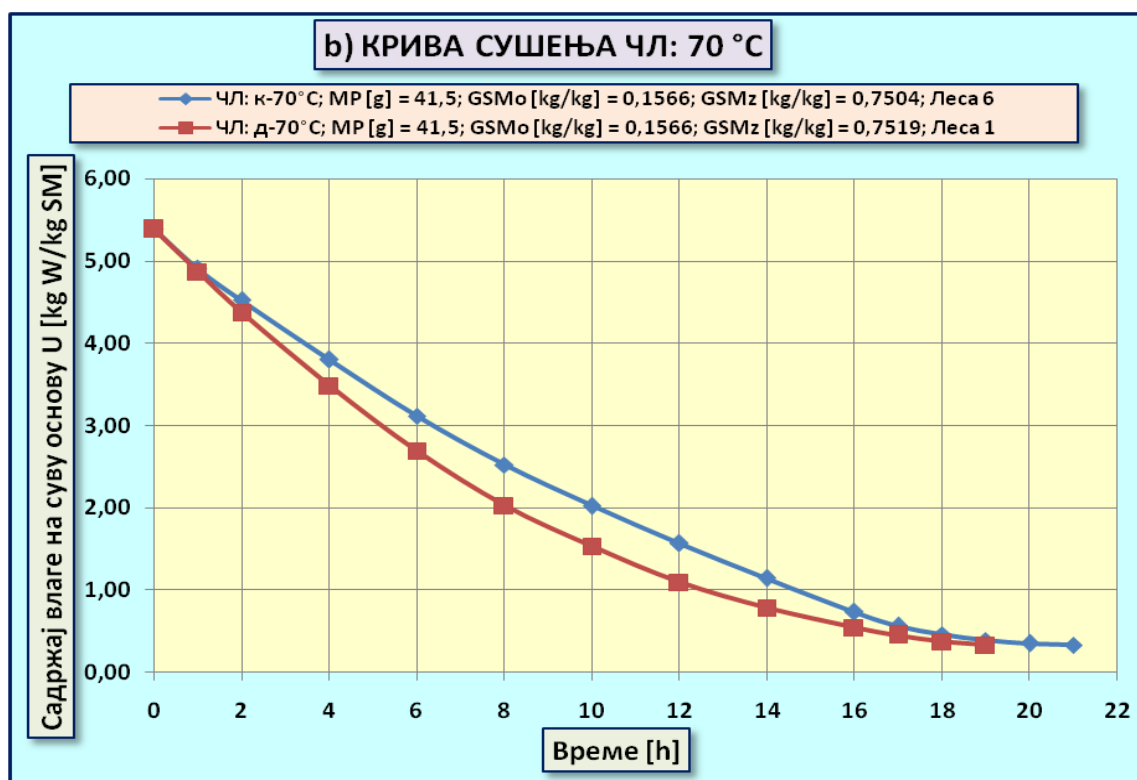
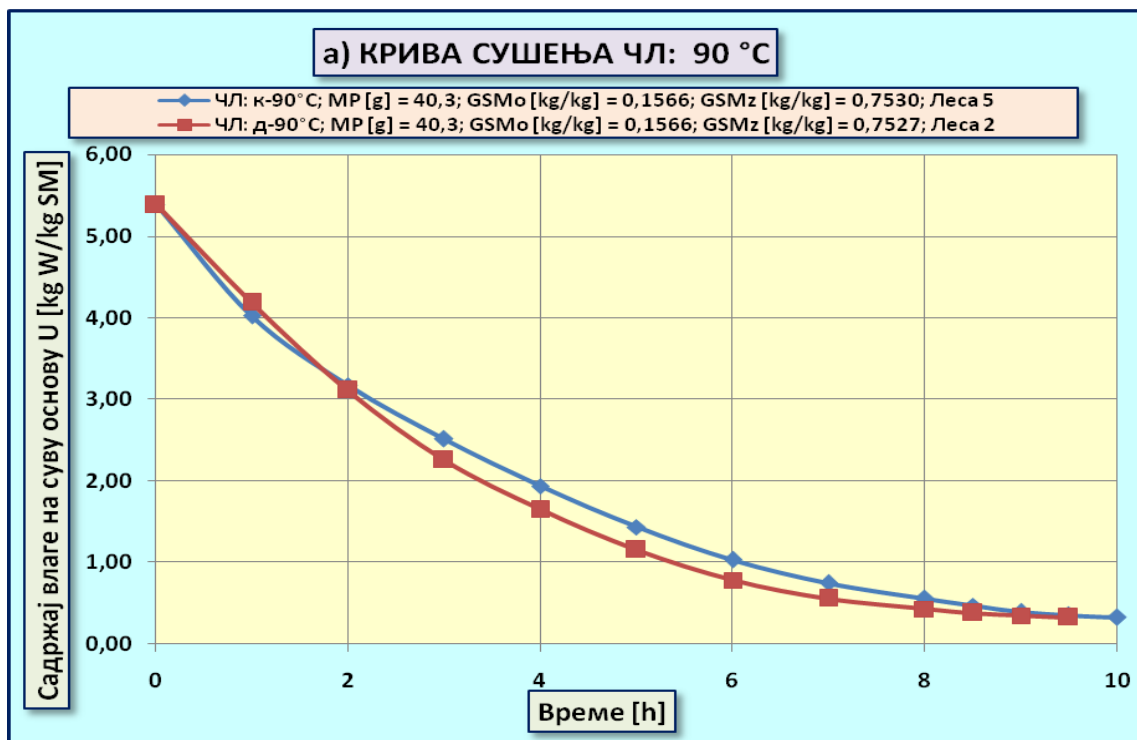
Ова визуелна запажања појаве смежуравања плодова шљиве током сушења су у складу са констатацијом аутора *Mayor* и *Sereno* (2004) да смежуравање намирница расте са запремином воде која се уклони током сушења, пошто се са већим уклањањем воде јављају веће контракције у намирници. Због тога код плодова шљиве који се суше на температури 90 °C смежуравање настаје раније у односу на температуру сушења 70 °C, јер се у истом временском интервалу уклони већа количина слободне воде.

5.4.2. Утицај диповања као технолошког предтретмана на кинетику сушења

5.4.2.1. Утицај диповања на процес сушења

Најчешће коришћен предтретман у поступку конзервасања намирница сушењем је диповање које се примењује у циљу оптимизације самог процеса сушења. На графицима 18, 19, 20 и 21 су приказане криве сушења за сваку испитивану сорту шљиве, са плодовима који су диповани у кључалој води и са нетретираним плодовима који представљају контролу. Сви графици приказују криве садржаја воде на суво основу плодова шљиве испитиване сорте током сушења на две температуре сушења, (а) 90 °C и (б) 70 °C. Све криве сушења за исту сорту полазе из исте тачке, што значи да су сви експерименти сушења са плодовима истих полазних карактеристика за сваку испитивану сорту.

График 18 приказује криве сушења плодова шљиве сорте Чачанска лепотица. Констатује се да су криве сушења дипованих плодова различите од криве сушења нетретираних плодова (контрола) како на температури сушења 90 °C тако и на температури сушења 70 °C. На температури сушења 90 °C диповани



Граф. 18. Криве сушења контроле и дипованих плодова шљиве сорте Чачанска лепотица на температури сушења: а) 90 °C; б) 70 °C

плодови постижу 50% укупне суве материје, која одговара вредности садржаја влаге на суву основу 1 kg W / kg SM, за нешто више од 5 h сушења, док је контроли потребно 6 h, услед чега се диповани плодови осуше за 30 min краће време. На температури сушења 70 °C се констатује још већа разлика у времену постизања садржаја влаге на суву основу 1 kg W / kg SM, тако да је контроли потребно 15 h, а дипованим плодовима 12 h, због чега се диповани плодови суше 2 h краће, а то је скраћење времена сушења од 10%.

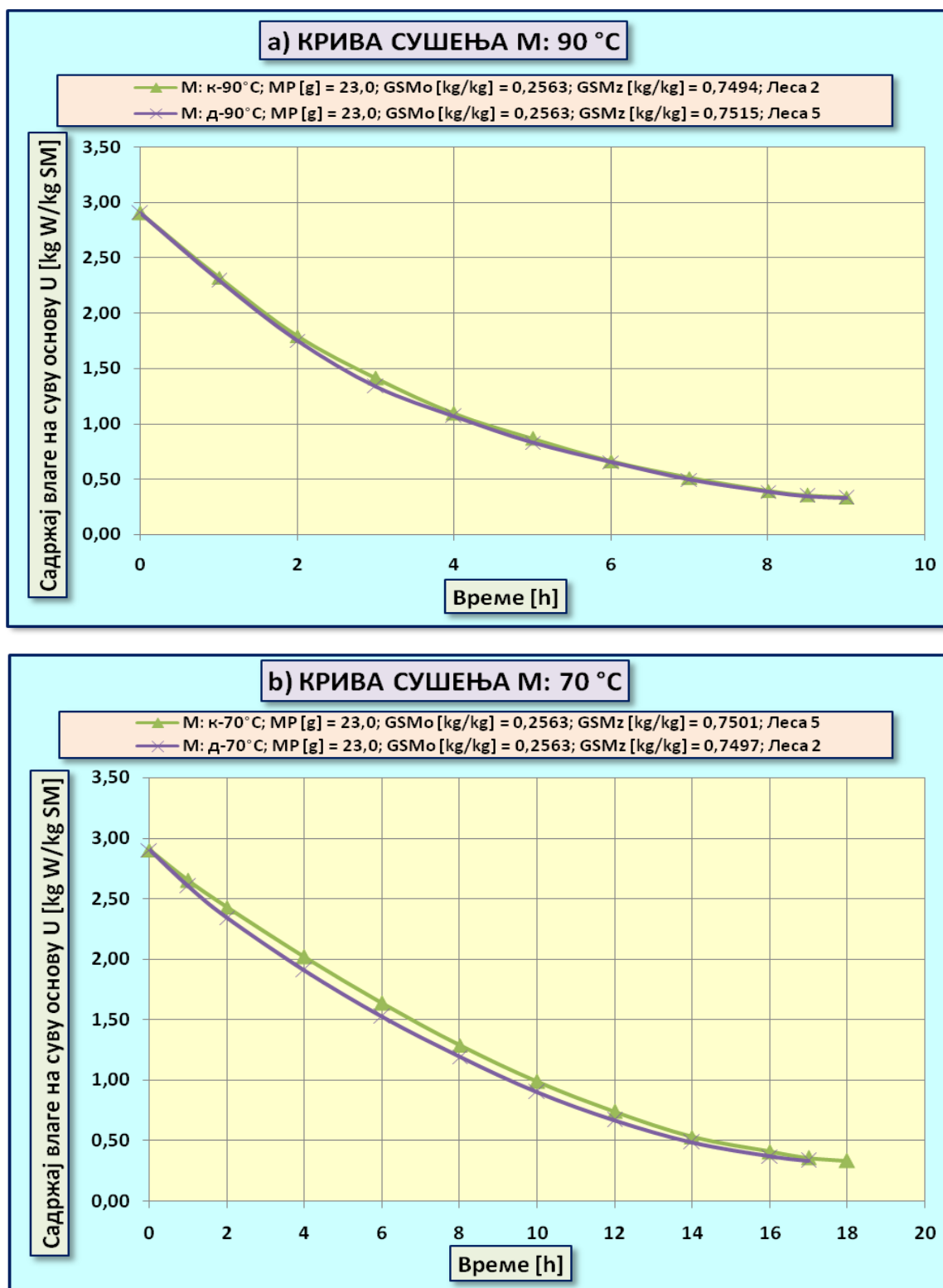
График 19 приказује криве сушења плодова шљиве сорте Милдора. За разлику од предходног графика, овде имамо нешто другачију ситуацију. Наиме, на температури сушења 90 °C се уочава поклапање криве сушења дипованих плодова и контроле, што значи да је динамика губитка садржаја влаге на суву основу иста у оба случаја, односно кинетика сушења дипованих плодова и контроле је иста па плодови завршавају сушење за исто време. На температури сушења 70 °C, на графику 19б се показује извесно одступање криве сушења између контроле и дипованих плодова, тако да диповани плодови завршавају сушење 1 h раније, односно за 17 h уместо за 18 h, што представља скраћење времена сушења у износу од 5.5%.

График 20 приказује криве сушења шљиве сорте Чачанска родна. На температури сушења 90 °C се може констатовати да закључак који је донет за сорту Милдора на температури сушења 70 °C се може применити и за овај случај, изузев чињенице да су у питању много краћа времена сушења. Наиме, контрола се осуши за 9 h, а диповани плодови за 8.5 h. Већ на нижој температури сушења, 70 °C, приказане криве сушења између контроле и дипованих плодова се разликују. Контроли је потребно 10 h сушења, а дипованим плодовима нешто више од 7 h за постизање садржаја влаге на суву основу од 1 kg W / kg SM, због чега се контрола осуши за 20 h, а диповани плодови 2 h раније, што представља скраћење времена сушења од 10%.

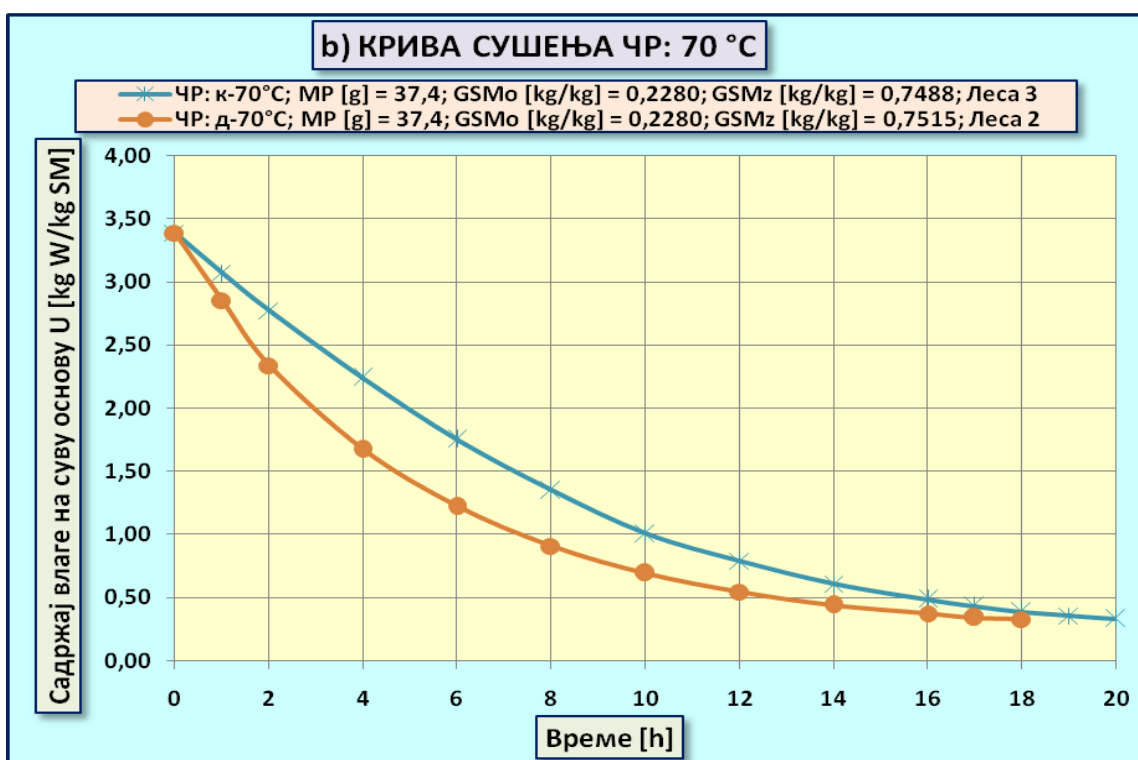
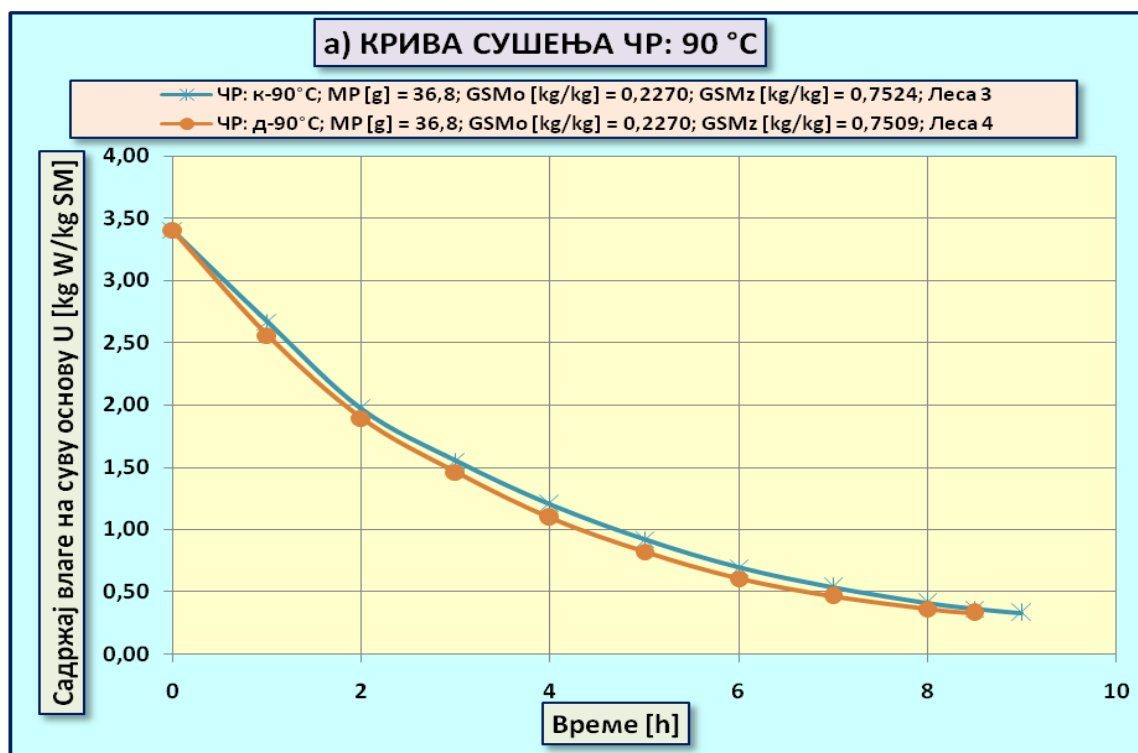
График 21 приказује криве сушења плодова шљиве сорте Стенлеј. На температури сушења 90 °C се констатује да су криве сушења контроле и дипованих плодова на почетку сушења преклопљене и да тек после 3 h сушења долази до врло малих раздвајања кривих. Због тога се контрола суши 10 h, а диповани свега 30 min краће, односно свега 5% краће време. Са друге стране, на

температури сушења 70 °C криве сушења између контроле и дипованих плодова су видно размакнуте током целог процеса сушења. Дипованим плодовима је потребно нешто више од 11 h за постизање садржаја влаге на суву основу од 1 kg W / kg SM, а контроли 13 h. Због тога се контрола суши 22 h, а диповани плодови 2 сата краће, што износи скраћење времена сушења од 10%.

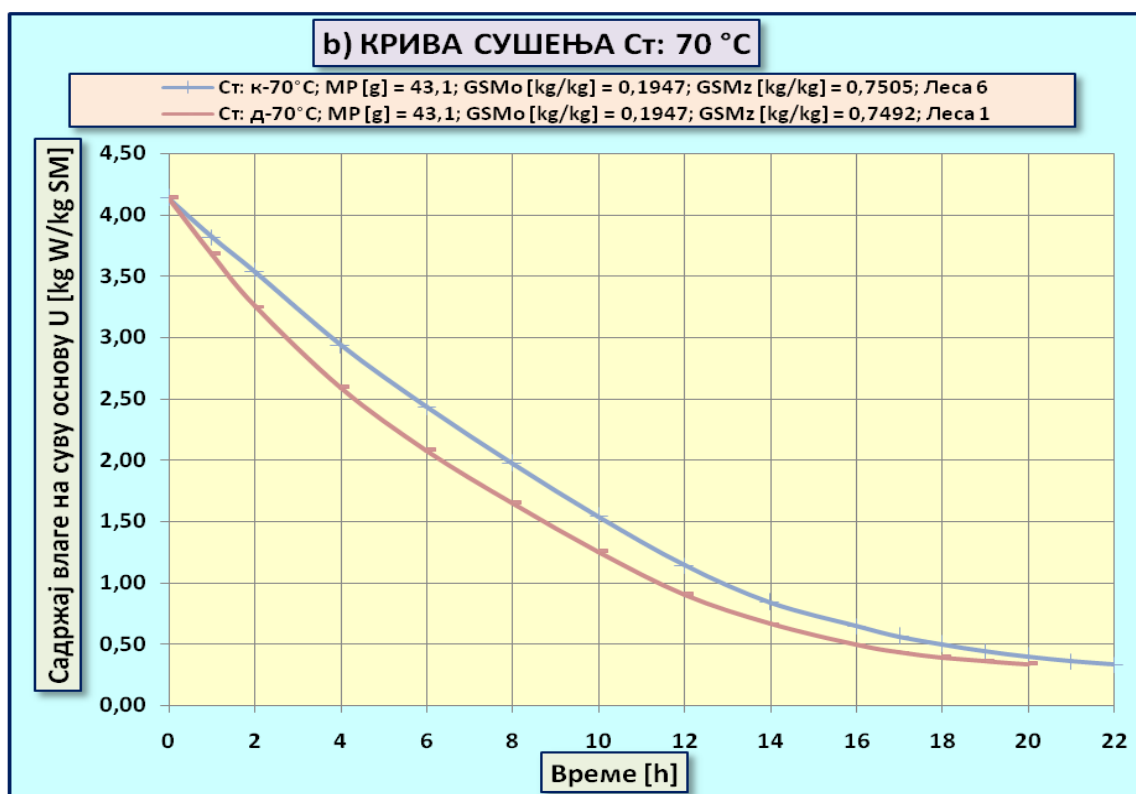
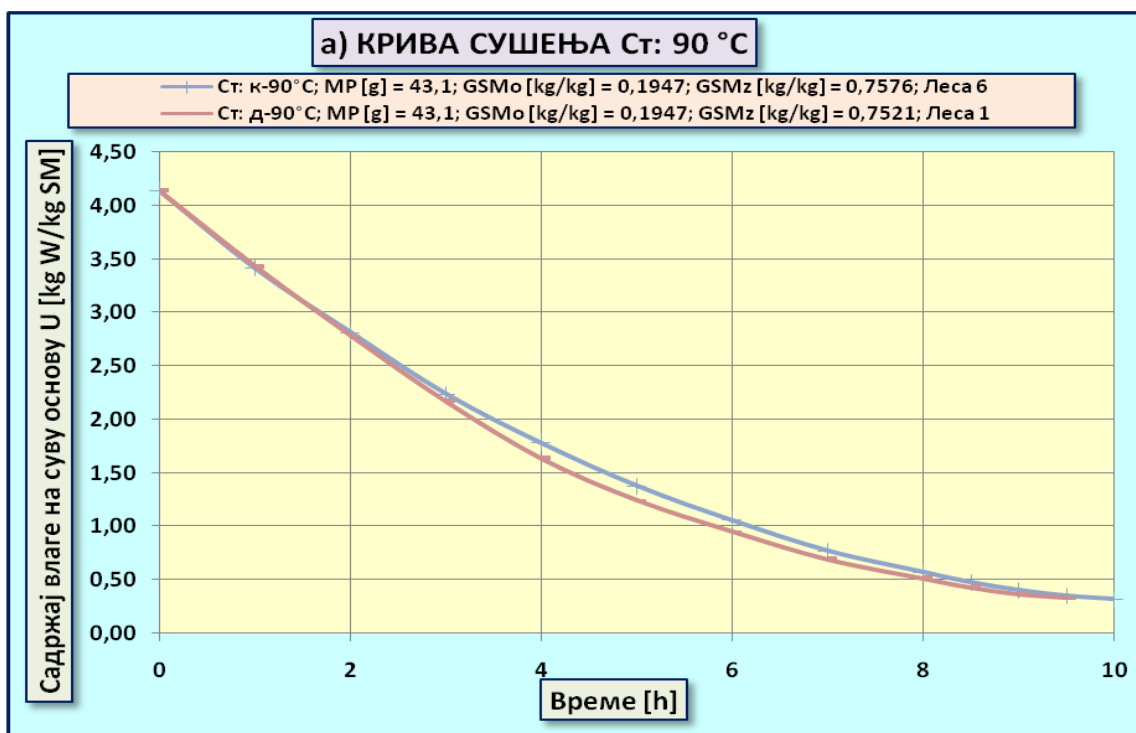
На основу изнете детаљне анализе крива сушења између контроле и дипованих плодова испитиваних сората шљиве, констатује се да диповање утиче на скраћење времена сушења код свих испитиваних сората на температури сушења 70 °C. Скраћење времена сушења износи 10% за све сорте, изузев сорте Милдора где скраћење износи 5.5%. На температури сушења 90 °C диповани плодови се суше 5% краће време у односу на контролу, док код плодова шљиве сорте Милдора диповање, као примењени предтретман, није изазвало скраћење времена сушења.



Граф. 19. Криве сушења контроле и дипованих плодова шљиве сорте Милдора на температури сушења: а) 90 °C; б) 70 °C



Граф. 20. Криве сушења контроле и дипованих плодова шљиве сорте Чачанска родна на температури сушења: а) 90 °C; б) 70 °C



Граф. 21. Криве сушења контроле и дипованих плодова шљиве сорте Стенлеј на температури сушења: а) 90 °C; б) 70 °C

5.4.2.2. Утицај диповања на брзину процеса сушења

На графицима 22, 24, 26 и 28 су приказане криве брзине сушења за сваку испитивану сорту шљиве, са плодовима који су диповани у кључалој води и са нетретираним плодовима који представљају контролу. Ови графици приказују криве брзине промена садржаја воде на суву основу плодова испитиване сорте шљиве у функцији времена на две температуре сушења, (а) 90 °С и (б) 70 °С. Криве брзине промена садржаја воде на суву основу плодова испитиване сорте шљиве у функцији тренутног садржаја воде на суву основу, односно у функцији апсолутне влажности шљиве на две температуре сушења, приказане су на графицима 23, 25, 27 и 29.

Таб. 6. Губитак слободне воде у односу на укупно испарену воду за плодове шљиве испитиваних сората у интервалима од 2, 4 и 6 h у односу на почетак сушења на оба температурна режима, изражене у процентима

Сорта	Интервали времена од почетка сушења	Губитак слободне воде у односу на укупно испарену воду (%)			
		Температура сушења 90 °С		Температура сушења 70 °С	
		контрола	дипована	контрола	дипована
Чачанска лепотица	0 – 2 h	43.76	44.95	17.15	19.98
	0 – 4 h	68.19	73.88	31.36	37.56
	0 – 6 h	86.05	90.96	44.97	53.23
Милдора	0 – 2 h	43.24	44.79	18.40	21.82
	0 – 4 h	70.48	71.34	34.41	38.72
	0 – 6 h	87.33	87.52	49.31	53.65
Чачанска родна	0 – 2 h	46.68	49.27	20.08	34.27
	0 – 4 h	71.51	75.10	37.56	55.99
	0 – 6 h	88.14	91.06	53.46	70.81
Стенлеј	0 – 2 h	34.67	35.62	15.84	23.25
	0 – 4 h	61.81	65.75	31.51	40.69
	0 – 6 h	80.72	83.74	44.73	54.09

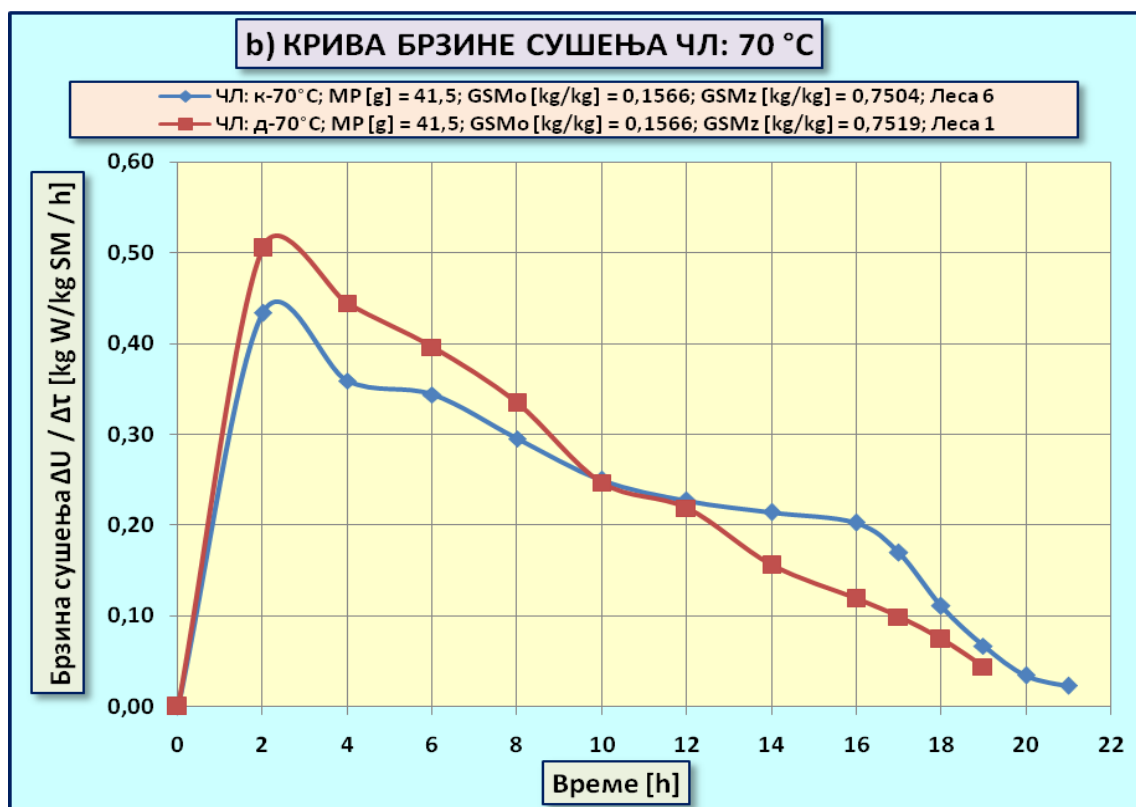
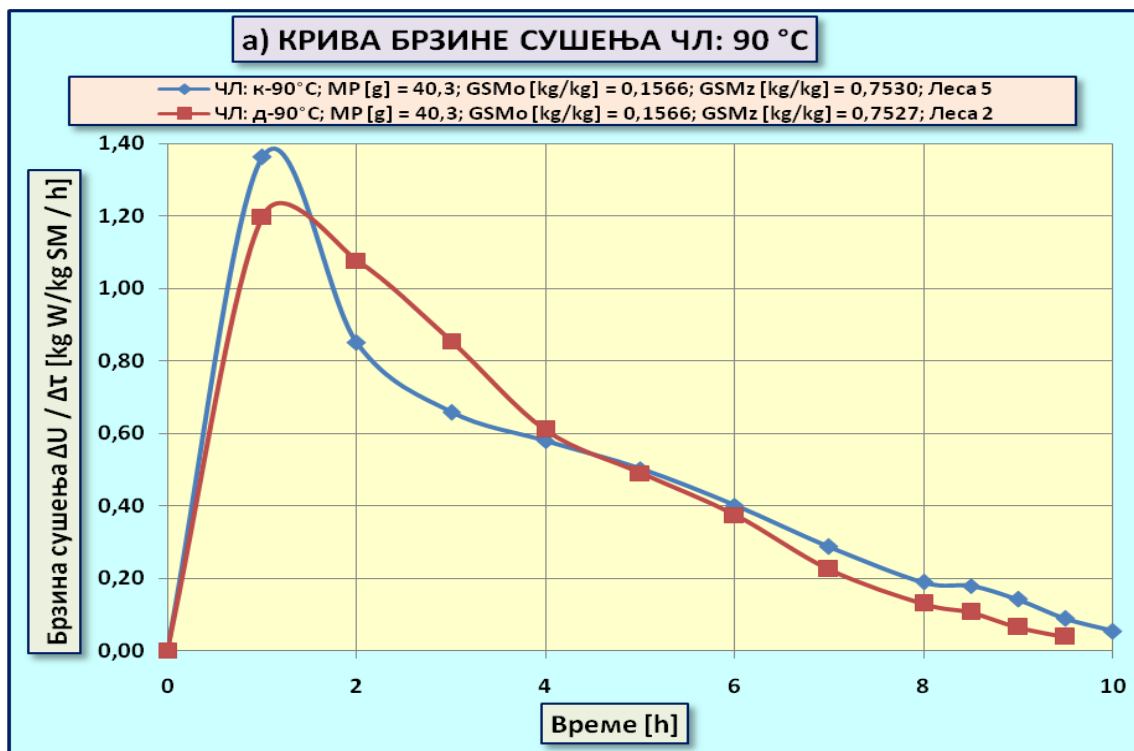
Анализирајући криве брзина сушења на свим поменутих графицима се констатује да су највеће брзине сушења постигнуте после првог мерења маса плодова на леси, значи на температури сушења 90 °С највеће брзине су постигнуте после 1 h сушења, а на температури сушења 70 °С после 2 h сушења.

Такође се констатује да су код свих испитиваних сората брзине сушења много веће на температури сушења 90 °C.

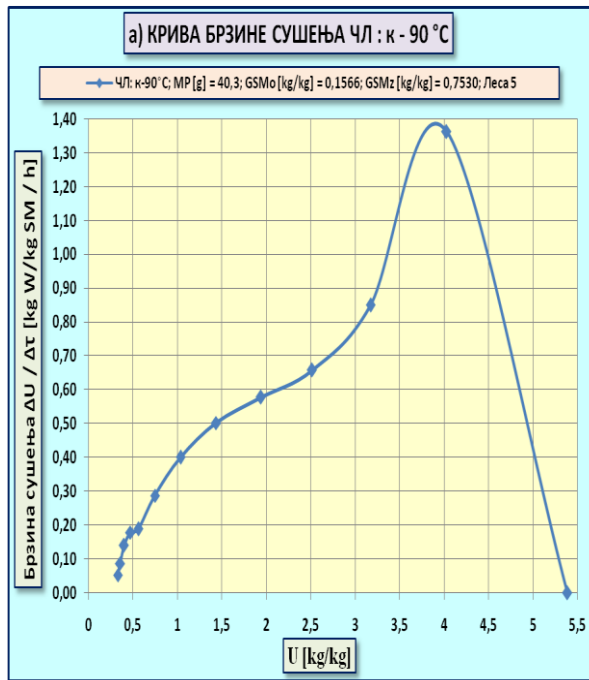
У условима конвективног сушења највећа количина слободне воде из плодова шљиве испари на почетку процеса сушења, што омогућава постизање велике брзине сушења. Табела 6 приказује губитак слободне воде у односу на укупно испарену воду за плодове шљиве испитиваних сората после 2 h сушења, када се остварује највећа брзина сушења, после 4 h сушења, када је на температури сушења 90 °C испарило 2/3 слободне воде у односу на укупно испарену воду из плодова шљиве код свих испитиваних сората и после 6 h, када је код плодова који представљају контролу испарило 50% слободне воде у односу на укупно испарену воду на температури сушења 70 °C.

Графици 22 и 23 приказују криве брзина сушења плодова шљиве сорте Чачанска лепотица. Анализирајући криве брзине сушења долази се до констатације да је крива брзине сушења контроле различита од криве брзине дипованих плодова, како на температури сушења 90 °C тако и на температури сушења 70 °C.

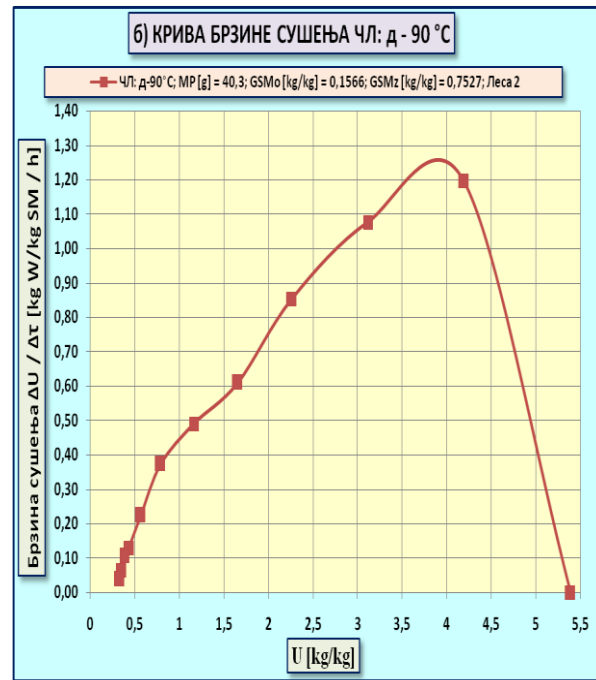
Интересантно за ову сорту је да највећу брзину сушења после 1 h сушења на температури ваздуха 90 °C (граф. 22а, 23а и 23б) постижу плодови који представљају контролу, са брзином од 1.36 kg W/kg SM / h, док диповани плодови имају брзину сушења од 1.19 kg W/kg SM / h. Међутим, већ после другог сата сушења ситуација се мења, код контроле долази до драстичног смањења брзине сушења (0.84 kg W/kg SM / h), док код дипованих плодова брзина сушења је и даље врло висока и износи 1.07 kg W/kg SM / h, због чега је у овом периоду сушења испарена скоро иста количина слободне воде (таб. 6) и код контроле и код дипованих плодова (43.76% код контроле и 44.95% код дипованих плодова). Брзина сушења дипованих плодова је већа у односу на контролу све до петог сата сушења, када се изједначавају брзине сушења контроле и дипованих плодова и то је време сушења када диповани плодови већ садрже 50% суве материје. Због тога се диповани плодови брже осуше иако пред крај сушења поново имају мању брзину сушења од контроле, јер после 6 h сушења код дипованих плодова је испарило већ 90.96% слободне воде, а код контроле 86.05%.



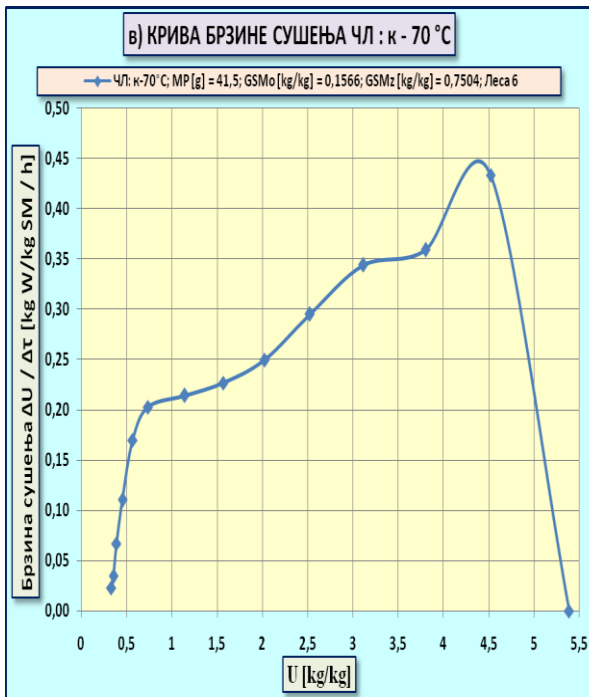
Граф. 22. Криве брзина сушења контроле и дипованих плодова шљиве сорте Чачанска лепотица на температури сушења: а) 90 °C; б) 70 °C



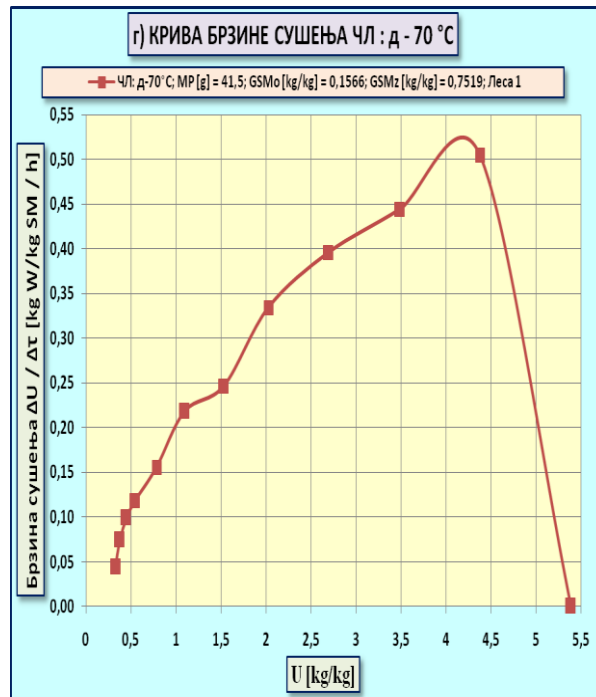
а) 90 °С - контрола



б) 90 °С - дипована



в) 70 °С - контрола



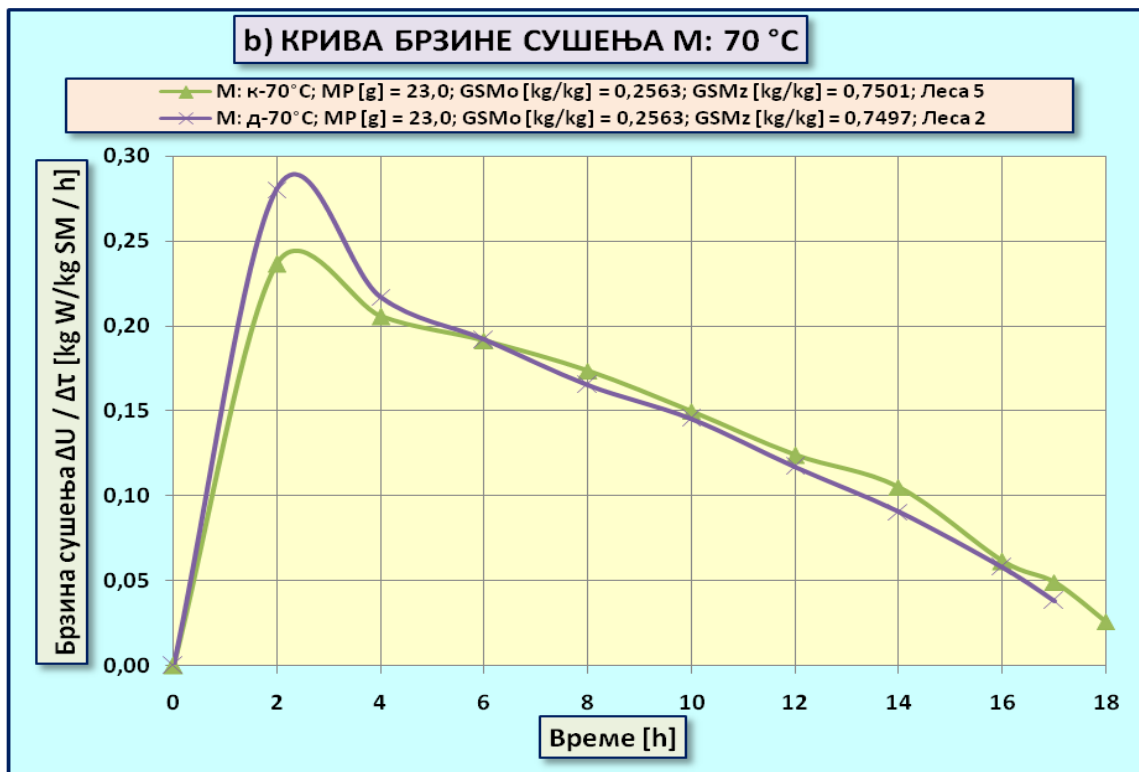
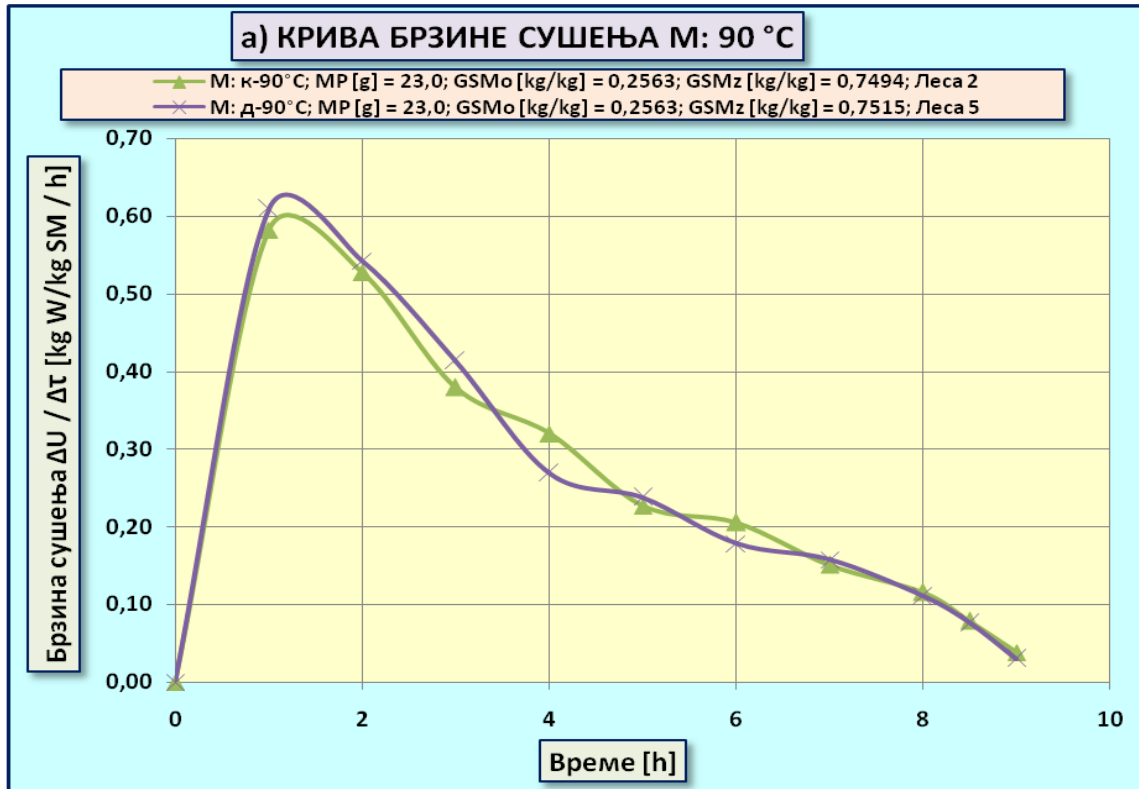
г) 70 °С - дипована

Граф. 23. Промена брзине сушења у зависности од тренутног садржаја влаге на суву основу између контроле и дипованих плодова шљиве сорте Чачанска лепотица на температури сушења 90 °С и 70 °С

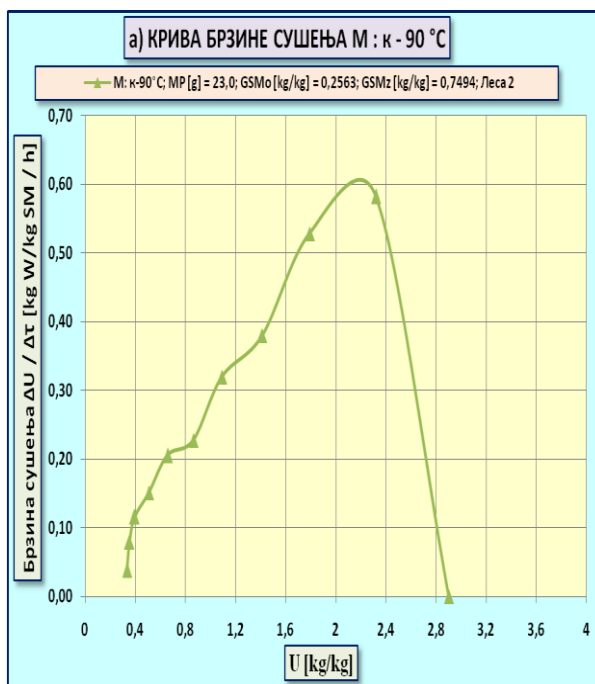
На температури сушења 70 °C (граф. 22б, 23в и 23г) диповани плодови имају знатно већу брзину сушења у првој половини времена сушења, после 6 h сушења су изгубили преко 50% слободне воде у односу на укупно испарену воду (таб. 6), све до 10-12 h сушења када се брзине сушења дипованих плодова и контроле изједначавају, а то је временски интервал од 2 h када диповани плодови постижу 50% суве материје док у плодовима који представљају контролу садржај суве материје је свега око 35%, односно 0.6 kg W / kg SM . Од тог времена па све до краја сушења поново долази до знатног размимоилажења крива брзине сушења, с тим да је сада брзина сушења код контроле знатно већа од дипованих плодова. Међутим, иако је у другој половини времена сушења код контроле регистрована већа брзина сушења, диповани плодови завршавају сушење 2 h пре контроле, што значи да на скраћење времена сушења много више утиче већа брзина сушења у почетку сушења, када испари највећи део слободне воде тј. у првој половини времена сушења.

Графици 24 и 25 приказују криве брзина сушења плодова шљиве сорте Милдора. То је сорта која је карактеристична по томе да на температури сушења 90 °C (граф. 24а, 25а и 25б) у исто време завршавају сушење и контрола и диповани плодови, како је објашњено и на графику 19, где су приказане криве сушења. На графику 24 где су приказане криве брзина сушења, криве брзина сушења контроле и дипованих плодова се међусобно преплићу током целог времена трајања процеса сушења, односно губитак слободне воде у односу на укупно испарену воду је исти и код контроле и код дипованих плодова (таб. 6), због чега завршавају сушење у исто време.

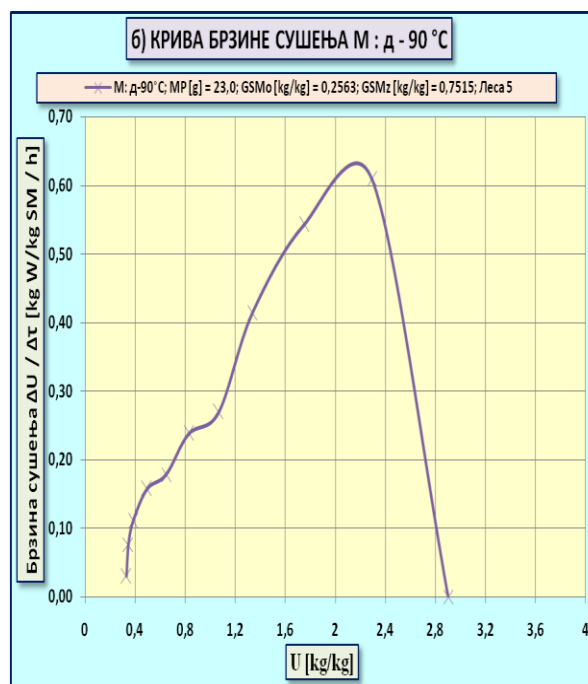
На графицима 24б, 25в и 25г су приказане криве брзина сушења плодова шљиве сорте Милдора на температури сушења 70 °C. Највећа брзина сушења после 2 h сушења је констатована код дипованих плодова (0.28 kg W/kg SM / h), док је код контроле много мања и износи 0.23 kg W/kg SM / h. Иако диповани плодови имају већу брзину сушења свега 6 h сушења, када у плодовима још није достигнут садржај суве материје од 50%, али је губитак слободне воде у односу на укупно испарену воду преко 50% (односно 53.65%), сушење траје краће време у односу на контролу, код које је после 6 h сушења губитак слободне воде у односу на укупно испарену воду мањи од 50% (таб. 6). То показује колико је значајна



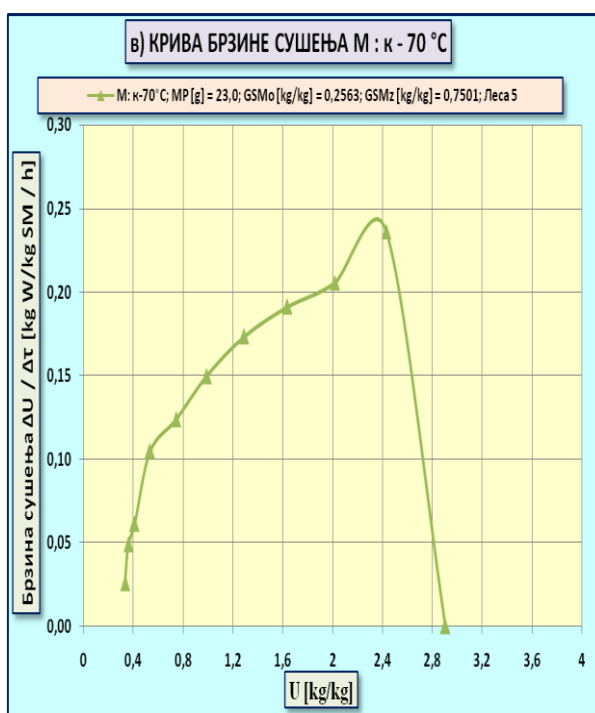
Граф. 24. Криве брзина сушења контроле и дипованих плодова шљиве сорте Милдора на температури сушења: а) 90 °С; б) 70 °С



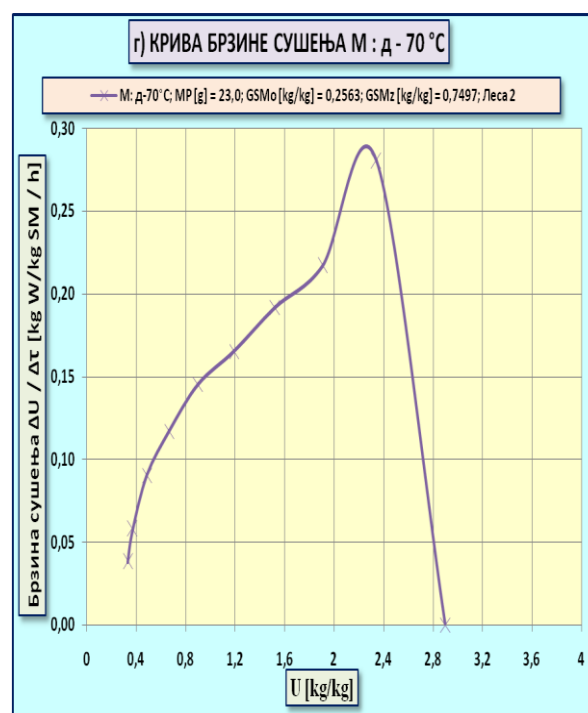
а) 90 °С - контрола



б) 90 °С - дипована



в) 70 °С - контрола



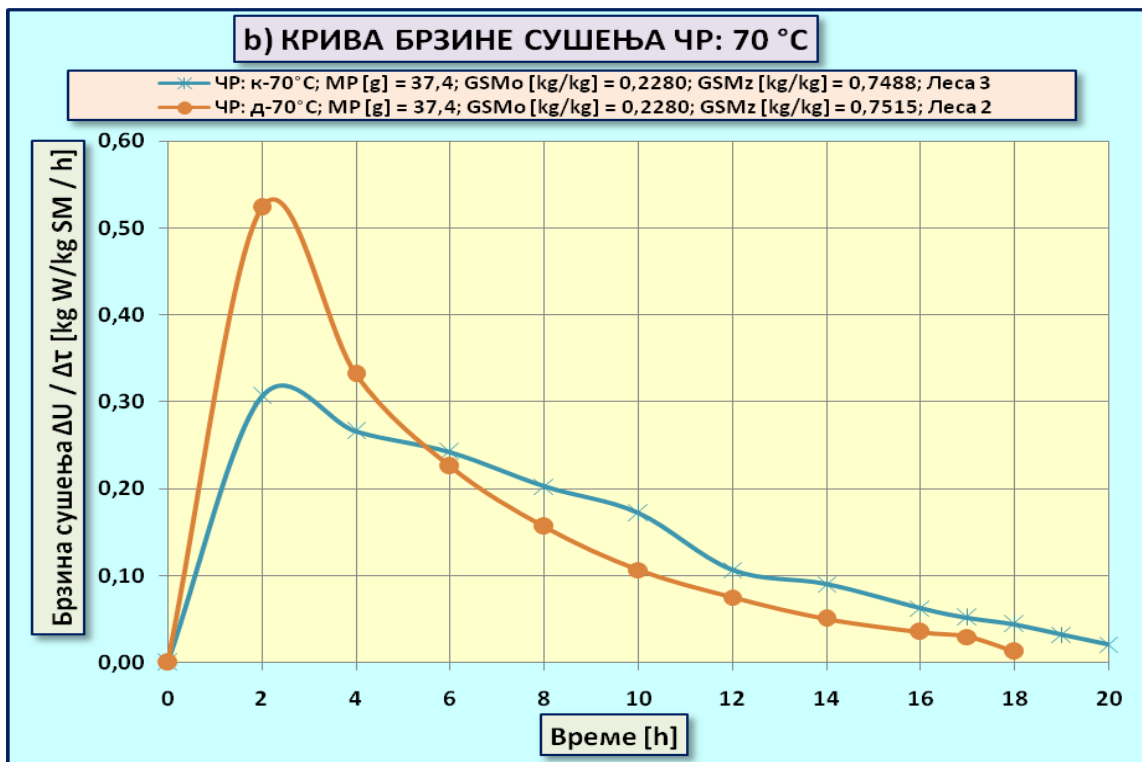
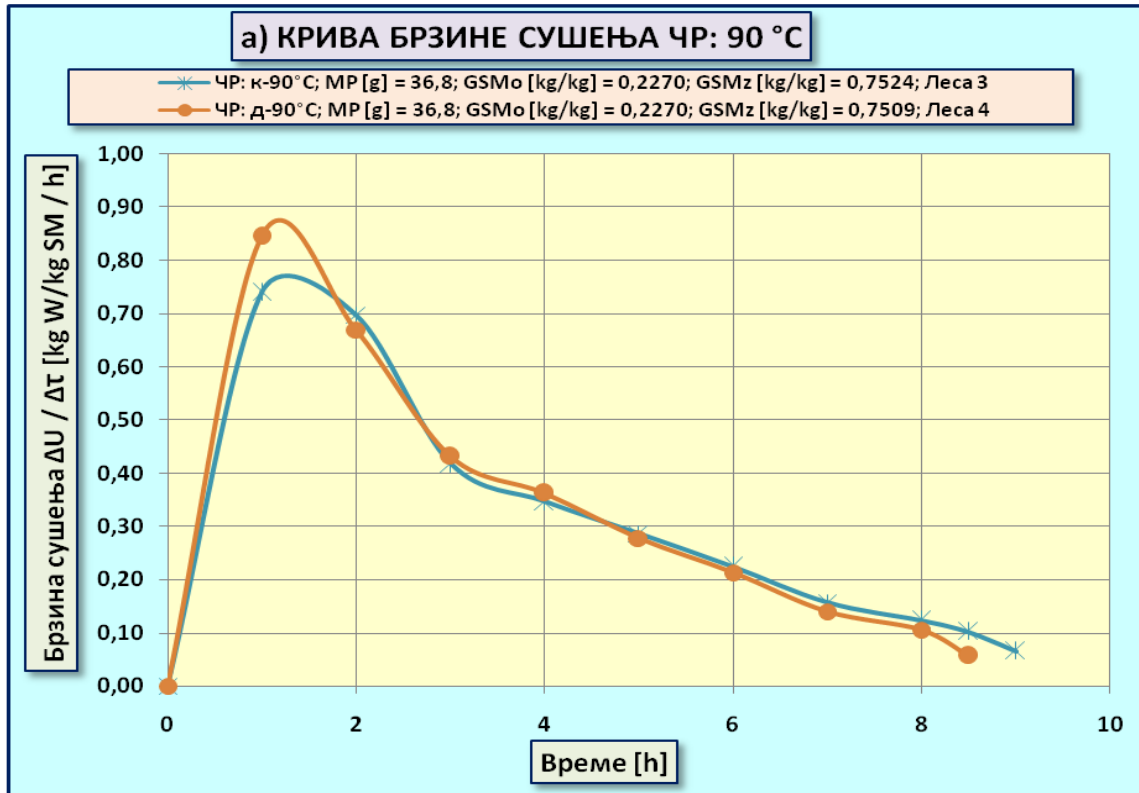
г) 70 °С - дипована

Граф. 25. Промена брзине сушења у зависности од тренутног садржаја влаге на суву основу између контроле и дипованих плодова шљиве сорте Милдора на температури сушења 90 °С и 70 °С

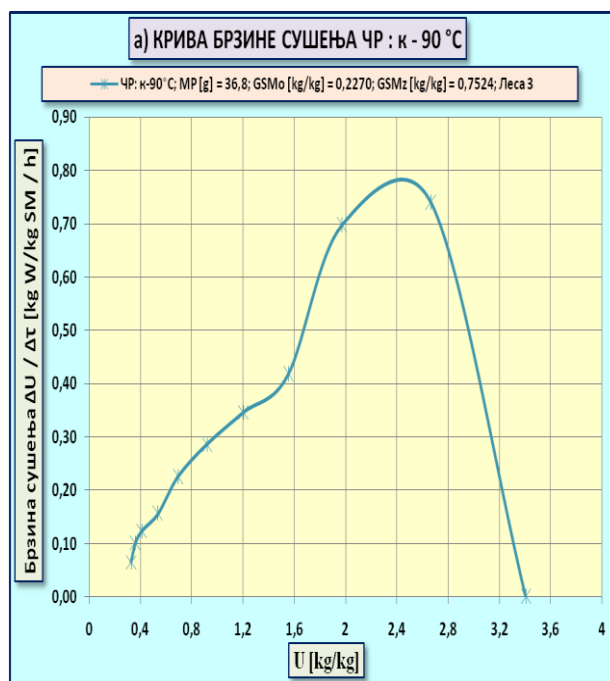
већа брзина сушења на самом почетку сушења за скраћење укупног времена сушења.

Графици 26 и 27 приказују криве брзина сушења плодова шљиве сорте Чачанска родна. Констатације речене за криве брзина сушења сорте Милдора на температури сушења 70 °C, може се пренети и за коментар криве брзине сушења сорте Чачанска родна на температури сушења 90 °C. На температури сушења 70 °C (граф. 26б, 27в и 27г) диповани плодови на самом почетку сушења имају драстично већу брзину сушења од контроле, 0.52 kg W/kg SM / h наспрам 0.30 kg W/kg SM / h, при чему је губитак слободне воде у односу на укупно испарену воду после 2 h сушења код дипованих плодова 34.27% а код контроле знатно мањи (20.08%). Брзина сушења дипованих плодова је већа у односу на контролу нешто дуже од 5 h сушења, да би затим све више заостајала за брзином сушења контроле, све до краја сушења. Иако у време постизања 50% суве материје у дипованим плодовима (8 h) и 2 h касније када садржај суве материје и код контроле достиже вредност 50%, брзина сушења контроле је значајно већа у односу на диповане плодове, диповани плодови се осуше за краће време од контроле. И у овом примеру сушења шљиве сорте Чачанска родна се потврђује констатација да повећање брзине сушења на почетку сушења значајно доприноси скраћењу укупног времена сушења, као што је речено и код сорте шљиве Милдора. То је због тога што је за 6 h сушења губитак слободне воде у односу на укупно испарену воду код дипованих плодова већи од 70%, а код контроле је свега 53.46%.

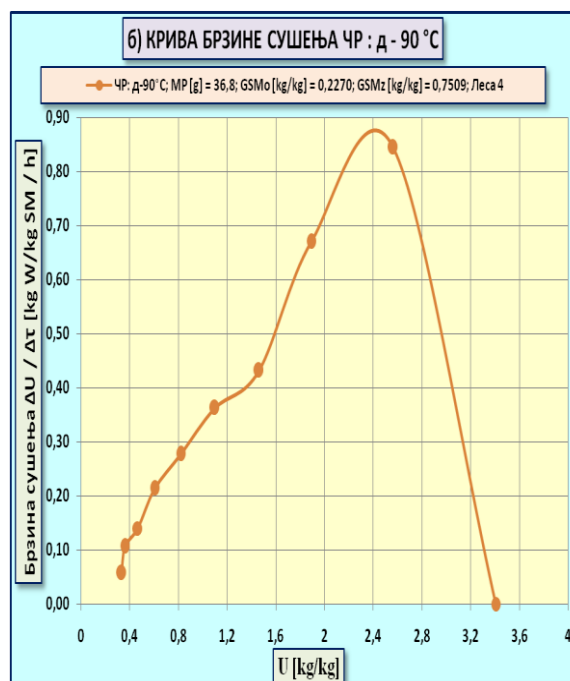
Анализирајући графике 26 и 27 долази се до занимљиве констатације за диповане плодове шљиве сорте Чачанска родна. Наиме, запажа се исти облик криве брзине сушења дипованих плодова ове сорте на обе посматране температуре. Код дипованих плодова и на нижој температури сушења почиње интензивно испаравање воде, за разлику од контроле, односно за 6 h сушења испари 2/3 слободне воде у односу на укупно испарену воду и по томе се ова сорта разликује од свих осталих испитиваних сората шљиве.



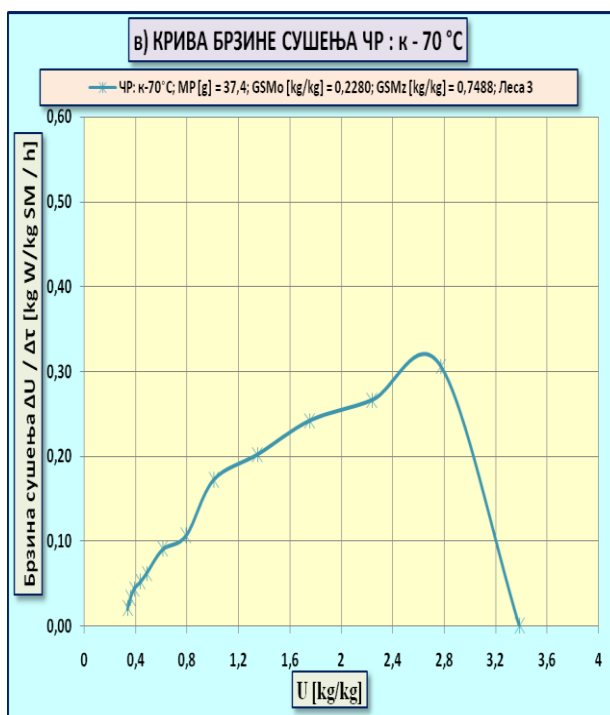
Граф. 26. Криве брзина сушења контроле и дипованих плодова шљиве сорте Чачанска родна на температури сушења: а) 90 °С; б) 70 °С



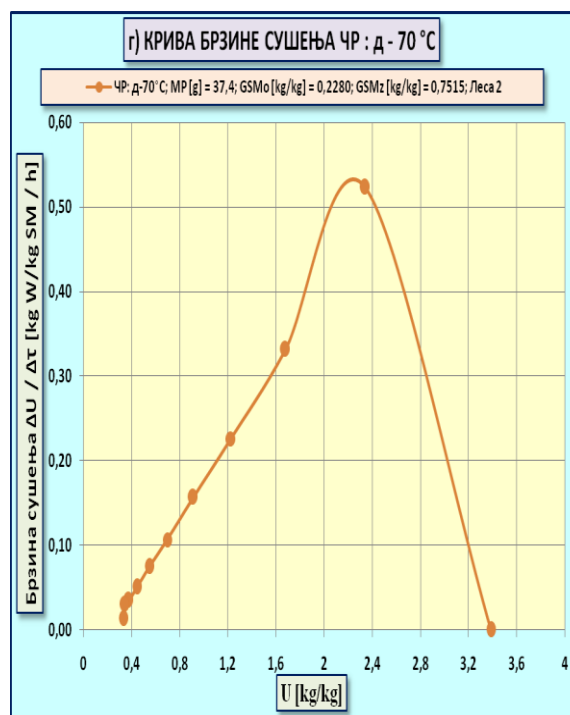
а) 90 °С - контрола



б) 90 °С - дипована



в) 70 °С - контрола



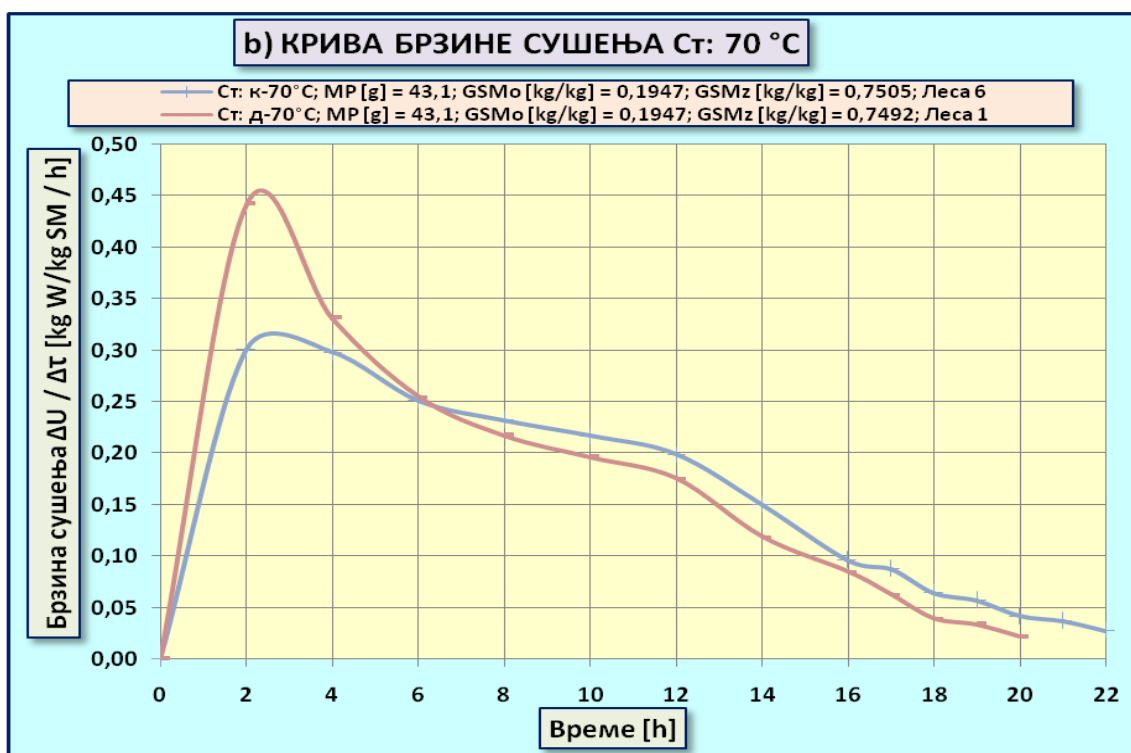
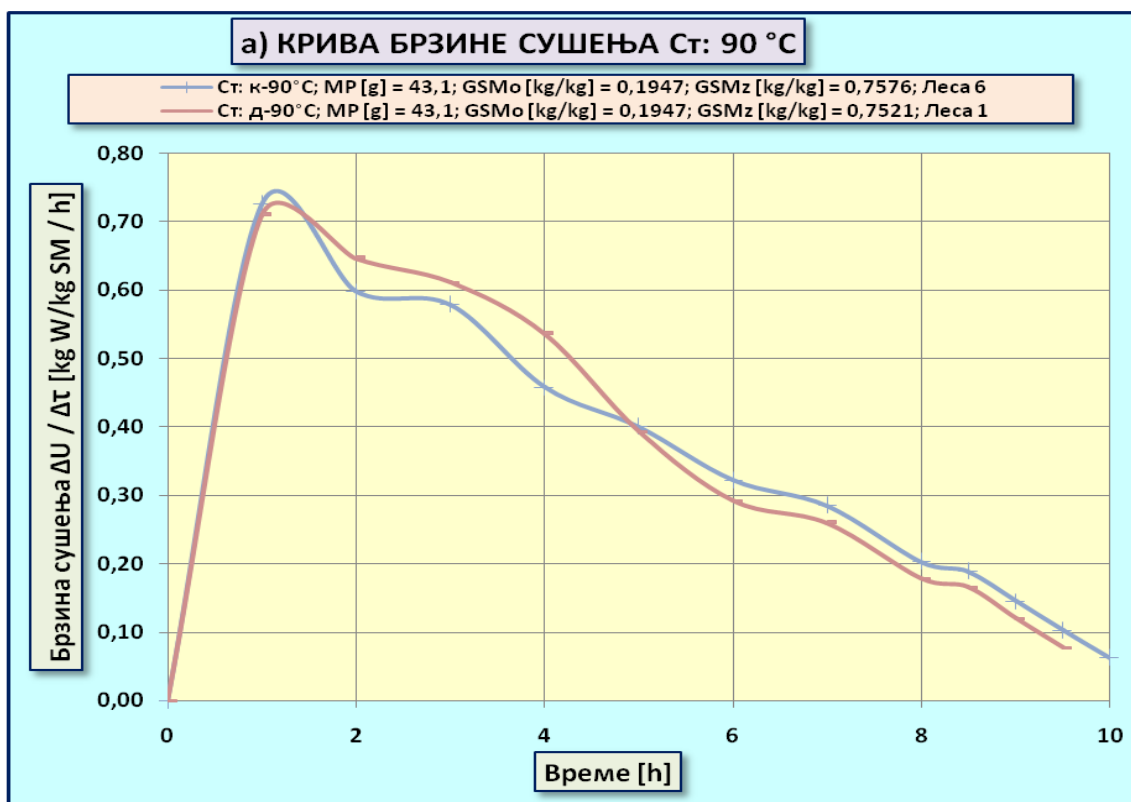
г) 70 °С - дипована

Граф. 27. Промена брзине сушења у зависности од тренутног садржаја влаге на суву основу између контроле и дипованих плодова шљиве сорте Чачанска родна на температури сушења 90 °С и 70 °С

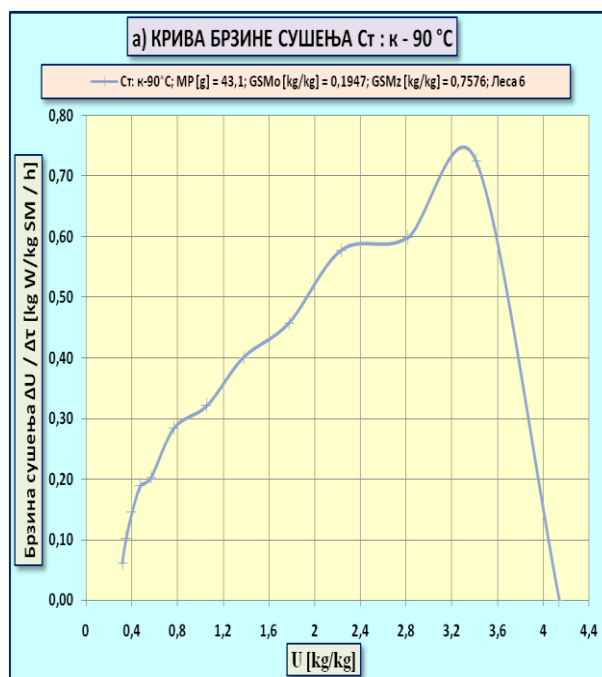
Графици 28 и 29 приказују криве брзина сушења плодова шљиве сорте Стенлеј. На температури сушења 90 °C (граф. 28а, 29а и 29б) брзине сушења између контроле и дипованих плодова после првог сата сушења су јако блиских вредности, 0.72 kg W/kg SM / h и 0.70 kg W/kg SM / h, да би затим до 5. h сушења брзине сушења дипованих плодова биле веће. После тог периода, брзине сушења поново долазе до блиских вредности с тим да су брзине сушења ипак мало веће код контроле. Због тога што су у првој половини сушења разлике у брзинама сушења ипак веће у корист дипованих плодова, односно за 6 h сушења губитак слободне воде у односу на укупно испарену воду је већи код дипованих плодова (таб. 6), него у другој половини сушења где су брзине сушења контроле веће, диповани плодови завршавају сушење пре контроле.

На температури сушења 70 °C (граф. 28б, 29в и 29г) на почетку сушења, када је и најбитније, брзине сушења дипованих плодова су значајно веће од контроле. После 2 h сушења губитак слободне воде у односу на укупно испарену воду је код дипованих плодова драстично већи од контроле, 23.25% према 15.84% (таб. 6). Иако је брзина сушења дипованих плодова већа од контроле свега 6 h сушења, а после тога до краја сушења долази период када је брзина сушења контроле већа, диповани плодови се осуше за краће време. Због тога се криве брзина сушења контроле и дипованих плодова знатно разликују на температури сушења 70 °C.

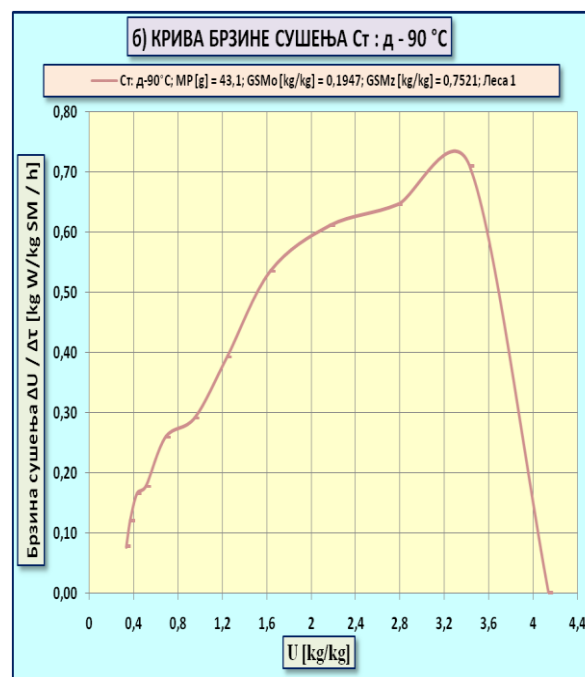
На основу изнете детаљне анализе крива брзина сушења за плодове шљиве који представљају контролу и диповане плодове испитиваних сората шљиве, констатује се да диповање утиче на скраћење времена сушења код свих испитиваних сората на температури сушења 70 °C. Диповањем плодова у кључалој води се уклања пепељак са покожице плодова, а он представља хидрофобни део покожице који омета несметано испаравање воде током сушења, због чега на почетку сушења, најчешће у трајању од 6 h, долази до настанка велике брзине сушења, при чему испари највећи део слободне воде. Значи, диповањем плодова се омогућава на почетку сушења стварање већих брзина сушења у односу на контролу који проузрокује скраћење времена сушења. На температури сушења 90 °C постоји велики градијент температуре због чега се развијају велике брзине сушења на почетку процеса сушења код плодова свих



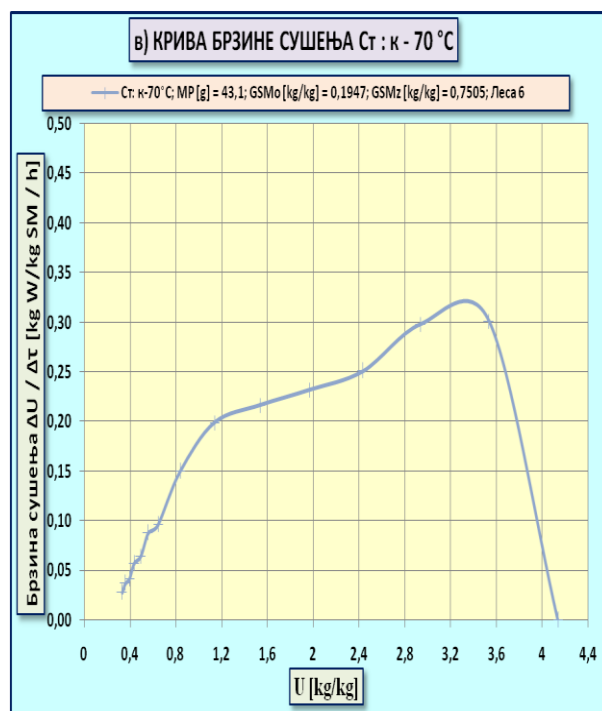
Граф. 28. Криве брзина сушења контроле и дипованих плодова шљиве сорте Стенлеј на температури сушења: а) 90 °C; б) 70 °C



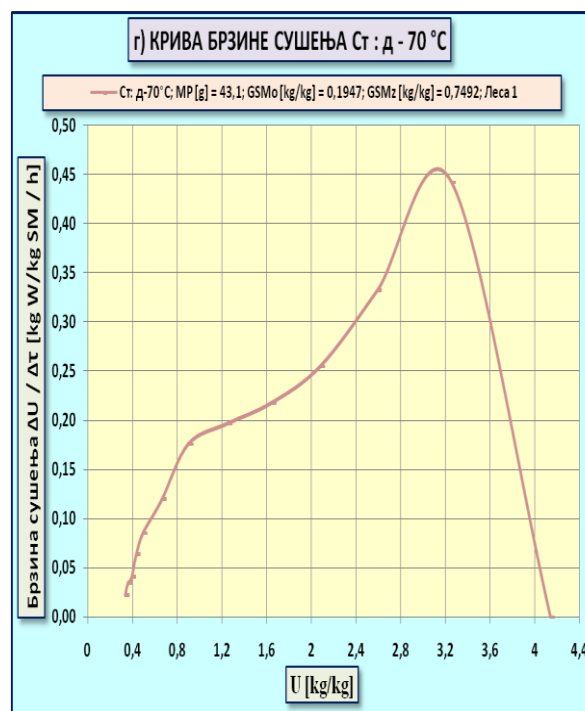
а) 90 °С - контрола



б) 90 °С - дипована



в) 70 °С - контрола



г) 70 °С - дипована

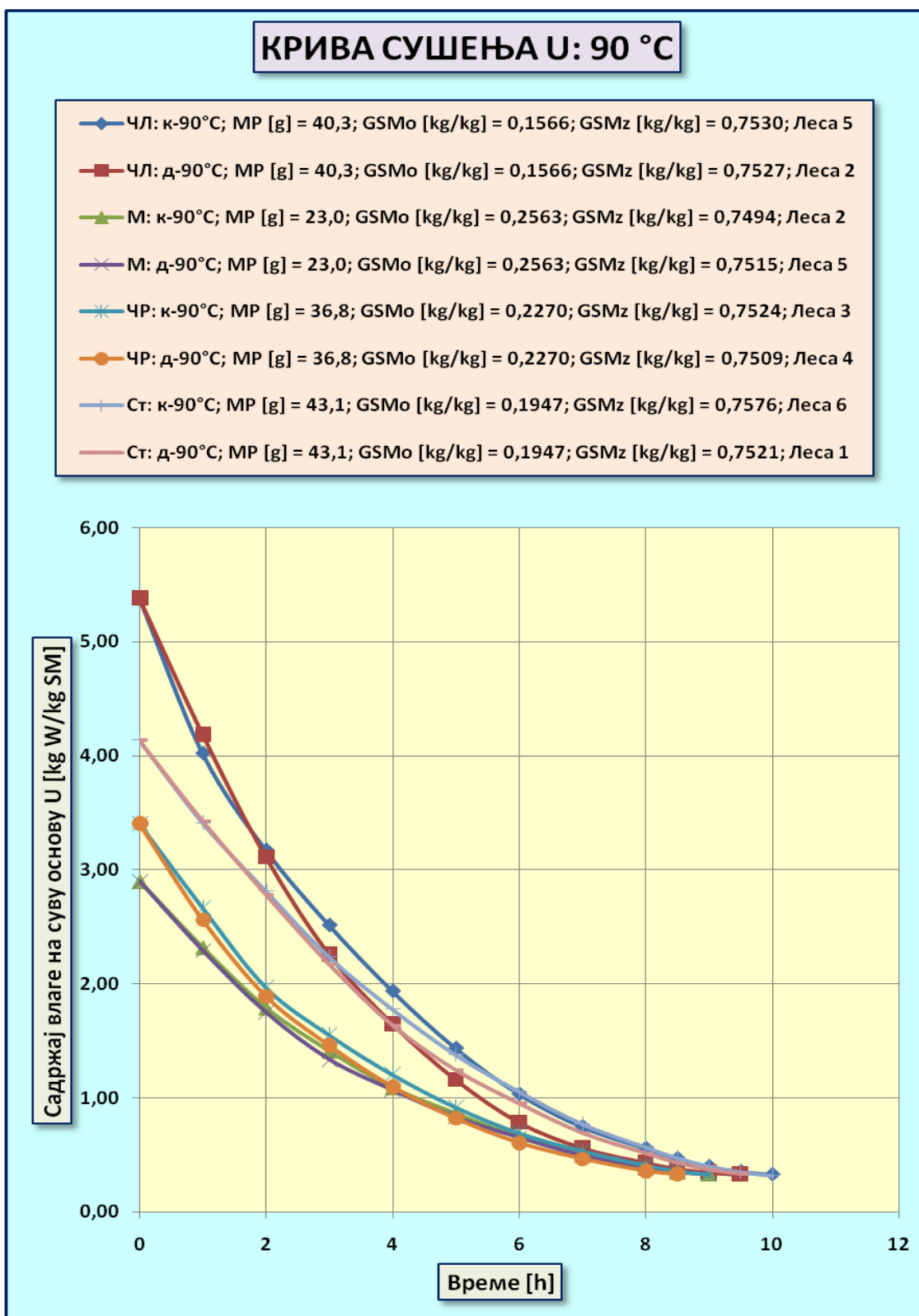
Граф. 29. Промена брзине сушења у зависности од тренутног садржаја влаге на суву основу између контроле и дипованих плодова шљиве сорте Стенлеј на температури сушења 90 °С и 70 °С

испитиваних сората. Из тог разлога диповање није толико значајно, нарочито за оне сорте код којих пепељак није тако изражен, нпр. код сорте шљиве Милдора.

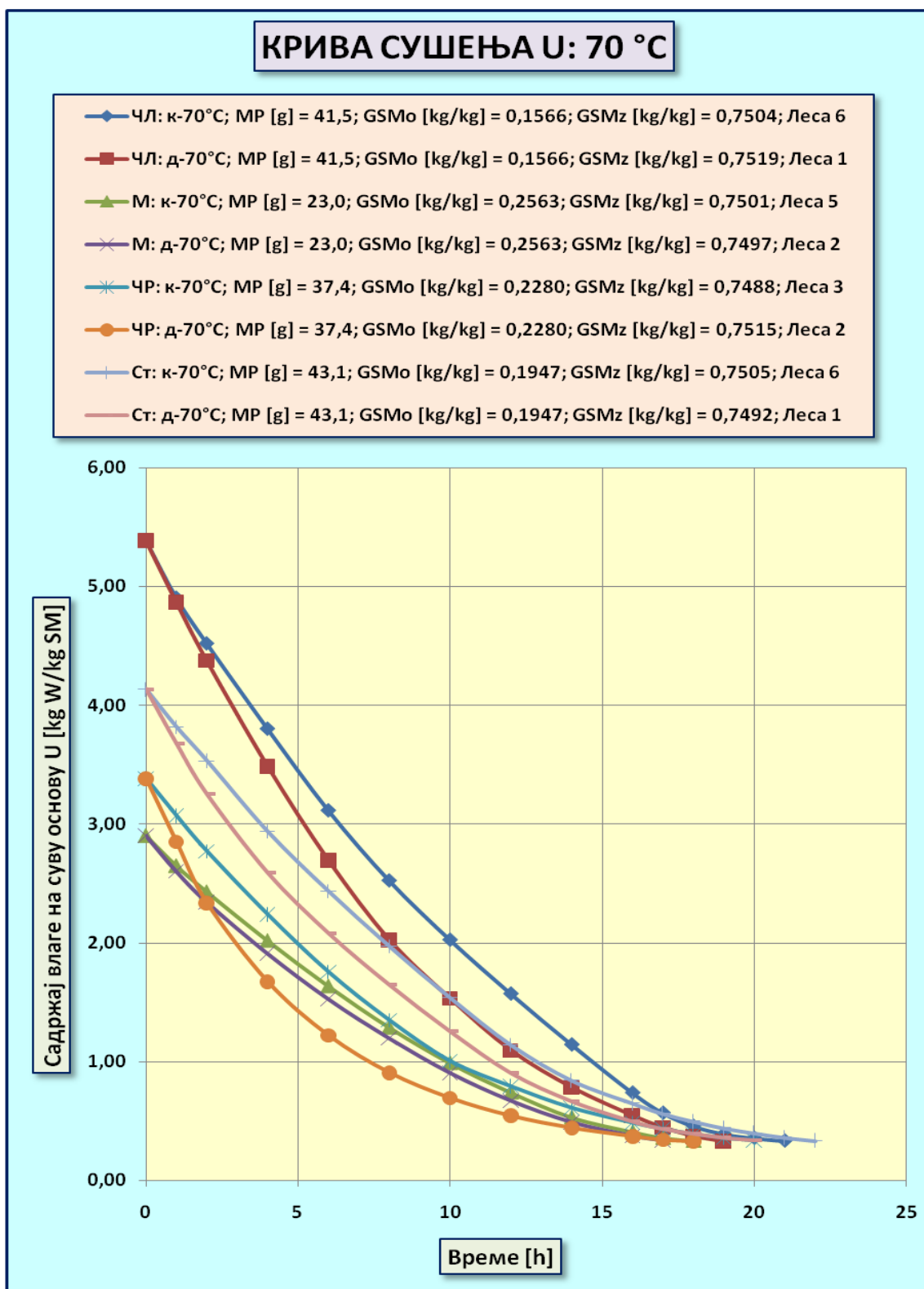
Многи аутори су истраживали утицај диповања на кинетику сушења плодова различитих врста воћа, при чему су сви констатовали скраћење времена сушења код дипованих плодова. *Goyal et al.* (2007) су испитивали кинетику сушења шљиве дипованих у раствору соде, на температурама сушења 55 °C, 60 °C и 70 °C, док су *Doymaz и Pala* (2002) испитивали кинетику сушења грожђа дипованих у раствору соде на различитим температурама сушења. *Di Matteo et al.* (2002) су испитивали утицај примене различитих начина диповања на кинетику сушења шљиве, као и *Tarhan* (2007), с тим да је користио и поступак диповања у врелој води. Сви поменути аутори долазе до закључка да свако диповање драстично смањује време сушења плодова, поготово на температурама које су ниже од 70 °C. До истих закључака долази *Di Matteo et al.* (2000) и *Ismail et al.* (2008) испитујући утицај диповања на кинетику сушења грожђа.

Испитиване сорте шљиве се разликују међу собом према механичком и хемијском саставу плодова. Поред тога имају и различито наглашен пепељак на површини pokožице плодова, због чега диповање као технолошка операција предретмана различито утиче на кинетику сушења. График 30а приказује криве сушења свих испитиваних сората шљиве на температури сушења 90 °C, за плодове који су диповани и за плодове који представљају контролу. Констатује се да су криве сушења између дипованих плодова и контроле код свих испитиваних сората јако сличне, а код сорте Милдора долази до преклапања кривих. То упућује на закључак да диповање нема велики утицај на кинетику сушења тј. на скраћење времена сушења код свих испитиваних сората, а код Милдоре и не постоји утицај диповања.

График 30б приказује криве сушења свих испитиваних сората шљиве на температури сушења 70 °C, за плодове који су диповани и за плодове који представљају контролу. На овом графику се уочавају различите криве сушења за диповане плодове и за контролу код свих испитиваних сората. По размакнутости посматраних крива сушења може се констатовати већи или мањи утицај диповања за посматране сорте шљиве.



Граф. 30а. Криве сушења за диповане плодове и контроле испитиваних сората шљиве на температури сушења 90 °C



Граф. 306. Криве сушења за диповане плодове и контроле испитиваних сората шљиве на температури сушења 70 °C

Утицај диповања као примењеног предтретмана на повећање брзине сушења, односно на скраћење времена сушења плодова шљиве испитиваних сората је различит и зависи са једне стране од висине температуре сушења, а са друге стране од технолошких карактеристика саме сорте шљиве. Поред тога, утицај диповања се огледа и на видљивим показатељима спољашњег изгледа сушеног плода шљиве након сушења, који је јаче или слабије изражен у зависности од висине температуре сушења и, такође, од технолошких карактеристика саме сорте шљиве.

На температури сушења 90 °C је констатовано да је за 5% краће време сушења дипованих плодова у односу на контролу код сората шљиве Чачанска лепотица, Чачанска родна и Стенлеј, док код плодова шљиве сорте Милдора диповање, као примењени предтретман, није изазвало скраћење времена сушења. Након извршеног визуелног прегледа осушених плодова шљиве свих испитиваних сората, приказаних на слици 6, уочава се да једино код плодова шљиве сорте Чачанска лепотица диповањем се смањује број плодова који по изгледу не одговарају квалитету. Наиме, код сушених плодова ове сорте примећен је изванредан број плодова (41.30%) који се разликују по боји у смислу постојања црвене и/или браон боје на pokožици а која није карактеристична за боју pokožице ове сорте. Диповањем се постиже уједначавање боје pokožице што доприноси знатном смањењу броја таквих плодова који представљају отпад (3.14%). Код сушених плодова шљиве свих осталих сората диповањем се не поправља изглед плодова, јер и код контроле (плодова који пре сушења нису потопани у врелу воду) спољашњи изглед плодова је карактеристичан за сваку испитивану сорту шљиве.

На температури сушења 70 °C констатовано је да диповање плодова, у односу на контролу, доводи до скраћења времена сушења за 10% за све испитиване сорте, изузев код сорте шљиве Милдора код које је скраћење времена сушења 5.5%. На овој температури сушења примећено је постојање великог броја сушених плодова који су неодговарајући по боји код сорте шљиве Чачанска лепотица (75.89%), а количина тих неодговарајућих плодова код дипованих плодова је драстично мања (29.84%), у односу на контролу, како се и види на слици 7. Код сушених плодова шљиве сората Милдора и Чачанска родна се не

може утврдити утицај диповања на побољшање изгледа плодова, јер и недиповани плодови имају изглед који је карактеристичан за сорту, а ова 1-2 плода који су пребачени у групу отпада (сл. 7) су ипак само појединачни случајеви који представљају изузетак. Код сушених плодова шљиве сорте Стенлеј се диповањем не побољшава визуелни изглед плодова, наиме диповањем се не смањује количина тих неодговарајућих плодова (код контроле 46.70%, и код дипованих плодова 42.37%). Због тога се може рећи да је температура сушења 70 °C неадекватна за сорту шљиве Стенлеј, за разлику од температуре сушења 90 °C на којој је забележено свега неколико неодговарајућих плодова ове сорте.

Чачанска лепотица



Милдора



Чачанска родна



Стенлеј



Сл. 6. Изглед сушених плодова испитиваних сората шљиве на температури сушења 90 °C у зависности од примењеног предтретмана (контрола, дипована)

Чачанска лепотица



контрола

дипована

Милдора



контрола

дипована

Чачанска родна



контрола

дипована

Стенлеј



контрола

дипована

Сл. 7. Изглед сушених плодова испитиваних сората шљиве на температури сушења 70 °C у зависности од примењеног предтретмана (контрола, дипована)

5.5. Упоредна анализа утицаја полазних карактеристика плодова испитиваних сората шљиве на време сушења

Полазне карактеристике плода сваке испитиване сорте шљиве које могу варирати у зависности од низа фактора (година, моменат бербе, локалитет, примена агротехничких мера, и др.) су механички и хемијски састав плода. Најважнији параметри механичког састава плода су маса плода и маса коштица, односно удео коштице. Пошто вишегодишњи просеци анализе механичког састава плода испитиваних сората шљиве показују да је проценат коштице сразмеран маси плода, за упоредну анализу утицаја полазних карактеристика на време трајања процеса сушења се узима маса плода. Од хемијског састава најважнији параметар који утиче на кинетику сушења у смислу времена трајања процеса сушења је садржај укупне суве материје.

5.5.1. Утицај полазних карактеристика плода испитиваних сората на време сушења

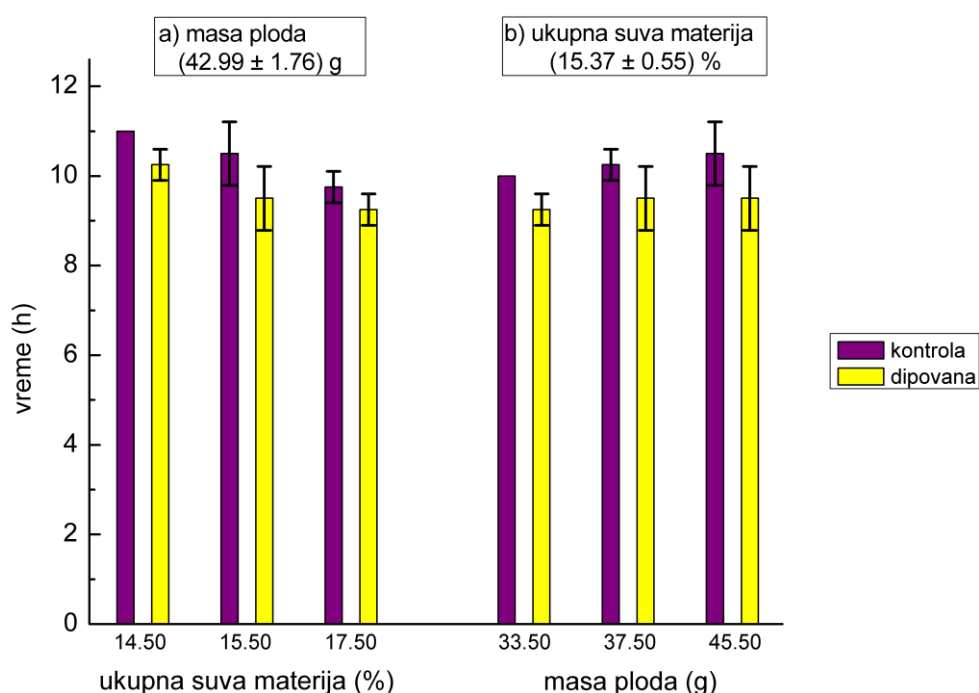
Свака испитивана сорта се одликује већим или мањим варирањем масе и садржаја укупне суве материје свежег плода, који утичу да укупно време трајања процеса сушења буде различито, под истим условима сушења. Експерименти сушења су постављени као две варијанте огледа :

- а) Маса плода испитиване сорте шљиве је константне вредности, а варира се садржај укупне суве материје.
- б) Укупна сува материја плода испитиване сорте шљиве је константне вредности, а варира се маса плода.

Експерименти процеса сушења су обављени на температури сушења 90 °С, при чему је праћен њихов утицај (варијанте огледа а и б) на време трајања процеса сушења плодова који представљају контролу и дипованих плодова.

График 31 приказује утицај различитих полазних карактеристика плодова шљиве сорте Чачанска лепотица на време сушења плодова контроле и дипованих плодова.

Анализом резултата приказаних на графику 31 се констатује да плодови шљиве сорте Чачанска лепотица имају мало варирање у погледу крупноће (маса плодова) и у погледу садржаја укупних сувих материја. Маса плода (42.99 ± 1.76) g, приказана на графику 31а као константна маса, је просечна маса плодова током вишегодишњих испитивања кинетике сушења ове сорте. На графику се уочава да са порастом садржаја укупне суве материје долази до смањења времена сушења. Диповани плодови се суше краће време у односу на контролу, при чему су највеће разлике код плодова са сувом материјом 15.50%.



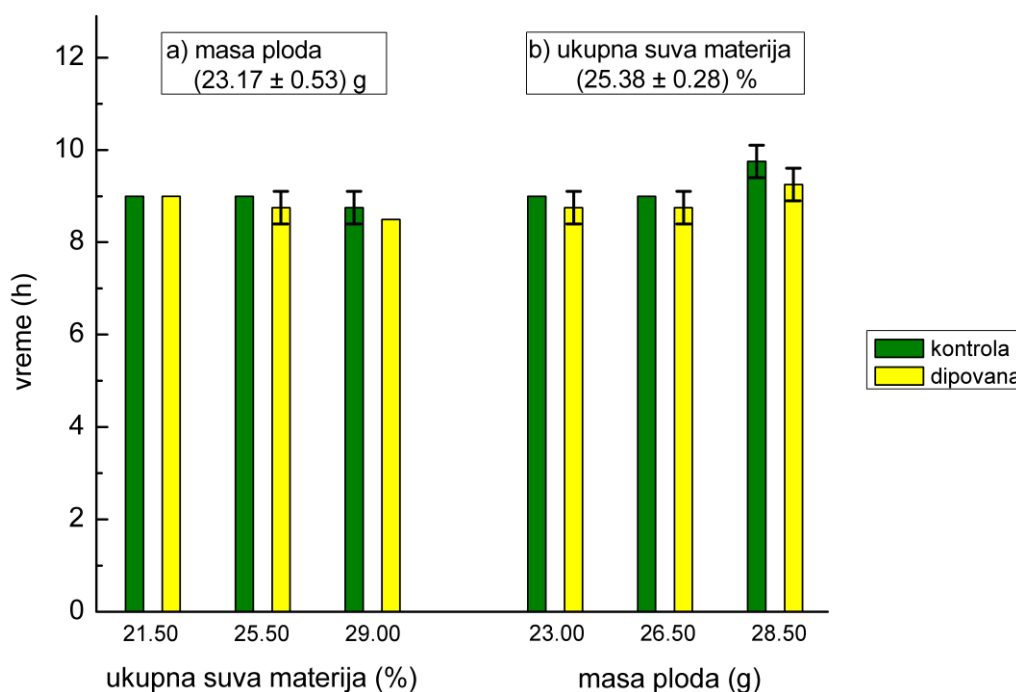
Граф. 31. Време сушења плодова сорте Чачанска лепотица у зависности од:
а) садржаја укупне суве материје при константној вредности масе плода
б) масе плода при константној вредности садржаја укупне суве материје
 • Стандардна девијација је урађена из три понављања

График 31б приказује да при константној вредности садржаја укупне суве материје у плоду (15.37 ± 0.55)% варирање масе плода од вредности 33.50 g до 45.50 g не доводи до значајних разлика у времену трајања процеса сушења, док је присутна значајна разлика у времену сушења контроле и дипованих плодова.

На основу ових констатација долази се до закључка да предтретман диповање доприноси смањењу времена сушења код плодова шљиве сорте

Чачанска лепотица са садржајем суве материје око 15% без обзира на масу плодова.

График 32 приказује утицај различитих полазних карактеристика плодова шљиве сорте Милдора на време сушења контроле и дипованих плодова. Уочава се униформност плодова ове сорте у погледу масе плодова, док постоји извесно варирање у погледу садржаја укупне суве материје.



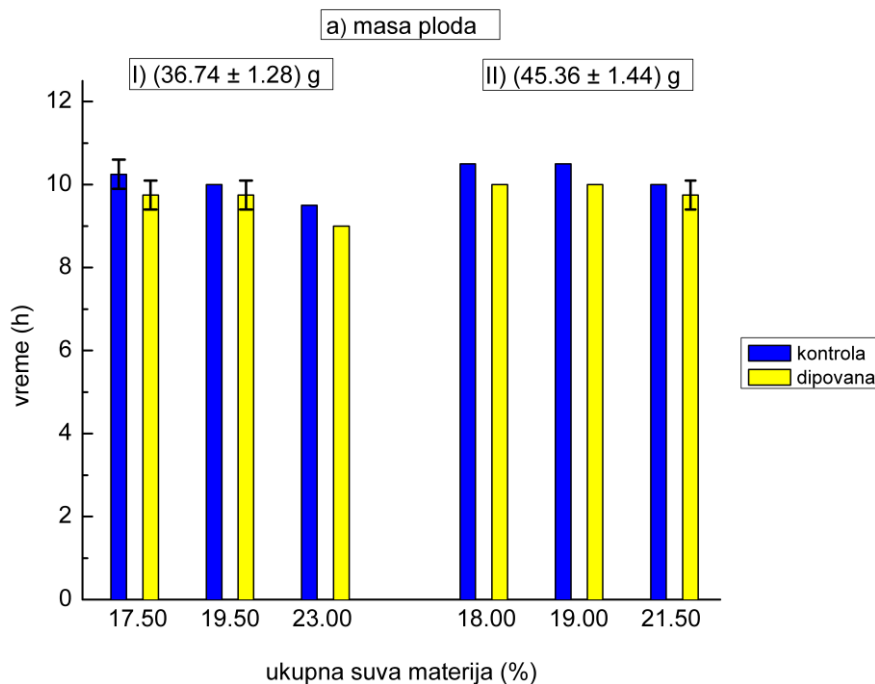
Граф. 32. Време сушења плодова сорте Милдора у зависности од:
а) садржаја укупне суве материје при константној вредности масе плода
б) масе плода при константној вредности садржаја укупне суве материје
 • Стандардна девијација је урађена из три понављања

Маса плода (23.17 ± 0.53) g, приказана на графику 32а као константна маса, је просечна маса плодова током вишегодишњих испитивања кинетике сушења ове сорте. Пошто су плодови релативно ситни, односно мале масе, без обзира на варирање садржаја укупне суве материје, од 21.50% до 29.00%, сушење заврше у исто време. Из истог разлога диповање, као примењени предтретман, код ове сорте се не мора примењивати.

График 32б приказује да плодови масе 28.50 g, што је маса која се ретко налази код ове сорте, заврше сушење за нешто дуже време од ситнијих плодова,

при садржају исте суве материје (25.38 ± 0.28)% и да у овом случају диповани плодови ипак завршавају процес сушења нешто раније од контроле.

Стенлеј је сорта шљиве код које су присутни плодови различите крупноће. График 33а приказује утицај различитог садржаја укупне суве материје плодова шљиве сорте Стенлеј на време сушења контроле и дипованих плодова, при константној вредности масе плода. У овом случају имамо карактеристичне две масе плодова, као константне вредности, око којих се варирају садржаји укупне суве материје.

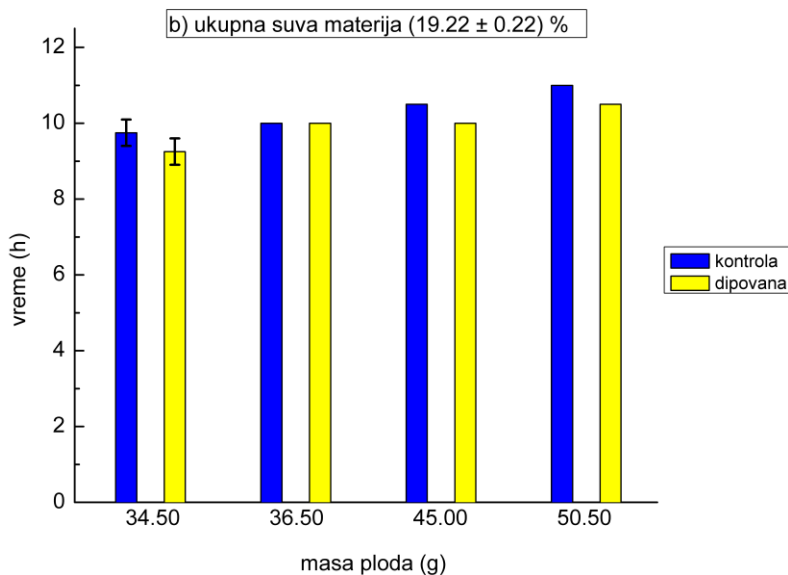


Граф. 33а. Време сушења плодова сорте Стенлеј у зависности од садржаја укупне суве материје при константној вредности масе плода

- Стандардна девијација је урађена из три понављања

Анализа графика 33а показује да са порастом садржаја укупне суве материје у плоду долази до извесног скраћења времена сушења за обе посматране масе плодова, као константне вредности, и да се диповани плодови у свим варијантама огледа осуше за краће време у односу на контролу. Пошто варирање садржаја суве материје за обе посматране константне масе није изразито велико, варирање је око вредности 19.00%, забележено скраћење времена сушења је такође слабо изражено.

График 336 приказује варирање масе плодова Стенлеја око константне вредности садржаја укупне суве материје ($19.22 \pm 0.22\%$). Уочава се изразито варирање масе плодова, од 34.50 g до 50.50 g, док са друге стране, уочава се да изостаје изразито варирање времена трајања процеса сушења плодова различите крупноће. Наиме, ако посматрамо плодове просечне масе од 36.50 g који завршавају сушење за 10 h, повећање масе плодова од 28% (то су плодови масе 50.50 g) доводе до повећања времена сушења за свега 10%, што износи време од 11 h. Такође се констатује да се поступком диповања скраћује време сушења од 5% у односу на контролу.

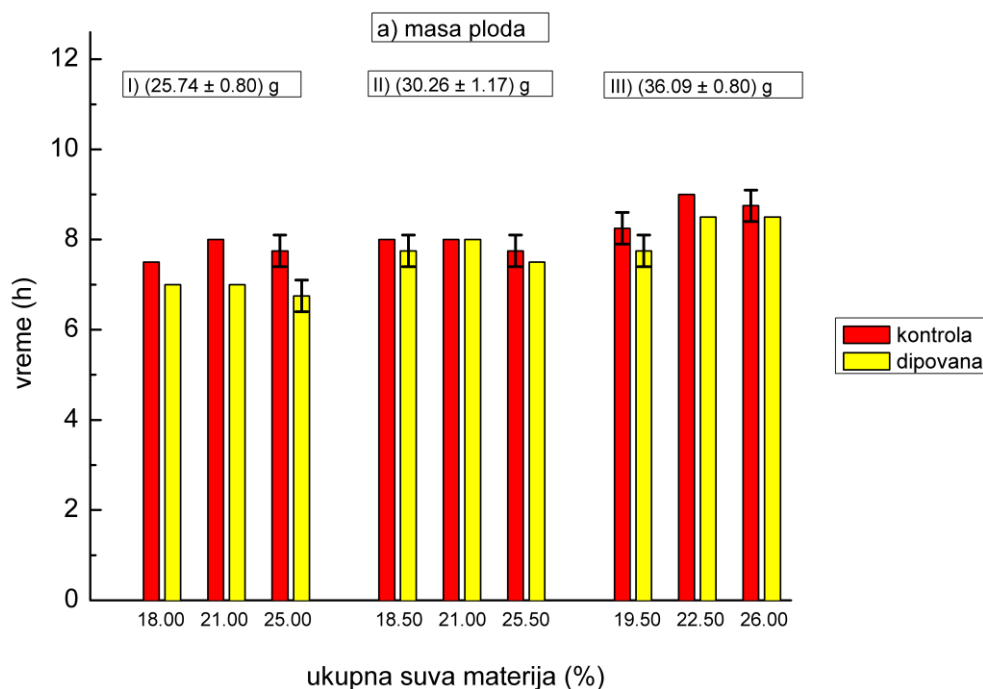


Граф. 336. Време сушења плодова сорте Стенлеј у зависности од масе плода при константној вредности садржаја укупне суве материје

- Стандардна девијација је урађена из три понављања

Сорта шљиве Чачанска родна је карактеристична по изразитом варирању масе плодова, као и по варирању садржаја укупне суве материје у свежим плодовима. График 34а приказује утицај различитог садржаја укупне суве материје плодова шљиве сорте Чачанска родна на време сушења контроле и дипованих плодова, при константној вредности масе плода. У овом случају имамо карактеристичне три масе плодова, као константне вредности, око којих се варирају садржаји укупне суве материје.

Анализирајући график 34а долази се до констатације да пораст садржаја укупне суве материје у плоду шљиве Чачанске родне различито утиче на време трајања процеса сушења код ситних и крупних плодова. Наиме, пораст садржаја суве материје, од 18.00% до 25.00%, код ситних плодова, масе (25.74 ± 0.80) g, не утиче значајно на скраћење времена сушења. То значи да се ситни плодови сорте Чачанска родна суше одређено време (око 8 h) без обзира на садржај суве материје, јер ти ситни плодови не представљају плодове карактеристичне просечне масе за ову сорту, већ су то плодови који у највећем броју случајева нису подесни за сушење, како су објаснили аутори *Митровић О. и сар.* (2001).



Граф. 34а. Време сушења плодова сорте Чачанска родна у зависности од садржаја укупне суве материје при константној вредности масе плода

- Стандардна девијација је урађена из три понављања

Ситни диповани плодови шљиве сорте Чачанска родна завршавају сушење пре контроле, с тим да са порастом садржаја суве материје долази до повећања разлике у времену трајања сушења између дипованих плодова и контроле, што се сматра неспецифичном појавом.

Плодови масе (30.26 ± 1.17) g иако имају различите садржаје суве материје завршавају сушење просечно за 8 h, с тим да нема значајних разлика у времену трајања сушења између контроле и дипованих плодова. Код плодова ове масе који имају неспецифично висок садржај укупне суве материје за ову сорту (25.50%), сушење завршавају за нешто краће време од 8 h.

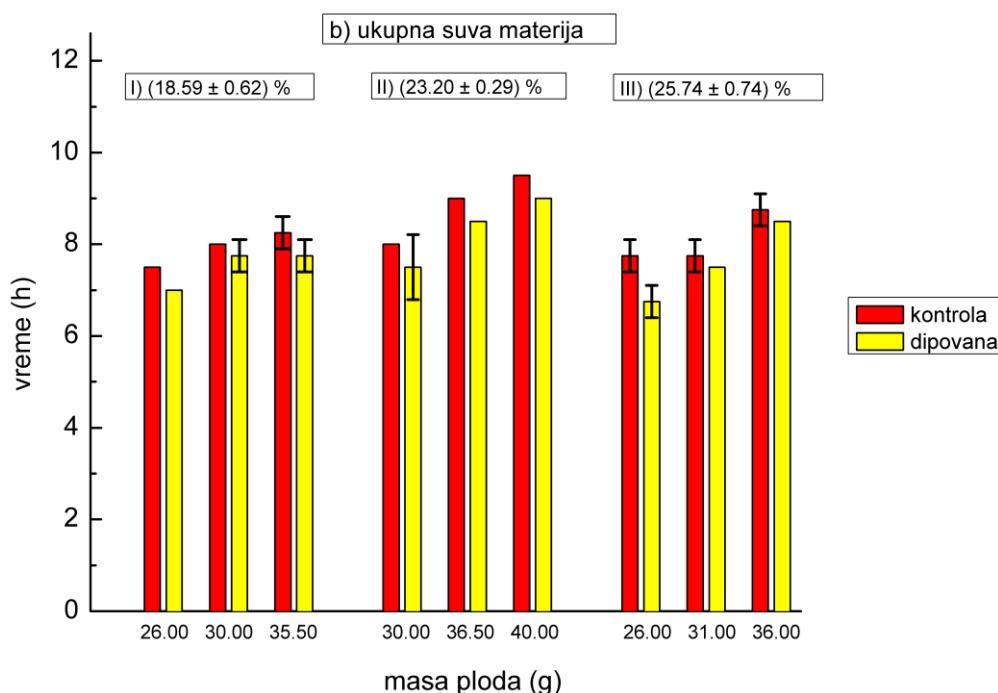
Код плодова шљиве сорте Чачанска родна масе (36.09 ± 0.80) g запажа се да диповани плодови заврше сушење за краће време у односу на контролу, с тим да са повећањем садржаја суве материје долази до смањења разлике у брзини сушења између дипованих плодова и контроле. И код плодова масе 36 g, као и код ситних плодова, констатује се извесна неспецифичност. Наиме, плодови са најмањим садржајем укупне суве материје (19.50%) осуше се за краће време од плодова са већим садржајем укупне суве материје, док са друге стране плодови који имају 22.50% укупне суве материје, а то је просечна вредност током вишегодишњих испитивања кинетике сушења ове сорте, процес сушења заврше за 9 h што је дуже време од плодова са 19.50% укупне суве материје, а краће од плодова са највећим садржајем суве материје (26%). Значи, код плодова шљиве који имају просечни садржај суве материје (око 22%), карактеристичну за сорту Чачанска родна, процес сушења траје најдуже време (9 h).

График 34б приказује утицај различитих маса плодова шљиве сорте Чачанска родна на време сушења контроле и дипованих плодова, при константној вредности садржаја укупне суве материје плода. И у овом случају имамо карактеристичне три вредности садржаја укупне суве материје, као константне вредности, око којих се варирају масе плодова.

Анализирајући график 34б се констатује да се диповани плодови осуше за краће време у односу на контролу у свим варијантама испитивања, скраћење времена сушења износи око 5%.

Са порастом масе плодова шљиве сорте Чачанска родна, који имају садржај укупне суве материје (18.59 ± 0.62)%, долази до повећања времена трајања сушења које је сразмерно за диповане плодове и за контролу. И код плодова са садржајем укупне суве материје (23.20 ± 0.29)% и (25.74 ± 0.74)%, такође, са порастом масе плодова долази до продужења времена трајања процеса

сушења, како контроле тако и дипованих плодова, слично резултатима *Митровић и сар.* (2007).



Граф. 346. Време сушења плодова сорте Чачанска родна у зависности од масе плода при константној вредности садржаја укупне суве материје
 • Стандардна девијација је урађена из три понављања

Са друге стране, ако се упореде времена завршетка процеса сушења сорте Чачанска родна плодова шљиве масе 30 g (граф. 34б), констатује се да се за исто време осуше плодови са садржајем суве материје 18.59% и 23.20%, као и плодови са садржајем суве материје 21% (граф. 34а). Приликом упоређивања плодова масе око 36 g, долази се до констатације да код плодова са садржајем укупне суве материје 23.20% процес сушења траје најдуже време, дуже од плодова који имају нижи садржај суве материје и од плодова са већим садржајем суве материје. На овај начин још једном се потврдио донети закључак, (изнет за предходни график) да код плодова, са просечном масом и просечним садржајем суве материје карактеристичном за сорту шљиве Чачанска родна, процес сушења траје дуже време у односу на плодове који се разликују од просечних вредности.

5.5.2. Поређење сората истих полазних карактеристика

Детаљном анализом је разматран утицај различитих полазних карактеристика свежег плода на време сушења, појединачно за сваку испитивану сорту шљиве. Пошто се испитиване сорте међу собом разликују у погледу масе плодова и садржаја укупних сувих материје није могуће да се све сорте упоређују истовремено, односно на исти начин. Због тога је извршено груписање сората које имају сличне полазне карактеристике, како би се донекле извршило поређење.

Резултати у табели 7 приказују поређење времена сушења дипованих плодова и плодова који представљају контролу између две сорте, код којих разлика полазних карактеристика плодова (маса плода и садржај укупне суве материје) статистички није значајна.

Табела 7а приказује поређење сората шљиве Чачанска лепотица и Стенлеј. Анализом података се констатује да наведене сорте имају масу плодова око 40 g са саржајем укупне суве материје око 18%. Упоређујући времена трајања процеса сушења плодова који представљају контролу, долази се до констације да разлика између сората статистички није значајна. Са друге стране диповани плодови, који се осуше за краће време у односу на контролу, показују статистички значајну разлику измеђи сората, наиме диповани плодови сорте Чачанска лепотица се осуше за краће време од Стенлеја.

Табела 7б приказује поређење сората Милдора и Чачанска родна. Пошто је сорта Чачанска родна препознатљива по широком варирању плодова у погледу масе и садржаја укупне суве материје, могуће је извршити поређење са сортом Милдора, која је специфична по плодовима мале масе и по високом садржају укупне суве материје.

Поређење је извршено са плодовима масе око 26 g са саржајем укупне суве материје око 25%. Резултати анализе показују да се испитиване сорте разликују међу собом у погледу временског трајања процеса сушења како контроле тако и дипованих плодова. Плодови Чачанске родне пре завршавају процес сушења у односу на Милдору и то у оба случаја (контрола и диповани плодови). Значи, сорта шљиве Чачанска родна сушење заврши за краће време у односу на сорту Милдора.

Табела 7в приказује поређење сората Чачанска родна и Стенлеј. У овој табели су приказани утицаји плодова масе 35 g са садржајем укупне суве материје око 19%, на време трајања процеса сушења сората Чачанска родна и Стенлеј, како дипованих плодова тако и контроле. Резултати анализе показују да се испитиване сорте разликују међу собом и то тако да се плодови, диповани и контрола, сорте Чачанска родна осуше за краће време од сорте Стенлеј.

Таб. 7. Поређење времена сушења између две сорте истих полазних карактеристика

а) Чачанска лепотица – Стенлеј

Сорта	Маса плода (g)	Укупна сува материја (%)	Време сушења (h)	
			контрола	дипована
Ча. лепотица	40.80 ± 1.64	17.73 ± 0.25	9.83 ± 0.29	9.33 ± 0.29 b
Стенлеј	40.37 ± 2.31	18.31 ± 0.72	10.33 ± 0.29	10.00 ± 0.00 a
ANOVA	ns	ns	ns	**

б) Милдора – Чачанска родна

Сорта	Маса плода (g)	Укупна сува материја (%)	Време сушења (h)	
			контрола	дипована
Милдора	26.58 ± 0.64	25.32 ± 0.31	9.33 ± 0.58 a	9.00 ± 0.00 a
Ча. родна	26.57 ± 0.89	24.58 ± 1.13	7.83 ± 0.29 b	6.83 ± 0.29 b
ANOVA	ns	ns	**	**

в) Чачанска родна – Стенлеј

Сорта	Маса плода (g)	Укупна сува материја (%)	Време сушења (h)	
			контрола	дипована
Ча. родна	35.02 ± 1.25	19.27 ± 0.29	8.33 ± 0.29 b	7.83 ± 0.29 b
Стенлеј	35.15 ± 1.41	19.38 ± 0.10	9.83 ± 0.29 a	9.50 ± 0.50 a
ANOVA	ns	ns	**	**

- Звезде обележавају значајне разлике између средина за резултате ANOVA (F test)
- Просечне вредности за испитиване параметре у истој колони које су обележене различитим малим словима су статистички значајне за $P \leq 0.05$ на основу Duncan's вишеструког теста рангова

На основу свега напред речено, може се закључити да се плодови сорте Чачанска родна осуше за краће време у односу на све остале испитиване сорте.

6. ЗАКЉУЧАК

На основу добијених резултата истраживања кинетике сушења и квалитета сушене шљиве сората Чачанска лепотица, Милдора, Чачанска родна и Стенлеј, могу се извести следећи закључци:

- Резултати хемијске анализе свежих плодова шљиве, који представљају полазну сировину за испитивање кинетике сушења, показују да су плодови шљиве испитиваних сората коришћени у фази оптималне технолошке зрелости за прераду сушењем.
- Механичка анализа полазне сировине показује да масе плодова, који су коришћени за испитивање кинетике сушења, представљају просечне вредности карактеристичне за испитиване сорте (41.49 g код Чачанске лепотице, 23.25 g код Милдоре, 36.74 g код Чачанске родне), изузев код сорте Стенлеј (42.18 g) где су коришћени нешто крупнији плодови од уобичајеног просека за ову сорту.
- Милдора и Чачанска родна су сорте шљиве које имају изузетно повољан рандман сушења, однос свежег и сушеног плода је мањи од 3. Рандман код сорте шљиве Стенлеј износи 3.23, док је рандман код сорте Чачанска лепотица изразито неповољан, однос свежег и сушеног плода је већи од 4.
- Садржаји укупних киселина, укупних шећера и инвертних шећера, однос инвертних и укупних шећера и индекс сласти у сушеним плодовима шљиве су карактеристика сорте и не зависе од температуре сушења нити од технолошке припреме плода (контрола и диповање). Једино се садржај сахарозе разликује у том погледу. На испољавање разлика у садржају сахарозе статистички значајно утиче интеракција сорте и температуре сушења, што указује на различито понашање сората у зависности од температуре сушења.

- У току сушења шљиве долази до хидролизе сахарозе, што се манифестује у драстичном смањењу њеног садржаја у сушеним плодовима у односу на полазну сировину. Сушени плодови шљиве сората Чачанска лепотица и Милдора се понашају слично, садржај сахарозе у плодовима који су сушени на температури 90 °C је око 3 пута мањи него у свежим плодовима, док је у плодовима који су сушени на 70 °C садржај мањи око 4 пута. Код плодова шљиве сората Чачанска родна и Стенлеј је констатовано супротно, мањи губитак сахарозе је констатован дејством ниже температуре сушења, на температури сушења 70 °C садржај сахарозе је мањи 3 пута, док на 90 °C је мањи 3.4 (Чачанска родна) и 4 пута (Стенлеј) у односу на свежи плод. Диповање, као примењен предтретман, далеко мање утиче на губитак сахарозе у односу на нетретирани плодове, тј. на контролу. Примећена је незнатна разлика између дипованих плодова и контроле у садржају сахарозе у сушеним плодовима код свих испитиваних сората, изузев код Чачанске родне, где је садржај сахарозе нижи у дипованим плодовима, тако да диповани плодови садрже 3.3 пута мање сахарозе него свежи плодови, а код нетретираних плодова, који представљају контролу, смањење сахарозе је 2.7 пута.
- Сушење као метод конзервације не утиче на смањење садржаја укупних киселина, код свих испитиваних сората шљиве, изузев код сорте Чачанска родна. У сушеним плодовима ове сорте губитак укупних киселина износи 21-24% у односу на полазну сировину, без обзира на примењене температуре сушења и примену диповања као предтретмана.
- Индекс сласти плодова испитиваних сората шљиве се не мења током сушења, односно разлике у вредностима овог параметра између свежих и сушених плодова статистички нису значајне. Према индексу сласти плодови шљиве сорте Чачанска лепотица (11.24) припадају групи плодова на киселог укуса, Чачанска родна (20.97) и Стенлеј (19.59) улазе у групу плодова слатко-на киселог, односно хармоничног укуса, а Милдора (37.73) у групу плодова слатког тј. медастог укуса.

- На основу резултата испитивања кинетике сушења шљиве се закључује да плодови шљиве различитих сората имају различите брзине сушења на истим температурама сушења и да плодови шљиве исте сорте који се суше на различитим температурама сушења имају различите брзине сушења.
- Утицај температуре сушења се манифестује повећањем брзине сушења са повећањем температуре сушења, што доводи до скраћења времена сушења код плодова свих испитиваних сората шљиве. Због тога је време сушења плодова шљиве свих испитиваних сората на температури сушења 90 °C краће за 50% у односу на време сушења на температури 70 °C. Наиме, на температури сушења 90 °C су забележене 2.5 пута веће брзине сушења на почетку сушења код плодова свих испитиваних сората шљиве, у односу на брзине сушења на температури сушења 70 °C. Због тога се на температури сушења 90 °C највећа количина слободне воде у плодовима свих испитиваних сората губи у прва 4 h сушења и тада испари 2/3 слободне воде у односу на укупно испарену воду из плодова шљиве код свих испитиваних сората. Са друге стране, на температури сушења 70 °C за прва 4h сушења из плодова шљиве код свих испитиваних сората испари свега 1/3 слободне воде у односу на укупно испарену воду.
- После периода максималне брзине сушења на обе испитиване температуре сушења одмах настаје период опадајуће брзине сушења, без бележења периода константне брзине сушења. Једино код плодова шљиве сорте Стенлеј на температури сушења 70 °C постоји могућност постојања извесног периода константне брзине сушења, мада због немогућности континуалног праћења губитка масе плодова на леси овај период није забележен.
- Утицај диповања као примењеног предтретмана на скраћење времена сушења плодова шљиве испитиваних сората је различит и зависи са једне стране од висине температуре сушења, а са друге стране од технолошких карактеристика саме сорте шљиве. На температури сушења 70 °C је констатовано да диповање плодова, у односу на контролу, доводи до

скраћења времена сушења за 10% за све испитиване сорте, изузев код сорте шљиве Милдора код које је скраћење времена сушења 5.5%. На температури сушења 90 °C се скраћује време сушења за 5% код дипованих плодова у односу на контролу код сората шљиве Чачанска лепотица, Чачанска родна и Стенлеј, док код плодова шљиве сорте Милдора диповање није изазвало скраћење времена сушења.

- Плодови шљиве сорте Чачанска лепотица су уједначени у погледу крупноће (маса плодова – 43 g) и у погледу садржаја суве материје (15.37%). Диповањем се скраћује време сушења и смањује се број сушених плодова који имају боју покожице неспецифичну за сорту и који представљају отпад. Због велике брзине прираштаја суве материје при крају сушења, врло лако може доћи до пресушивања плодова, на свим посматраним температурама сушења. Сушење ове сорте се не препоручује због ниског рандмана сушења (4.25) и великог броја неодговарајућих сушених плодова тј. отпада (у зависности од начина припреме плодова од око 30% па до 75%, на температури сушења 70 °C).
- Плодови шљиве сорте Милдора су релативно ситни (23.17 g), али уједначене масе и без обзира на извесно варирање садржаја укупне суве материје (21.50 –29%) процес сушења се завршава у исто време. Диповање, као предтретман, код ове сорте се не мора примењивати. Сушење ове сорте се препоручује због повољног рандмана сушења (2.75), интересантне ћилибарне боје покожице сушене шљиве и слатког, медастог, укуса који могу допринети проширењу асортимана понуде сушене шљиве на тржишту.
- Сорта шљиве Чачанска родна је карактеристична по изразитом варирању масе плодова (25.74 g, 30.26 g, 36.09 g), као и по варирању садржаја суве материје у свежим плодовима (18.59%, 23.20%, 25.74%). Процес сушења за плодове просечне масе око 36 g и са просечним садржајем суве материје око 22–23 % траје дуже у односу на плодове са другачијим карактеристикама (већом или мањом масом и сувом материјом од просечних вредности), што

представља извесну специфичност ове сорте. Међутим, плодови сорте Чачанска родна се осуше за краће време у односу на све остале испитиване сорте. Због краћег времена сушења препоручује се температура сушења 90 °C, а ако се користи нижа температура сушења (70 °C) пожељно је пре сушења извршити диповање плодова. Сушење ове сорте се препоручује због повољног рандмана сушења (2.95), релативно кратког времена сушења и могућности коришћења свежих плодова са широким распоном садржаја суве материје уз добијање адекватног квалитета сушене шљиве чиме се постиже продужење сезоне сушења у комерцијалним сушарама.

- Стенлеј је сорта шљиве код које су присутни плодови различите крупноће (36.74 g и 45.36 g) са приближно истим садржајем суве материје (19.22%). Диповањем се скраћује време сушења. За сушење се препоручује температура сушења 90 °C због скраћења времена сушења и смањења удела сушених плодова неодговарајућег квалитета у односу на плодове добијене на температури сушења 70 °C, на којој се добија преко 40% таквих плодова. У нашим сушарама се углавном суше плодови ове сорте, а спроведена испитивања кинетике сушења потврђују њену погодност за сушење. Сушење ове сорте се препоручује и то уз примену изнетих препорука.

7. ЛИТЕРАТУРА

1. Aversa M., Curcio S., Calabrò V., Iorio G. (2007): An analysis of the transport phenomena occuring during food drying process. *Journal of Food Engineering*, 78: 922–932.
2. Azzouz S., Guizani A., Jomaa W., Belghith A. (2002): Moisture diffusivity and drying kinetic equation of convective drying of grapes. *Journal of Food Engineering*, 55: 323–330.
3. Акпинар Е. К. (2006): Determination of suitable thin layer drying curve model for some vegetables and fruits. *Jornal of Food Engineering*, 73: 75–84.
4. Apostol J. (2000): Production, processing and marketing of plum and plum products in Hungary. Тематски зборник радова, I Међународни научни симпозијум Производња, прерада и пласман шљиве и производа од шљиве, Коштунићи, 87–96.
5. Бабић Љ., Бабић М., Павков И. (2006): Сушење кајсије новом технологијом. *Воћарство*, 40, 155: 245–253.
6. Бабић Љ., Бабић М., Павков И. (2007): Осмотско и конвективно сушење воћа. *Савремена пољопривреда*, 56, 6: 304–313.
7. Barbanti D., Mastrocola D., Severini C. (1994): Air drying of plums. A comparison among twelve cultivars. *Sciences des Aliments*, 14: 61–73.
8. Barbanti D., Mastrocola D., Pizzarani S. (1995): Air drying of plums. Influence of some process parameters on the specific drying kinetics. *Sciences des Aliments*, 15: 19–29.
9. Бардић Ж., Тирић Д. (1983): Утицај сорте и поступка сушења на квалитет осушених шљива. *Технологија воћа и поврћа*, 16: 15–19.
10. Vozkir O. (2006): Thin-layer drying and mathematical modelling for washed dry apricots. *Jornal of Food Engineering*, 77: 146–151.
11. Bon J., Similar S., Roselló C., Mulet A. (1997): Drying characteristics of hemispherical solids. *Jornal of Food Engineering*, 34, 109–122.
12. Булатовић-Даниловић М. (1996): Шљиве погодне за гајење у Мичигену. *Југословенско воћарство*, 30, 115/116: 255–262.

13. Валент В. (2001): Сушење у процесној индустрији. Технолошко-металуршки факултет, Београд.
14. Vega-Galvez A, Lemus-Mondaca R., Bilbao-Sainz C., Yagnam F., Rojas A. (2008): Mass transfer kinetics during convective drying of Red Pepper var. Hungarian (*Capsicum annum l.*): Mathematical modeling and evaluation of kinetic parameters. *Jornal of Food Process Engineering*, 31: 120–137.
15. Вереш М. (1991): Основи конзервасања намирница. Научна књига, Београд.
16. Wilford L. G., Sabarez H., Price W. E. (1997): Kinetics of carbohydrate change during dehydration of d'Agen prunes. *Food Chemistry*, 59, 1: 149–155.
17. Wilhelm L. R., Suter D. A., Brusewitz G. H. (2004): Drying and dehydration. Chapter 10 in *Food and Process Engineering Technology*, St. Joseph, Michigan: ASAE, 259–284.
18. Geankoplis C. J. (1983): Transport processes and unit operations. Allyn and Bacon, inc. Boston.
19. Goyal R. K., Kingsly A. R. P., Manikantan M. R., Ilyas S. M. (2007): Mathematical modelling of thin layer drying kinetics of plum in a tunnel dryer. *Journal of Food Engineering*, 79: 176–180.
20. Grzyb S. Z. (2000): Plum production, processing and its marketing in Poland. Тематски зборник радова, I Међународни научни симпозијум Производња, прерада и пласман шљиве и производа од шљиве, Коштунићи, 75–86.
21. Datta A. K. (2007): Porous media approaches to studying simultaneous heat and mass transfer in food processes. I: Problem formulations. *Jornal of Food Engineering*, 80: 80–95.
22. Daudin J. D., Bimbenet J. J. (1985): Transformation de la prune D'ente en pruneau: Mesure des cinetiques de sechage et incidences technologiques. *Sciences des Aliments*, 5: 423–446.
23. Devahastin S., Niamnuy C. (2010): Modelling quality changes of fruits and vegetables during drying: a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 45: 1755–1767.
24. Del Caro A., Piga A., Pinna I., Fenu P. M., Agabbio M. (2004): Effect of drying conditions and storage period on polyphenolic content, antioxidant capacity and

- ascorbic acid of prunes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 15: 4780–4784.
25. Делић З., Бећиревић С., Марковић В. (1985): Проблематика сушења шљиве. 17. сајам шљиве, Градачац: 43–50.
 26. Diamante L. M., Ihns R., Savage G. P., Vanhanen L. (2010): A new mathematical model for thin layer drying of fruits. *International Journal of Food Science and Technology*, 45: 1956–1962.
 27. Di Matteo M., Cinquanta L., Galiero G., Crescitelli S. (2000): Effect of a novel physical pretreatment process on the drying kinetics of seedless grapes. *Journal of Food Engineering*, 46: 83–89.
 28. Di Matteo M., Cinquanta L., Galiero G., Crescitelli S. (2002): Physical pretreatment of plums (*Prunus domestica*). Part 1. Modelling the kinetics of drying. *Food Chemistry*, 79: 227–232.
 29. Di Matteo M., Cinquanta L., Galiero G., Crescitelli S. (2003): A mathematical model of mass transfer in spherical geometry: plum (*Prunus domestica*) drying. *Journal of Food Engineering*, 58: 183–192.
 30. Dinkova H., Minev I., Stoyanova T. (2007): Vegetative and reproductive characteristics of plum cultivar Čačanska Rodna in Troyan region. *Voćarstvo*, 41, 157/158: 41–44.
 31. Dikeman C. L., Bauer L. L., Fahey G. C. (2004): Carbohydrate composition of selected plum/prune preparations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 4: 853–859.
 32. Doymaz I., Pala M. (2002): The effects of dipping pretreatment on air-drying rates of the seedless grapes. *Journal of Food Engineering*, 52: 413–417.
 33. Doymaz I. (2004): Effect of dipping treatment on air drying of plums. *Journal of Food Engineering*, 64: 465–470.
 34. Doymaz I. (2006): Drying kinetics of black grapes treated with different solutions. *Journal of Food Engineering*, 76: 212–217.
 35. Dragoyski K., Dinkova H., Spasova T., Minev I. (2005): Growth and fruit-bearing performance of the plum cultivar Čačanska lepotica grown in the region of the Central Balkan mountains. *Voćarstvo*, 39, 151: 271–277.

36. Družić J., Voća S., Čmelik Z., Dobričević N., Duralija B., Skendrović Babojelić M. (2007): Fruit quality of plum cultivars “Elena” and “Bistrica”. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 72, 4: 307–310.
37. Duncan D. B. (1955): Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11: 1–42.
38. Djouvinov V., Vitanova I. (2000): Production, processing and marketing of plums in Hungary. Тематски зборник радова, I Међународни научни симпозијум Производња, прерада и пласман шљиве и производа од шљиве, Коштунићи, 87–96.
39. Живковић М., Радојевић Р., Раичевић Д., Ерцеговић Ђ., Коси Ф., Вукић Ђ. (1997): Нове технологије нискотемпературног сушења коштичавог воћа. *Воћарство*, 31, 119/120: 367–374.
40. Živković M., Kosi F., Koprivica R. (2006): Stone fruit drying parameters. *Acta Agriculturae Serbica*, 11, 22: 3–14.
41. Живковић М., Коси Ф., Радојевић Р., Комненић В. (2006): Потрошња топлотне енергије и квалитет сушења коштичавог воћа. *Воћарство*, 40, 155: 273–285.
42. Зарић Ј., Зрнић-Савић М. (1976): Прилог изучавању квалитативних показатеља сушених шљива сорти Пожегача и Stanley на подручју Градацца. *Технологија воћа и поврћа*, 11: 33–37.
43. Златковић Б. (1987): Хигроскопна својства сушених плодова шљиве Пожегаче. *Технологија воћа и поврћа*, 20: 43–49.
44. Златковић Б. (2000): Улога технологије прераде на пласман шљиве. Тематски зборник радова, I Међународни научни симпозијум Производња, прерада и пласман шљиве и производа од шљиве, Коштунићи, 245–252.
45. Златковић Б. (2003): *Технологија прераде и чувања воћа*. Научна књига, Пољопривредни факултет, Београд.
46. Zlatković B., Vulić T. (2004): From a smokehouse to a vacuum dehydrator. *Jornal of Agricultural Sciences*, 49, 1: 131–139.
47. Zlatković B., Rajković M. (2005): Analysis of drying potato kinetics in laboratory conditions. *Jornal of Agricultural Sciences*, 50, 2: 161–171.

48. Ismail O., Keyf S., Buyribey B., Corbacioglu B. (2008): Effects of dipping solutions on air-drying rates of the Seedless Grapes. *Food Science and Technology Research*, 14, 6: 547–552.
49. Јанда Љ. (1967): Прилог проучавању погодности неких сорта шљива за сушење. *Архив за пољопривредне науке*, 68: 62–72.
50. Јанда Љ. (1969): Утицај третмана свежих шљива на квалитет сувих плодова. *Југословенско воћарство*, 8: 303–308.
51. Јанда Љ., Гавриловић Ј. (1984): Компаративна проучавања вредности плода у нових сорти шљива. *Југословенско воћарство*, 18, 67/68: 59–64.
52. Јанда Љ., Шошкић М. (1986): Погодност плода у неких сорти и елитних хибрида шљива за сушење. *Југословенско воћарство*, 20, 75/76: 683–688.
53. Каја А., Aydin O., Demirtas C. (2007): Concentration boundary conditions in the theoretical analysis of convective drying process. *Journal of Food Process Engineering*, 30: 564–577.
54. Кандић М., Митровић О., Митровић В. (2001): Методологија испитивања процеса сушења шљиве. *Тематски зборник радова*, 2. југословенско саветовање Производња, прерада и пласман шљиве и производа од шљиве, Коштунићи, 151–159.
55. Кандић М., Митровић О., Гавриловић-Дамњановић Ј., Митровић В. (2006): Прострујни модел за испитивање процеса сушења воћа. *Воћарство* 40, 156: 379–388.
56. Кандић М., Митровић О., Гавриловић-Дамњановић Ј., Поповић Б. (2007): Испитивање кинетике процеса сушења шљиве. *Воћарство* 41, 160: 179–186.
57. Кандић М., Митровић О., Гавриловић-Дамњановић Ј., Поповић Б. (2009): Примена прострујног модела за испитивање кинетике процеса сушења шљиве. *Зборник радова XIV саветовања о биотехнологији са међународним учешћем*, Чачак, 14, 15: 423–430.
58. Karathanos V. T., Kanellopoulos N. K., Belessiotis V. G. (1996): Development of porous structure during air drying of agricultural plant products. *Journal of Food Engineering*, 29: 167–183.
59. Karathanos V. T. (1999): Determination of water content of dried fruits by drying kinetics. *Journal of Food Engineering*, 39: 337–344.

60. Kim D. O., Jeongb S. W., Leea C. Y. (2003) Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry*, 81: 321–326.
61. Krska B. (2000): Plum production in the Czech Republic. Тематски зборник радова, I Међународни научни симпозијум Производња, прерада и пласман шљиве и производа од шљиве, Коштунићи, 87–96.
62. Queiroz M. R., Nebra S. A. (2001): Theoretical and experimental analysis of the drying kinetics of bananas. *Journal of Food Engineering*, 47: 127–132.
63. Leite J. B., Mancini M. C., Borges S. V. (2007): Effect of drying temperature on the quality of dried bananas cv. *Prata* and *d' àqua*. *LWT*, 40: 319–323.
64. Luz Sans M., Del Casstillo M. D., Corzo N., Olano A. (2001): Formation of amadori compounds in dehydrated fruits. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 49, 11: 5228–5231.
65. Мајсторовић Г. (1963): Утицај степена зрелости плодова Пожегаче на квалитет суве шљиве с нарочитим обзиром на промене органских материја у току сушења. *Храна и исхрана*, 9: 493–516.
66. Mayor L., Sereno A. M. (2004): Modelling shrinkage during convective drying of food materials: a review. *Journal of Food Engineering*, 61: 373–386.
67. Manzocco L., Calligaris S., Mastrocola D., Nicoli M. C., Lerici C. R. (2001): Review of nonenzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods. *Trends in Food Science and Technology*, 11: 340–346.
68. Margaris D. P., Ghiaus A. G. (2007): Experimental study of hot air dehydration of Sultana grapes. *Journal of Food Engineering*, 79: 1115–1121.
69. Марковић В. (1995): Технологија сушења шљива и прерада и паковање сувих шљива. Графолик, Институт за истраживања у пољопривреди „Србија“, Београд.
70. Марковић В. (2000): Историја сушења шљива у нашој земљи. Тематски зборник радова, I Међународни научни симпозијум Производња, прерада и пласман шљиве и производа од шљиве, Коштунићи, 259–264.
71. Миленковић С., Ружић Ђ., Церковић Р., Огашановић Д., Тешовић Ж., Митровић М., Пауновић С., Плазанић Р., Марић С., Лукић М., Радичевић С., Лепосавић А., Милинковић В. (2006): Сорте воћака створене у Институту за

- воћарство – Чачак; Нове сорте малине и купине за тржиште свежих плодова и прерађевина. Институт СРБИЈА, Београд.
72. Милетић Р., Петровић Р. (1996): Помолошке особине плодова гајених сорти шљиве у долини Тимока. Југословенско воћарство, 30, 115/116: 263–269.
73. Милетић Р., Петровић Р., Церовић Р. (2001а): Продуктивне и помолошко-технолошке особине сорте Стенли у условима суше. Тематски зборник радова, 2. Међународни научни симпозијум Производња, прерада и пласман шљиве и производа од шљиве, Коштунићи, 43–49.
74. Милетић Р., Петровић Р., Марић М. (2001б): Помолошко-технолошке особине важнијих сорти шљиве у источној Србији. Тематски зборник радова, 2. Међународни научни симпозијум Производња, прерада и пласман шљиве и производа од шљиве, Коштунићи, 51–57.
75. Milošević T., Glišić I., Milošević N. (2009): Dense planting effect on the productive capacity of some plum cultivars. Proceedings of 1th Balkan Symposium on Fruit Growing, Acta Horticulturae, 825: 485–489.
76. Митровић О., Митровић В., Гавриловић-Дамњановић Ј., Кандић М. (1997): Утицај температуре ваздуха на процес сушења шљиве. Југословенско воћарство, 31, 119/120: 359–366.
77. Митровић О., Митровић В., Гавриловић-Дамњановић Ј., Кандић М. (2000а): Упоредна испитивања сушења шљиве Пожегаче и Чачанске родне. Зборник научних радова, XV саветовање агронома, ветеринара и технолога, Аранђеловац, 341–345.
78. Митровић О., Митровић В., Гавриловић-Дамњановић Ј., Поповић Б. (2000б): Проблематика сушења шљиве. Тематски зборник радова, I Међународни научни симпозијуми Производња, прерада и пласман шљиве и производа од шљиве, Коштунићи, 253–258.
79. Митровић М., Митровић О., Благојевић М. (2001): Технологија гајења Чачанске родне. Тематски зборник радова, 2. југословенско саветовање Производња, прерада и пласман шљиве и производа од шљиве, Коштунићи, 90–96.

80. Митровић О., Митровић В., Станојевић В., Мићић Н., Кандић М. (2001): Утицај различитих интензитета резидбе на квалитет суве шљиве Чачанске родне. Југословенско воћарство, 35, 135/136: 97–104.
81. Митровић О., Гавриловић-Дамњановић Ј., Поповић Б., Кандић М. (2006): Карактеристике чачанских сорти шљиве погодних за сушење. Воћарство, 40, 155: 255–261.
82. Митровић О., Кандић М., Гавриловић-Дамњановић Ј., Поповић Б. (2007): Фактори који утичу на квалитет сушене шљиве сорте Чачанска родна. Воћарство, 41, 160: 173–178.
83. Митровић О., Златковић Б., Кандић М., Гавриловић-Дамњановић Ј., Поповић Б., Милинковић В. (2009): Технолошке карактеристике плода неких нових сорти шљиве за сушење. Воћарство, 43, 167/168: 101–106.
84. Мишић П. (1996): Шљива. Партенон, Институт за истраживања у пољопривреди СРБИЈА, Београд.
85. Мишић П., Ранковић М. (2002): Шљиварство Југославије. Југословенско воћарство, 36, 139/140: 89–100.
86. Moyers C. G., Baldwin G. W. (1999): Psychrometry, evaporative cooling, and solids drying. In: R.N. Perry, D. W. Green and J. O. Maloney, Editors, Perry's Chemical Engineers Handbook (seventh ed.), Mc Graw Hill, Chapter 12.
87. Ненадовић-Мратинић Е., Милатовић Д., Ђуровић Д. (2007): Биолошке особине сорти шљиве комбинованих својстава. Воћарство, 41, 157/158: 31–35.
88. Newman G., Price W., Woolf L. (1996): Factors influencing the drying of prunes. 1. Effects of temperature upon the kinetics of moisture loss during drying. Food Chemistry, 57, 2: 241–244.
89. Nijhuis H. H., Topping H. M., Muresan S., Yuksel D., Leguijt C., Kloek W. (1998): Approaches to improving the quality of dried fruit and vegetables. Trends in Food Science and Technology, 9: 13–20.
90. Никетић-Алексић Г. (1982): Технологија воћа и поврћа. Научна књига, Пољопривредни факултет, Београд.

91. Никетић-Алексић Г., Вереш М., Златковић Б., Рашковић В (1989): Приручник за индустријску прераду воћа и поврћа. Научна књига, Пољопривредни факултет, Београд.
92. Ochoa M. R., Kesser A. G., Pirone B. N., Márquez C. A., De Michelis A. (2007): Analysis of shrinkage phenomenon of whole sweet cherry fruits (*Prunus avium*) during convective dehydration with very simple models. *Journal of Food Engineering*, 79: 657–661.
93. Огашановић Д., Пауновић С., Пантелић З. (1993): Нови југословенски сортимент шљиве. *Југословенско воћарство*, 27, 101/102: 39–47.
94. Огашановић Д. (1994): Регионални огледи у функцији унапређења шљиварства Југославије. Симпозијум са међународним учешћем, Будућност воћарства у Југославији, Вучје – Ниш, 241–248.
95. Огашановић Д., Ранковић М. (1996): Важне карактеристике неких хибрида шљиве отпорних на шарку шљиве. *Југословенско воћарство*, 30, 113/114: 117–122.
96. Огашановић Д. (2000): Селекција шљиве на висок садржај растворљивих сувих материја. *Југословенско воћарство*, 34, 129/130: 55–61.
97. Огашановић Д., Ранковић М., Мишић П., Обрадовић Ж. (2000): Стање и тенденција у подизању засада и производње шљиве у Југославији. Тематски зборник радова, I Међународни научни симпозијум Производња, прерада и пласман шљиве и производа од шљиве, Коштунићи, 55–66.
98. Огашановић Д., Ранковић М., Пауновић С., Митровић О., Стаменковић С. (2005): Милдора – нова сорта шљиве за сушење. *Воћарство*, 39, 151: 251–256.
99. Ogašanović D., Milenković S., Mitrović O., Kandić M., Zlatković B., Babić Lj. (2007): Serbian dried fruit research. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*, 1, 1: 111–116.
100. Опарница Ч., Јовановић М. (2000): Утицај интензитета резидбе на помолошко-технолошке особине важнијих сорти шљива. Тематски зборник радова, I Међународни научни симпозијум, Производња, прерада и пласман шљиве и производа од шљиве, Коштунићи, 233–242.

101. Pavón-Melendez G., Hernández J. A., Salgado M. A., García M. A. (2002): Dimensionless analysis of the simultaneous heat and mass transfer in food drying. *Journal of Food Engineering*, 51: 347–353.
102. Pangavhane D. R., Sawhney R. L., Sarsavadia P. N. (1999): Effect of various dipping pretreatment on drying kinetics of Thompson seedless grapes. *Jornal of Food Engineering*, 39: 211–216.
103. Пауновић Д., Златковић Б., Јанковић М., Машовић С. (2006): Кинетика сушења малина у лабораторијским условима. *Воћарство*, 40, 156: 389–396.
104. Petrović S., Leposavić A., Ogašanić D., Popović B. (2007): Profitability of plum production and processing under the conditions of Western Serbia. *Proceedings of 8st International Symposium on Plum and Prune Genetics, Breeding and Pomology, Acta Horticulturae*, 734: 407–412.
105. Piga A., Del Caro A., Corda G. (2003): From plums to prunes: Influence of drying parameters on polyphenols and antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 3675–3681.
106. Поповић Б., Никићевић Н., Гавриловић-Дамњановић Ј., Митровић О., Петровић А., Огашановић Д. (2006а): Технолошка својства плодова важнијих сората шљиве као сировине за производњу ракије шљивовице. *Архив за пољопривредне науке*, 67, 238: 73–82.
107. Поповић Б., Никићевић Н., Гавриловић-Дамњановић Ј., Митровић О., Огашановић Д. (2006б): Карактеристике шљивовица произведених од чачанских сората шљива. *Воћарство*, 40, 155: 263–271.
108. Поповић Б., Никићевић Н., Тешевић В., Срећковић М., Гавриловић-Дамњановић Ј., Митровић О. (2008а): Утицај интензитета резидбе на карактеристике шљивовица сорте Чачанска родна. *Зборник научних радова XXIII саветовања, Унапређење производње воћа и грожђа, Гроцка*, 14, 5: 63–73.
109. Поповић Б., Никићевић Н., Гавриловић-Дамњановић Ј., Митровић О., Срећковић М., Огашановић Д. (2008б): Утицај сорте шљиве на принос ракије шљивовице. *Воћарство*, 42, 163/164: 111–118.
110. Радосављевић Р. (1987): Сушење и сушаре. *Хемијско технолошки приручник, Хемијско инжењерство, Рад, Београд*, 510–541.

111. Ramos I., Brandão T., Silva C. (2005): Integrated approach on solar drying, pilot convective drying and microstructural changes. *Journal of Food Engineering*, 67: 195–203.
112. Ракићевић М., Благојевић М., Митровић М., Милетић Р. (2007): Родност сорти шљиве Чачанска лепотица и Stanley у густој садњи. *Воћарство*, 41, 159: 107–111.
113. Ratti C. (1994): Shrinkage during drying of foodstuffs. *Journal of Food Engineering*, 23: 91–105.
114. Rovedo C. O., Suarez C., Viollaz P. E. (1995): Drying of foods: Evaluation of a drying model. *Journal of Food Engineering*, 26: 1–12.
115. Ruiz-López I. I., Córdova A. V., Rodríguez-Jimenes G. C., García-Alvarado M. A. (2004): Moisture and temperature evolution during food drying: effect of variable properties. *Journal of Food Engineering*, 63: 117–124.
116. Sabarez H., Price W., Back P., Woolf L. (1997): Modelling the kinetics of drying of d'Agen plums (*Prunus domestica*). *Food Chemistry*, 60, 3: 371–382.
117. Sabarez H., Price W. (1999): A diffusion model for prune dehydration. *Journal of Food Engineering*, 42: 167–172.
118. Sacilik K., Elicin A. K., Unal G. (2006): Drying kinetics of Üryani plum in a convective hot-air dryer. *Journal of Food Engineering*, 76: 362–368.
119. Sagar V. R., Suresh Kumar P. (2010): Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 47, 1: 15–26.
120. Srikiatden J., Roberts J. S. (2007): Moisture transfer in solid food materials: A review of mechanisms, models and measurements. *International Journal of Food Properties*, 10: 739–777.
121. Станчевић А. (1994): Стенлеј – незаменљива сорта шљиве за аридне крајеве наше земље. *Зборник радова, Будућност воћарства у Југославији, Поречје-Вучје*, 281–291.
122. Tarhan S., Ergunes G., Taser O. F. (2006): Selection of chemical and thermal pretreatment combination to reduce the dehydration time of sour cherry (*Prunus cerasus L.*). *Journal of Food Process Engineering*, 29: 651–663.

123. Tarhan S. (2007): Selection of chemical and thermal pretreatment combination for plum drying at low and moderate drying air temperatures. *Journal of Food Engineering* 79: 255–260.
124. Тођрул И. Т., Пехливан Д. (2003): Modelling of drying kinetics of single apricot. *Journal of Food Engineering*, 58: 23–32.
125. Tripathy P. P., Kumar S. (2009): A methodology for determination of temperature dependent mass transfer coefficients from drying kinetics: Application to solar drying. *Journal of Food Engineering*, 90: 212–218.
126. Трајковић Ј., Барас Ј., Мирић М., Шилер С. (1983): *Анализе животних намирница*. Технолошко-металуршки факултет, Београд.
127. Friedman M. (1996): Food browning and its prevention: An overview. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 3: 631–648.
128. Hartmann W. (2001): Plum assortment and the demand of the European market. Тематски зборник радова, 2. Југословенско саветовање Производња, прерада и пласман шљиве и производа од шљиве, Коштунићи, 23–30.
129. Хадивуковић Ц. (1991): Статистички методи с применом у пољопривредним и биолошким истраживањима. Пољопривредни факултет – Институт за економику пољопривреде и социологију села, Нови Сад.
130. Hernández J. A., Pavón G., Garcia M. A. (2000): Analytical solution of mass transfer equation considering shrinkage for modeling food-drying kinetics. *Journal of Food Engineering*, 45: 1–10.
131. Hoehn E., Gasser B., Naepflin B., Ladner J. (2005): Consumer expectations and soluble solids, acidity and firmness of plums (*Prunus domestica* 'Cacaks Beauty'). *Proceedings of 5th International Postharvest Symposium, Acta Horticulturae*, 682: 665–672.
132. Cinquanta L., Di Matteo M., Esti M. (2002): Physical pre-treatment of plums (*Prunus domestica*). Part 2. Effect on the quality characteristics of different prune cultivars. *Food Chemistry*, 79: 233–238.
133. Шутић Д., Ранковић М. (1981): Шарка шљиве и спречавање њеног даљега ширења у Југославији. *Југословенско воћарство*, 15, 55/56: 469–476.

ПРИЛОГ

ЕКСПЕРИМЕНТ: 01-09-Л5 – ЧАЧАНСКА ЛЕПОТИЦА – К-90°C

M_P	M_{T_0}	M_L	M_0	G_{K_0}	M_K	M_{M_0}	G_{SM_0}	M_{Msm}
[g]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]
40,3	4.512	1.010	3.502	0,0410	144	3.358	0,1566	526

τ	M_T	M	M_M	G_{SM}	M_{MW}	W	U	$MR=U/U_0$
[h]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]
0	4.512	3.502	3.358	0,1566	2.832	0,8434	5,3857	1,0000
1	3.795	2.785	2.641	0,1991	2.115	0,8009	4,0224	0,7469
2	3.348	2.338	2.194	0,2397	1.668	0,7603	3,1725	0,5891
3	3.002	1.992	1.848	0,2845	1.322	0,7155	2,5146	0,4669
4	2.698	1.688	1.544	0,3405	1.018	0,6595	1,9366	0,3596
5	2.434	1.424	1.280	0,4107	754	0,5893	1,4346	0,2664
6	2.223	1.213	1.069	0,4918	543	0,5082	1,0334	0,1919
7	2.072	1.062	918	0,5726	392	0,4274	0,7463	0,1386
8	1.973	963	819	0,6418	293	0,3582	0,5580	0,1036
8,5	1.926	916	772	0,6809	246	0,3191	0,4687	0,0870
9	1.889	879	735	0,7151	209	0,2849	0,3983	0,0740
9,5	1.866	856	712	0,7382	186	0,2618	0,3546	0,0658
10	1.852	842	698	0,7530	172	0,2470	0,3280	0,0609

τ	$\Delta M = \Delta M_M$	ΔG_{SM}	ΔU	ΔMR	$\Delta M / \Delta \tau$	$\Delta G_{SM} / \Delta \tau$	$\Delta U / \Delta \tau$	$\Delta MR / \Delta \tau$
[h]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]	[g / h]	[kg/kg/h]	[kg/kg/h]	[1/h]
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	717	0,0425	1,3633	0,2531	717	0,0425	1,3633	0,2531
2	447	0,0406	0,8499	0,1578	447	0,0406	0,8499	0,1578
3	346	0,0449	0,6579	0,1222	346	0,0449	0,6579	0,1222
4	304	0,0560	0,5780	0,1073	304	0,0560	0,5780	0,1073
5	264	0,0702	0,5020	0,0932	264	0,0702	0,5020	0,0932
6	211	0,0810	0,4012	0,0745	211	0,0810	0,4012	0,0745
7	151	0,0809	0,2871	0,0533	151	0,0809	0,2871	0,0533
8	99	0,0692	0,1882	0,0350	99	0,0692	0,1882	0,0350
8,5	47	0,0391	0,0894	0,0166	94	0,0781	0,1787	0,0332
9	37	0,0343	0,0704	0,0131	74	0,0685	0,1407	0,0261
9,5	23	0,0231	0,0437	0,0081	46	0,0462	0,0875	0,0162
10	14	0,0148	0,0266	0,0049	28	0,0296	0,0532	0,0099

ПРИЛОГ

ЕКСПЕРИМЕНТ: 01-09-Л2 – ЧАЧАНСКА ЛЕПОТИЦА – Д-90°С

M_P	M_{T_0}	M_L	M_0	G_{K_0}	M_K	M_{M_0}	G_{SM_0}	M_{Msm}
[g]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]
40,3	4.518	1.009	3.509	0,0410	144	3.365	0,1566	527

τ	M_T	M	M_M	G_{SM}	M_{MW}	W	U	$MR=U/U_0$
[h]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]
0	4.518	3.509	3.365	0,1566	2.838	0,8434	5,3857	1,0000
1	3.887	2.878	2.734	0,1927	2.207	0,8073	4,1883	0,7777
2	3.320	2.311	2.167	0,2432	1.640	0,7568	3,1124	0,5779
3	2.870	1.861	1.717	0,3069	1.190	0,6931	2,2584	0,4193
4	2.549	1.540	1.396	0,3775	869	0,6225	1,6493	0,3062
5	2.291	1.282	1.138	0,4630	611	0,5370	1,1597	0,2153
6	2.094	1.085	941	0,5599	414	0,4401	0,7859	0,1459
7	1.976	967	823	0,6402	296	0,3598	0,5620	0,1043
8	1.908	899	755	0,6979	228	0,3021	0,4329	0,0804
8,5	1.880	871	727	0,7247	200	0,2753	0,3798	0,0705
9	1.863	854	710	0,7421	183	0,2579	0,3475	0,0645
9,5	1.853	844	700	0,7527	173	0,2473	0,3286	0,0610

τ	$\Delta M = \Delta M_M$	ΔG_{SM}	ΔU	ΔMR	$\Delta M / \Delta \tau$	$\Delta G_{SM} / \Delta \tau$	$\Delta U / \Delta \tau$	$\Delta MR / \Delta \tau$
[h]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]	[g / h]	[kg/kg/h]	[kg/kg/h]	[1/h]
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	631	0,0361	1,1974	0,2223	631	0,0361	1,1974	0,2223
2	567	0,0504	1,0759	0,1998	567	0,0504	1,0759	0,1998
3	450	0,0637	0,8539	0,1586	450	0,0637	0,8539	0,1586
4	321	0,0706	0,6091	0,1131	321	0,0706	0,6091	0,1131
5	258	0,0856	0,4896	0,0909	258	0,0856	0,4896	0,0909
6	197	0,0969	0,3738	0,0694	197	0,0969	0,3738	0,0694
7	118	0,0803	0,2239	0,0416	118	0,0803	0,2239	0,0416
8	68	0,0577	0,1290	0,0240	68	0,0577	0,1290	0,0240
8,5	28	0,0269	0,0531	0,0099	56	0,0537	0,1063	0,0197
9	17	0,0173	0,0323	0,0060	34	0,0347	0,0645	0,0120
9,5	10	0,0106	0,0190	0,0035	20	0,0212	0,0380	0,0070

ПРИЛОГ

ЕКСПЕРИМЕНТ: 02-09-Л6 – ЧАЧАНСКА ЛЕПОТИЦА – К-70°С

M_P	M_{T_0}	M_L	M_0	G_{K_0}	M_K	M_{M_0}	G_{SM_0}	M_{Msm}
[g]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]
41,5	4.501	1.005	3.496	0,0410	143	3.353	0,1566	525

τ	M_T	M	M_M	G_{SM}	M_{MW}	W	U	$MR=U/U_0$
[h]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]
0	4.501	3.496	3.353	0,1566	2.828	0,8434	5,3857	1,0000
2	4.046	3.041	2.898	0,1812	2.373	0,8188	4,5191	0,8391
4	3.669	2.664	2.521	0,2083	1.996	0,7917	3,8010	0,7058
6	3.308	2.303	2.160	0,2431	1.635	0,7569	3,1134	0,5781
8	2.998	1.993	1.850	0,2839	1.325	0,7161	2,5230	0,4685
10	2.736	1.731	1.588	0,3307	1.063	0,6693	2,0240	0,3758
12	2.498	1.493	1.350	0,3890	825	0,6110	1,5707	0,2916
14	2.273	1.268	1.125	0,4668	600	0,5332	1,1421	0,2121
16	2.060	1.055	912	0,5759	387	0,4241	0,7364	0,1367
17	1.971	966	823	0,6382	298	0,3618	0,5669	0,1053
18	1.913	908	765	0,6866	240	0,3134	0,4564	0,0847
19	1.878	873	730	0,7195	205	0,2805	0,3898	0,0724
20	1.860	855	712	0,7377	187	0,2623	0,3555	0,0660
21	1.848	843	700	0,7504	175	0,2496	0,3326	0,0618

τ	$\Delta M = \Delta M_M$	ΔG_{SM}	ΔU	ΔMR	$\Delta M / \Delta \tau$	$\Delta G_{SM} / \Delta \tau$	$\Delta U / \Delta \tau$	$\Delta MR / \Delta \tau$
[h]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]	[g / h]	[kg/kg/h]	[kg/kg/h]	[1/h]
0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	455	0,0246	0,8666	0,1609	228	0,0123	0,4333	0,0805
4	377	0,0271	0,7181	0,1333	189	0,0135	0,3590	0,0667
6	361	0,0348	0,6876	0,1277	181	0,0174	0,3438	0,0638
8	310	0,0407	0,5904	0,1096	155	0,0204	0,2952	0,0548
10	262	0,0468	0,4990	0,0927	131	0,0234	0,2495	0,0463
12	238	0,0583	0,4533	0,0842	119	0,0292	0,2267	0,0421
14	225	0,0778	0,4285	0,0796	113	0,0389	0,2143	0,0398
16	213	0,1091	0,4057	0,0753	107	0,0545	0,2028	0,0377
17	89	0,0623	0,1695	0,0315	89	0,0623	0,1695	0,0315
18	58	0,0484	0,1105	0,0205	58	0,0484	0,1105	0,0205
19	35	0,0329	0,0667	0,0124	35	0,0329	0,0667	0,0124
20	18	0,0182	0,0343	0,0064	18	0,0182	0,0343	0,0064
21	12	0,0127	0,0229	0,0042	12	0,0127	0,0229	0,0042

ПРИЛОГ

ЕКСПЕРИМЕНТ: 02-09-Л1 – ЧАЧАНСКА ЛЕПОТИЦА – Д-70°С

M_P	M_{T_0}	M_L	M_0	G_{K_0}	M_K	M_{M_0}	G_{SM_0}	M_{Msm}
[g]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]
41,5	4.491	985	3.506	0,0410	144	3.362	0,1566	527

τ	M_T	M	M_M	G_{SM}	M_{MW}	W	U	$MR=U/U_0$
[h]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]
0	4.491	3.506	3.362	0,1566	2.836	0,8434	5,3857	1,0000
2	3.959	2.974	2.830	0,1860	2.304	0,8140	4,3753	0,8124
4	3.491	2.506	2.362	0,2229	1.836	0,7771	3,4865	0,6474
6	3.074	2.089	1.945	0,2707	1.419	0,7293	2,6945	0,5003
8	2.722	1.737	1.593	0,3305	1.067	0,6695	2,0260	0,3762
10	2.462	1.477	1.333	0,3949	807	0,6051	1,5322	0,2845
12	2.232	1.247	1.103	0,4773	577	0,5227	1,0953	0,2034
14	2.068	1.083	939	0,5606	413	0,4394	0,7839	0,1455
16	1.943	958	814	0,6466	288	0,3534	0,5465	0,1015
17	1.891	906	762	0,6908	236	0,3092	0,4477	0,0831
18	1.852	867	723	0,7280	197	0,2720	0,3736	0,0694
19	1.829	844	700	0,7519	174	0,2481	0,3299	0,0613

τ	$\Delta M = \Delta M_M$	ΔG_{SM}	ΔU	ΔMR	$\Delta M / \Delta \tau$	$\Delta G_{SM} / \Delta \tau$	$\Delta U / \Delta \tau$	$\Delta MR / \Delta \tau$
[h]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]	[g / h]	[kg/kg/h]	[kg/kg/h]	[1/h]
0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	532	0,0294	1,0104	0,1876	266	0,0147	0,5052	0,0938
4	468	0,0369	0,8888	0,1650	234	0,0184	0,4444	0,0825
6	417	0,0478	0,7920	0,1471	209	0,0239	0,3960	0,0735
8	352	0,0598	0,6685	0,1241	176	0,0299	0,3343	0,0621
10	260	0,0644	0,4938	0,0917	130	0,0322	0,2469	0,0458
12	230	0,0823	0,4368	0,0811	115	0,0412	0,2184	0,0406
14	164	0,0833	0,3115	0,0578	82	0,0417	0,1557	0,0289
16	125	0,0861	0,2374	0,0441	63	0,0430	0,1187	0,0220
17	52	0,0441	0,0988	0,0183	52	0,0441	0,0988	0,0183
18	39	0,0372	0,0741	0,0138	39	0,0372	0,0741	0,0138
19	23	0,0239	0,0437	0,0081	23	0,0239	0,0437	0,0081

ПРИЛОГ

ЭКСПЕРИМЕНТ: 04-10-Л2 – МИЛДОРА– К-90°С

M_P	M_{T_0}	M_L	M_0	G_{K_0}	M_K	M_{M_0}	G_{SM_0}	M_{Msm}
[g]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]
23,0	4.013	1.010	3.003	0,0450	135	2.868	0,2563	735

τ	M_T	M	M_M	G_{SM}	M_{MW}	W	U	$MR=U/U_0$
[h]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]
0	4.013	3.003	2.868	0,2563	2.133	0,7437	2,9017	1,0000
1	3.585	2.575	2.440	0,3013	1.705	0,6987	2,3194	0,7993
2	3.197	2.187	2.052	0,3582	1.317	0,6418	1,7915	0,6174
3	2.918	1.908	1.773	0,4146	1.038	0,5854	1,4120	0,4866
4	2.683	1.673	1.538	0,4780	803	0,5220	1,0922	0,3764
5	2.516	1.506	1.371	0,5362	636	0,4638	0,8650	0,2981
6	2.365	1.355	1.220	0,6026	485	0,3974	0,6596	0,2273
7	2.254	1.244	1.109	0,6629	374	0,3371	0,5086	0,1753
8	2.169	1.159	1.024	0,7179	289	0,2821	0,3929	0,1354
8,5	2.140	1.130	995	0,7388	260	0,2612	0,3535	0,1218
9	2.126	1.116	981	0,7494	246	0,2506	0,3344	0,1153

τ	$\Delta M = \Delta M_M$	ΔG_{SM}	ΔU	ΔMR	$\Delta M / \Delta \tau$	$\Delta G_{SM} / \Delta \tau$	$\Delta U / \Delta \tau$	$\Delta MR / \Delta \tau$
[h]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]	[g / h]	[kg/kg/h]	[kg/kg/h]	[1/h]
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	428	0,0450	0,5823	0,2007	428	0,0450	0,5823	0,2007
2	388	0,0570	0,5279	0,1819	388	0,0570	0,5279	0,1819
3	279	0,0564	0,3796	0,1308	279	0,0564	0,3796	0,1308
4	235	0,0634	0,3197	0,1102	235	0,0634	0,3197	0,1102
5	167	0,0582	0,2272	0,0783	167	0,0582	0,2272	0,0783
6	151	0,0664	0,2054	0,0708	151	0,0664	0,2054	0,0708
7	111	0,0603	0,1510	0,0520	111	0,0603	0,1510	0,0520
8	85	0,0550	0,1156	0,0399	85	0,0550	0,1156	0,0399
8,5	29	0,0209	0,0395	0,0136	58	0,0419	0,0789	0,0272
9	14	0,0105	0,0190	0,0066	28	0,0211	0,0381	0,0131

ПРИЛОГ

ЭКСПЕРИМЕНТ: 04-10-Л5 – МИЛДОРА– Д-90°С

M_P	M_{T_0}	M_L	M_0	G_{K_0}	M_K	M_{M_0}	G_{SM_0}	M_{Msm}
[g]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]
23,0	4.017	1.012	3.005	0,0450	135	2.870	0,2563	736

τ	M_T	M	M_M	G_{SM}	M_{MW}	W	U	$MR=U/U_0$
[h]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]
0	4.017	3.005	2.870	0,2563	2.134	0,7437	2,9017	1,0000
1	3.569	2.557	2.422	0,3037	1.686	0,6963	2,2926	0,7901
2	3.170	2.158	2.023	0,3636	1.287	0,6364	1,7501	0,6031
3	2.866	1.854	1.719	0,4279	983	0,5721	1,3368	0,4607
4	2.668	1.656	1.521	0,4837	785	0,5163	1,0676	0,3679
5	2.493	1.481	1.346	0,5465	610	0,4535	0,8297	0,2859
6	2.362	1.350	1.215	0,6055	479	0,3945	0,6516	0,2246
7	2.246	1.234	1.099	0,6694	363	0,3306	0,4939	0,1702
8	2.165	1.153	1.018	0,7227	282	0,2773	0,3837	0,1322
8,5	2.137	1.125	990	0,7431	254	0,2569	0,3457	0,1191
9	2.126	1.114	979	0,7515	243	0,2485	0,3307	0,1140

τ	$\Delta M = \Delta M_M$	ΔG_{SM}	ΔU	ΔMR	$\Delta M / \Delta \tau$	$\Delta G_{SM} / \Delta \tau$	$\Delta U / \Delta \tau$	$\Delta MR / \Delta \tau$
[h]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]	[g / h]	[kg/kg/h]	[kg/kg/h]	[1/h]
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	448	0,0474	0,6091	0,2099	448	0,0474	0,6091	0,2099
2	399	0,0599	0,5425	0,1870	399	0,0599	0,5425	0,1870
3	304	0,0643	0,4133	0,1424	304	0,0643	0,4133	0,1424
4	198	0,0557	0,2692	0,0928	198	0,0557	0,2692	0,0928
5	175	0,0629	0,2379	0,0820	175	0,0629	0,2379	0,0820
6	131	0,0589	0,1781	0,0614	131	0,0589	0,1781	0,0614
7	116	0,0639	0,1577	0,0544	116	0,0639	0,1577	0,0544
8	81	0,0533	0,1101	0,0380	81	0,0533	0,1101	0,0380
8,5	28	0,0204	0,0381	0,0131	56	0,0409	0,0761	0,0262
9	11	0,0084	0,0150	0,0052	22	0,0167	0,0299	0,0103

ПРИЛОГ

ЭКСПЕРИМЕНТ: 02-10-Л5 – МИЛДОРА– К-70°С

M_P	M_{T_0}	M_L	M_0	G_{K_0}	M_K	M_{M_0}	G_{SM_0}	M_{Msm}
[g]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]
23,0	4.015	1.015	3.000	0,0450	135	2.865	0,2563	734

τ	M_T	M	M_M	G_{SM}	M_{MW}	W	U	$MR=U/U_0$
[h]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]
0	4.015	3.000	2.865	0,2563	2.131	0,7437	2,9017	1,0000
2	3.668	2.653	2.518	0,2916	1.784	0,7084	2,4291	0,8371
4	3.366	2.351	2.216	0,3314	1.482	0,6686	2,0178	0,6954
6	3.085	2.070	1.935	0,3795	1.201	0,6205	1,6352	0,5635
8	2.830	1.815	1.680	0,4371	946	0,5629	1,2879	0,4438
10	2.610	1.595	1.460	0,5029	726	0,4971	0,9883	0,3406
12	2.428	1.413	1.278	0,5746	544	0,4254	0,7404	0,2552
14	2.274	1.259	1.124	0,6533	390	0,3467	0,5307	0,1829
16	2.184	1.169	1.034	0,7102	300	0,2898	0,4081	0,1407
17	2.148	1.133	998	0,7358	264	0,2642	0,3591	0,1238
18	2.129	1.114	979	0,7501	245	0,2499	0,3332	0,1148

τ	$\Delta M = \Delta M_M$	ΔG_{SM}	ΔU	ΔMR	$\Delta M / \Delta \tau$	$\Delta G_{SM} / \Delta \tau$	$\Delta U / \Delta \tau$	$\Delta MR / \Delta \tau$
[h]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]	[g / h]	[kg/kg/h]	[kg/kg/h]	[1/h]
0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	347	0,0353	0,4726	0,1629	174	0,0177	0,2363	0,0814
4	302	0,0397	0,4113	0,1417	151	0,0199	0,2056	0,0709
6	281	0,0481	0,3827	0,1319	141	0,0241	0,1913	0,0659
8	255	0,0576	0,3473	0,1197	128	0,0288	0,1736	0,0598
10	220	0,0659	0,2996	0,1033	110	0,0329	0,1498	0,0516
12	182	0,0716	0,2479	0,0854	91	0,0358	0,1239	0,0427
14	154	0,0787	0,2097	0,0723	77	0,0394	0,1049	0,0361
16	90	0,0569	0,1226	0,0422	45	0,0284	0,0613	0,0211
17	36	0,0256	0,0490	0,0169	36	0,0256	0,0490	0,0169
18	19	0,0143	0,0259	0,0089	19	0,0143	0,0259	0,0089

ПРИЛОГ

ЭКСПЕРИМЕНТ: 02-10-Л2 – МИЛДОРА– Д-70°С

M_p	M_{T_0}	M_L	M_0	G_{K_0}	M_K	M_{M_0}	G_{SM_0}	M_{Msm}
[g]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]
23,0	4.017	1.013	3.004	0,0450	135	2.869	0,2563	735

τ	M_T	M	M_M	G_{SM}	M_{MW}	W	U	$MR=U/U_0$
[h]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]
0	4.017	3.004	2.869	0,2563	2.134	0,7437	2,9017	1,0000
2	3.605	2.592	2.457	0,2993	1.722	0,7007	2,3413	0,8069
4	3.286	2.273	2.138	0,3439	1.403	0,6561	1,9075	0,6574
6	3.004	1.991	1.856	0,3962	1.121	0,6038	1,5240	0,5252
8	2.761	1.748	1.613	0,4559	878	0,5441	1,1935	0,4113
10	2.547	1.534	1.399	0,5256	664	0,4744	0,9024	0,3110
12	2.375	1.362	1.227	0,5993	492	0,4007	0,6685	0,2304
14	2.242	1.229	1.094	0,6722	359	0,3278	0,4876	0,1680
16	2.157	1.144	1.009	0,7289	274	0,2711	0,3720	0,1282
17	2.129	1.116	981	0,7497	246	0,2503	0,3339	0,1151

τ	$\Delta M = \Delta M_M$	ΔG_{SM}	ΔU	ΔMR	$\Delta M / \Delta \tau$	$\Delta G_{SM} / \Delta \tau$	$\Delta U / \Delta \tau$	$\Delta MR / \Delta \tau$
[h]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]	[g / h]	[kg/kg/h]	[kg/kg/h]	[1/h]
0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	412	0,0430	0,5603	0,1931	206	0,0215	0,2802	0,0966
4	319	0,0447	0,4338	0,1495	160	0,0223	0,2169	0,0748
6	282	0,0523	0,3835	0,1322	141	0,0261	0,1918	0,0661
8	243	0,0597	0,3305	0,1139	122	0,0298	0,1652	0,0569
10	214	0,0697	0,2910	0,1003	107	0,0349	0,1455	0,0502
12	172	0,0737	0,2339	0,0806	86	0,0368	0,1170	0,0403
14	133	0,0729	0,1809	0,0623	67	0,0364	0,0904	0,0312
16	85	0,0566	0,1156	0,0398	43	0,0283	0,0578	0,0199
17	28	0,0208	0,0381	0,0131	28	0,0208	0,0381	0,0131

ПРИЛОГ

ЕКСПЕРИМЕНТ: 06-08-ЛЗ – ЧАЧАНСКА РОДНА– К-90°C

M_P	M_{T_0}	M_L	M_0	G_{K_0}	M_K	M_{M_0}	G_{SM_0}	M_{Msm}
[g]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]
36,8	4.510	1.000	3.510	0,0404	142	3.368	0,2270	765

τ	M_T	M	M_M	G_{SM}	M_{MW}	W	U	$MR=U/U_0$
[h]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]
0	4.510	3.510	3.368	0,2270	2.604	0,7730	3,4053	1,0000
1	3.945	2.945	2.803	0,2728	2.039	0,7272	2,6663	0,7830
2	3.412	2.412	2.270	0,3368	1.506	0,6632	1,9692	0,5783
3	3.093	2.093	1.951	0,3919	1.187	0,6081	1,5520	0,4558
4	2.828	1.828	1.686	0,4534	922	0,5466	1,2054	0,3540
5	2.609	1.609	1.467	0,5211	703	0,4789	0,9190	0,2699
6	2.437	1.437	1.295	0,5903	531	0,4097	0,6940	0,2038
7	2.317	1.317	1.175	0,6506	411	0,3494	0,5370	0,1577
8	2.222	1.222	1.080	0,7078	316	0,2922	0,4128	0,1212
8,5	2.183	1.183	1.041	0,7343	277	0,2657	0,3618	0,1062
9	2.158	1.158	1.016	0,7524	252	0,2476	0,3291	0,0966

τ	$\Delta M = \Delta M_M$	ΔG_{SM}	ΔU	ΔMR	$\Delta M / \Delta \tau$	$\Delta G_{SM} / \Delta \tau$	$\Delta U / \Delta \tau$	$\Delta MR / \Delta \tau$
[h]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]	[g / h]	[kg/kg/h]	[kg/kg/h]	[1/h]
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	565	0,0458	0,7390	0,2170	565	0,0458	0,7390	0,2170
2	533	0,0640	0,6971	0,2047	533	0,0640	0,6971	0,2047
3	319	0,0551	0,4172	0,1225	319	0,0551	0,4172	0,1225
4	265	0,0616	0,3466	0,1018	265	0,0616	0,3466	0,1018
5	219	0,0677	0,2864	0,0841	219	0,0677	0,2864	0,0841
6	172	0,0692	0,2250	0,0661	172	0,0692	0,2250	0,0661
7	120	0,0603	0,1569	0,0461	120	0,0603	0,1569	0,0461
8	95	0,0572	0,1243	0,0365	95	0,0572	0,1243	0,0365
8,5	39	0,0265	0,0510	0,0150	78	0,0530	0,1020	0,0300
9	25	0,0181	0,0327	0,0096	50	0,0361	0,0654	0,0192

ПРИЛОГ

ЕКСПЕРИМЕНТ: 06-08-Л4 – ЧАЧАНСКА РОДНА– Д-90°С

M_P	M_{T_0}	M_L	M_0	G_{K_0}	M_K	M_{M_0}	G_{SM_0}	M_{Msm}
[g]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]
36,8	4.502	992	3.510	0,0404	142	3.368	0,2270	765

τ	M_T	M	M_M	G_{SM}	M_{MW}	W	U	$MR=U/U_0$
[h]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]
0	4.502	3.510	3.368	0,2270	2.604	0,7730	3,4053	1,0000
1	3.856	2.864	2.722	0,2809	1.958	0,7191	2,5604	0,7519
2	3.344	2.352	2.210	0,3459	1.446	0,6541	1,8907	0,5552
3	3.014	2.022	1.880	0,4066	1.116	0,5934	1,4591	0,4285
4	2.737	1.745	1.603	0,4769	839	0,5231	1,0968	0,3221
5	2.525	1.533	1.391	0,5496	627	0,4504	0,8196	0,2407
6	2.362	1.370	1.228	0,6225	464	0,3775	0,6064	0,1781
7	2.255	1.263	1.121	0,6819	357	0,3181	0,4664	0,1370
8	2.174	1.182	1.040	0,7350	276	0,2650	0,3605	0,1059
8,5	2.152	1.160	1.018	0,7509	254	0,2491	0,3317	0,0974

τ	$\Delta M = \Delta M_M$	ΔG_{SM}	ΔU	ΔMR	$\Delta M / \Delta \tau$	$\Delta G_{SM} / \Delta \tau$	$\Delta U / \Delta \tau$	$\Delta MR / \Delta \tau$
[h]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]	[g / h]	[kg/kg/h]	[kg/kg/h]	[1/h]
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	646	0,0539	0,8449	0,2481	646	0,0539	0,8449	0,2481
2	512	0,0651	0,6696	0,1966	512	0,0651	0,6696	0,1966
3	330	0,0607	0,4316	0,1267	330	0,0607	0,4316	0,1267
4	277	0,0703	0,3623	0,1064	277	0,0703	0,3623	0,1064
5	212	0,0727	0,2773	0,0814	212	0,0727	0,2773	0,0814
6	163	0,0729	0,2132	0,0626	163	0,0729	0,2132	0,0626
7	107	0,0594	0,1399	0,0411	107	0,0594	0,1399	0,0411
8	81	0,0531	0,1059	0,0311	81	0,0531	0,1059	0,0311
8,5	22	0,0159	0,0288	0,0084	44	0,0318	0,0575	0,0169

ПРИЛОГ

ЕКСПЕРИМЕНТ: 07-08-ЛЗ – ЧАЧАНСКА РОДНА– К-70°С

M_P	M_{T_0}	M_L	M_0	G_{K_0}	M_K	M_{M_0}	G_{SM_0}	M_{Msm}
[g]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]
37,4	4.508	1.002	3.506	0,0404	142	3.364	0,2280	767

τ	M_T	M	M_M	G_{SM}	M_{MW}	W	U	$MR=U/U_0$
[h]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]
0	4.508	3.506	3.364	0,2280	2.597	0,7720	3,3860	1,0000
2	4.038	3.036	2.894	0,2650	2.127	0,7350	2,7732	0,8190
4	3.629	2.627	2.485	0,3086	1.718	0,6914	2,2401	0,6616
6	3.257	2.255	2.113	0,3630	1.346	0,6370	1,7551	0,5183
8	2.946	1.944	1.802	0,4256	1.035	0,5744	1,3497	0,3986
10	2.682	1.680	1.538	0,4986	771	0,5014	1,0055	0,2970
12	2.518	1.516	1.374	0,5581	607	0,4419	0,7917	0,2338
14	2.379	1.377	1.235	0,6209	468	0,3791	0,6105	0,1803
16	2.283	1.281	1.139	0,6733	372	0,3267	0,4853	0,1433
17	2.243	1.241	1.099	0,6977	332	0,3023	0,4332	0,1279
18	2.209	1.207	1.065	0,7200	298	0,2800	0,3889	0,1148
19	2.184	1.182	1.040	0,7373	273	0,2627	0,3563	0,1052
20	2.168	1.166	1.024	0,7488	257	0,2512	0,3354	0,0991

τ	$\Delta M = \Delta M_M$	ΔG_{SM}	ΔU	ΔMR	$\Delta M / \Delta \tau$	$\Delta G_{SM} / \Delta \tau$	$\Delta U / \Delta \tau$	$\Delta MR / \Delta \tau$
[h]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]	[g / h]	[kg/kg/h]	[kg/kg/h]	[1/h]
0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	470	0,0370	0,6127	0,1810	235	0,0185	0,3064	0,0905
4	409	0,0436	0,5332	0,1575	205	0,0218	0,2666	0,0787
6	372	0,0543	0,4850	0,1432	186	0,0272	0,2425	0,0716
8	311	0,0626	0,4054	0,1197	156	0,0313	0,2027	0,0599
10	264	0,0730	0,3442	0,1016	132	0,0365	0,1721	0,0508
12	164	0,0595	0,2138	0,0631	82	0,0298	0,1069	0,0316
14	139	0,0628	0,1812	0,0535	70	0,0314	0,0906	0,0268
16	96	0,0523	0,1252	0,0370	48	0,0262	0,0626	0,0185
17	40	0,0245	0,0521	0,0154	40	0,0245	0,0521	0,0154
18	34	0,0223	0,0443	0,0131	34	0,0223	0,0443	0,0131
19	25	0,0173	0,0326	0,0096	25	0,0173	0,0326	0,0096
20	16	0,0115	0,0209	0,0062	16	0,0115	0,0209	0,0062

ПРИЛОГ

ЕКСПЕРИМЕНТ: 07-08-Л2 – ЧАЧАНСКА РОДНА– Д-70°С

M_P	M_{T_0}	M_L	M_0	G_{K_0}	M_K	M_{M_0}	G_{SM_0}	M_{Msm}
[g]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]
37,4	4.515	1.010	3.505	0,0404	142	3.363	0,2280	767

τ	M_T	M	M_M	G_{SM}	M_{MW}	W	U	$MR=U/U_0$
[h]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]
0	4.515	3.505	3.363	0,2280	2.597	0,7720	3,3860	1,0000
2	3.712	2.702	2.560	0,2995	1.794	0,7005	2,3388	0,6907
4	3.203	2.193	2.051	0,3738	1.285	0,6262	1,6751	0,4947
6	2.856	1.846	1.704	0,4499	938	0,5501	1,2226	0,3611
8	2.616	1.606	1.464	0,5237	698	0,4763	0,9096	0,2686
10	2.452	1.442	1.300	0,5897	534	0,4103	0,6958	0,2055
12	2.337	1.327	1.185	0,6469	419	0,3531	0,5458	0,1612
14	2.259	1.249	1.107	0,6925	341	0,3075	0,4441	0,1312
16	2.205	1.195	1.053	0,7280	287	0,2720	0,3737	0,1104
17	2.182	1.172	1.030	0,7442	264	0,2558	0,3437	0,1015
18	2.172	1.162	1.020	0,7515	254	0,2485	0,3306	0,0976

τ	$\Delta M = \Delta M_M$	ΔG_{SM}	ΔU	ΔMR	$\Delta M / \Delta \tau$	$\Delta G_{SM} / \Delta \tau$	$\Delta U / \Delta \tau$	$\Delta MR / \Delta \tau$
[h]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]	[g / h]	[kg/kg/h]	[kg/kg/h]	[1/h]
0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	803	0,0715	1,0471	0,3093	402	0,0358	0,5236	0,1546
4	509	0,0743	0,6638	0,1960	255	0,0372	0,3319	0,0980
6	347	0,0761	0,4525	0,1336	174	0,0381	0,2262	0,0668
8	240	0,0737	0,3130	0,0924	120	0,0369	0,1565	0,0462
10	164	0,0660	0,2139	0,0632	82	0,0330	0,1069	0,0316
12	115	0,0572	0,1500	0,0443	58	0,0286	0,0750	0,0221
14	78	0,0456	0,1017	0,0300	39	0,0228	0,0509	0,0150
16	54	0,0355	0,0704	0,0208	27	0,0177	0,0352	0,0104
17	23	0,0162	0,0300	0,0089	23	0,0162	0,0300	0,0089
18	10	0,0073	0,0130	0,0039	10	0,0073	0,0130	0,0039

ПРИЛОГ

ЭКСПЕРИМЕНТ: 04-10-Л6 – СТЕНЛЕЈ – К-90°С

M_P	M_{T0}	M_L	M_0	G_{K0}	M_K	M_{M0}	G_{SM0}	M_{Msm}
[g]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]
43,1	4.504	1.002	3.502	0,0511	179	3.323	0,1947	647

τ	M_T	M	M_M	G_{SM}	M_{MW}	W	U	$MR=U/U_0$
[h]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]
0	4.504	3.502	3.323	0,1947	2.676	0,8053	4,1361	1,0000
1	4.035	3.033	2.854	0,2267	2.207	0,7733	3,4112	0,8247
2	3.648	2.646	2.467	0,2623	1.820	0,7377	2,8131	0,6801
3	3.274	2.272	2.093	0,3091	1.446	0,6909	2,2350	0,5404
4	2.978	1.976	1.797	0,3600	1.150	0,6400	1,7775	0,4298
5	2.719	1.717	1.538	0,4207	891	0,5793	1,3772	0,3330
6	2.511	1.509	1.330	0,4864	683	0,5136	1,0557	0,2552
7	2.327	1.325	1.146	0,5645	499	0,4355	0,7713	0,1865
8	2.196	1.194	1.015	0,6374	368	0,3626	0,5689	0,1375
8,5	2.135	1.133	954	0,6782	307	0,3218	0,4746	0,1147
9	2.088	1.086	907	0,7133	260	0,2867	0,4019	0,0972
9,5	2.055	1.053	874	0,7402	227	0,2598	0,3509	0,0848
10	2.035	1.033	854	0,7576	207	0,2424	0,3200	0,0774

τ	$\Delta M = \Delta M_M$	ΔG_{SM}	ΔU	ΔMR	$\Delta M / \Delta \tau$	$\Delta G_{SM} / \Delta \tau$	$\Delta U / \Delta \tau$	$\Delta MR / \Delta \tau$
[h]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]	[g / h]	[kg/kg/h]	[kg/kg/h]	[1/h]
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	469	0,0320	0,7249	0,1753	469	0,0320	0,7249	0,1753
2	387	0,0356	0,5981	0,1446	387	0,0356	0,5981	0,1446
3	374	0,0469	0,5781	0,1398	374	0,0469	0,5781	0,1398
4	296	0,0509	0,4575	0,1106	296	0,0509	0,4575	0,1106
5	259	0,0606	0,4003	0,0968	259	0,0606	0,4003	0,0968
6	208	0,0658	0,3215	0,0777	208	0,0658	0,3215	0,0777
7	184	0,0781	0,2844	0,0688	184	0,0781	0,2844	0,0688
8	131	0,0729	0,2025	0,0490	131	0,0729	0,2025	0,0490
8,5	61	0,0408	0,0943	0,0228	122	0,0815	0,1886	0,0456
9	47	0,0351	0,0726	0,0176	94	0,0703	0,1453	0,0351
9,5	33	0,0269	0,0510	0,0123	66	0,0539	0,1020	0,0247
10	20	0,0173	0,0309	0,0075	40	0,0347	0,0618	0,0149

ПРИЛОГ

ЭКСПЕРИМЕНТ: 04-10-Л1 – СТЕНЛЕЈ – Д-90°С

M_P	M_{T_0}	M_L	M_0	G_{K_0}	M_K	M_{M_0}	G_{SM_0}	$M_{M_{sm}}$
[g]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]
43,1	4.507	982	3.525	0,0511	180	3.345	0,1947	651

τ	M_T	M	M_M	G_{SM}	M_{MW}	W	U	$MR=U/U_0$
[h]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]
0	4.507	3.525	3.345	0,1947	2.694	0,8053	4,1361	1,0000
1	4.045	3.063	2.883	0,2259	2.232	0,7741	3,4267	0,8285
2	3.624	2.642	2.462	0,2645	1.811	0,7355	2,7802	0,6722
3	3.226	2.244	2.064	0,3155	1.413	0,6845	2,1691	0,5244
4	2.877	1.895	1.715	0,3798	1.064	0,6202	1,6332	0,3949
5	2.621	1.639	1.459	0,4464	808	0,5536	1,2401	0,2998
6	2.431	1.449	1.269	0,5132	618	0,4868	0,9484	0,2293
7	2.262	1.280	1.100	0,5921	449	0,4079	0,6889	0,1666
8	2.146	1.164	984	0,6619	333	0,3381	0,5108	0,1235
8,5	2.092	1.110	930	0,7004	279	0,2996	0,4278	0,1034
9	2.053	1.071	891	0,7310	240	0,2690	0,3679	0,0890
9,5	2.028	1.046	866	0,7521	215	0,2479	0,3296	0,0797

τ	$\Delta M = \Delta M_M$	ΔG_{SM}	ΔU	ΔMR	$\Delta M / \Delta \tau$	$\Delta G_{SM} / \Delta \tau$	$\Delta U / \Delta \tau$	$\Delta MR / \Delta \tau$
[h]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]	[g / h]	[kg/kg/h]	[kg/kg/h]	[1/h]
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	462	0,0312	0,7094	0,1715	462	0,0312	0,7094	0,1715
2	421	0,0386	0,6465	0,1563	421	0,0386	0,6465	0,1563
3	398	0,0510	0,6111	0,1478	398	0,0510	0,6111	0,1478
4	349	0,0642	0,5359	0,1296	349	0,0642	0,5359	0,1296
5	256	0,0666	0,3931	0,0950	256	0,0666	0,3931	0,0950
6	190	0,0668	0,2917	0,0705	190	0,0668	0,2917	0,0705
7	169	0,0789	0,2595	0,0627	169	0,0789	0,2595	0,0627
8	116	0,0698	0,1781	0,0431	116	0,0698	0,1781	0,0431
8,5	54	0,0384	0,0829	0,0200	108	0,0769	0,1658	0,0401
9	39	0,0307	0,0599	0,0145	78	0,0613	0,1198	0,0290
9,5	25	0,0211	0,0384	0,0093	50	0,0422	0,0768	0,0186

ПРИЛОГ

ЭКСПЕРИМЕНТ: 02-10-Л6 – СТЕНЛЕЈ – К-70°С

M_P [g]	M_{T_0} [g]	M_L [g]	M_0 [g]	G_{K_0} [kg/kg]	M_K [g]	M_{M_0} [g]	G_{SM_0} [kg/kg]	M_{Msm} [g]
43,1	4.525	1.003	3.522	0,0511	180	3.342	0,1947	651

τ [h]	M_T [g]	M [g]	M_M [g]	G_{SM} [kg/kg]	M_{MW} [g]	W [kg/kg]	U [kg/kg]	$MR=U/U_0$ [1]
0	4.525	3.522	3.342	0,1947	2.691	0,8053	4,1361	1,0000
2	4.133	3.130	2.950	0,2206	2.299	0,7794	3,5337	0,8543
4	3.745	2.742	2.562	0,2540	1.911	0,7460	2,9374	0,7102
6	3.418	2.415	2.235	0,2911	1.584	0,7089	2,4348	0,5887
8	3.116	2.113	1.933	0,3366	1.282	0,6634	1,9707	0,4765
10	2.834	1.831	1.651	0,3941	1.000	0,6059	1,5373	0,3717
12	2.575	1.572	1.392	0,4674	741	0,5326	1,1393	0,2755
14	2.380	1.377	1.197	0,5436	546	0,4564	0,8396	0,2030
16	2.255	1.252	1.072	0,6070	421	0,3930	0,6475	0,1566
17	2.198	1.195	1.015	0,6411	364	0,3589	0,5599	0,1354
18	2.156	1.153	973	0,6687	322	0,3313	0,4954	0,1198
19	2.119	1.116	936	0,6952	285	0,3048	0,4385	0,1060
20	2.092	1.089	909	0,7158	258	0,2842	0,3970	0,0960
21	2.068	1.065	885	0,7352	234	0,2648	0,3601	0,0871
22	2.050	1.047	867	0,7505	216	0,2495	0,3325	0,0804

τ [h]	$\Delta M = \Delta M_M$ [g]	ΔG_{SM} [kg/kg]	ΔU [kg/kg]	ΔMR [1]	$\Delta M / \Delta \tau$ [g / h]	$\Delta G_{SM} / \Delta \tau$ [kg/kg/h]	$\Delta U / \Delta \tau$ [kg/kg/h]	$\Delta MR / \Delta \tau$ [1/h]
0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	392	0,0259	0,6024	0,1457	196	0,0129	0,3012	0,0728
4	388	0,0334	0,5963	0,1442	194	0,0167	0,2981	0,0721
6	327	0,0372	0,5025	0,1215	164	0,0186	0,2513	0,0608
8	302	0,0455	0,4641	0,1122	151	0,0227	0,2321	0,0561
10	282	0,0575	0,4334	0,1048	141	0,0287	0,2167	0,0524
12	259	0,0733	0,3980	0,0962	130	0,0367	0,1990	0,0481
14	195	0,0761	0,2997	0,0725	98	0,0381	0,1498	0,0362
16	125	0,0634	0,1921	0,0464	63	0,0317	0,0961	0,0232
17	57	0,0341	0,0876	0,0212	57	0,0341	0,0876	0,0212
18	42	0,0277	0,0645	0,0156	42	0,0277	0,0645	0,0156
19	37	0,0264	0,0569	0,0137	37	0,0264	0,0569	0,0137
20	27	0,0206	0,0415	0,0100	27	0,0206	0,0415	0,0100
21	24	0,0194	0,0369	0,0089	24	0,0194	0,0369	0,0089
22	18	0,0153	0,0277	0,0067	18	0,0153	0,0277	0,0067

ПРИЛОГ

ЭКСПЕРИМЕНТ: 02-10-Л1 – СТЕНЛЕЈ – Д-70°С

M_P	M_{T_0}	M_L	M_0	G_{K_0}	M_K	M_{M_0}	G_{SM_0}	M_{Msm}
[g]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]
43,1	4.508	981	3.527	0,0511	180	3.347	0,1947	652

τ	M_T	M	M_M	G_{SM}	M_{MW}	W	U	$MR=U/U_0$
[h]	[g]	[g]	[g]	[kg/kg]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]
0	4.508	3.527	3.347	0,1947	2.695	0,8053	4,1361	1,0000
2	3.932	2.951	2.771	0,2352	2.119	0,7648	3,2522	0,7863
4	3.500	2.519	2.339	0,2786	1.687	0,7214	2,5892	0,6260
6	3.168	2.187	2.007	0,3247	1.355	0,6753	2,0797	0,5028
8	2.885	1.904	1.724	0,3780	1.072	0,6220	1,6454	0,3978
10	2.629	1.648	1.468	0,4439	816	0,5561	1,2525	0,3028
12	2.400	1.419	1.239	0,5260	587	0,4740	0,9011	0,2179
14	2.245	1.264	1.084	0,6012	432	0,3988	0,6632	0,1603
16	2.134	1.153	973	0,6699	321	0,3301	0,4929	0,1192
17	2.093	1.112	932	0,6993	280	0,3007	0,4299	0,1039
18	2.067	1.086	906	0,7194	254	0,2806	0,3900	0,0943
19	2.045	1.064	884	0,7373	232	0,2627	0,3563	0,0861
20	2.031	1.050	870	0,7492	218	0,2508	0,3348	0,0809

τ	$\Delta M = \Delta M_M$	ΔG_{SM}	ΔU	ΔMR	$\Delta M / \Delta \tau$	$\Delta G_{SM} / \Delta \tau$	$\Delta U / \Delta \tau$	$\Delta MR / \Delta \tau$
[h]	[g]	[kg/kg]	[kg/kg]	[1]	[g / h]	[kg/kg/h]	[kg/kg/h]	[1/h]
0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	576	0,0405	0,8840	0,2137	288	0,0202	0,4420	0,1069
4	432	0,0434	0,6630	0,1603	216	0,0217	0,3315	0,0801
6	332	0,0461	0,5095	0,1232	166	0,0230	0,2548	0,0616
8	283	0,0533	0,4343	0,1050	142	0,0267	0,2172	0,0525
10	256	0,0659	0,3929	0,0950	128	0,0330	0,1964	0,0475
12	229	0,0821	0,3514	0,0850	115	0,0410	0,1757	0,0425
14	155	0,0752	0,2379	0,0575	78	0,0376	0,1189	0,0288
16	111	0,0686	0,1703	0,0412	55	0,0343	0,0852	0,0206
17	41	0,0295	0,0629	0,0152	41	0,0295	0,0629	0,0152
18	26	0,0201	0,0399	0,0096	26	0,0201	0,0399	0,0096
19	22	0,0179	0,0338	0,0082	22	0,0179	0,0338	0,0082
20	14	0,0119	0,0215	0,0052	14	0,0119	0,0215	0,0052

БИОГРАФИЈА

Митровић В. Олга (девојачко Омаљев) рођена је 29.09.1963. у Крању, Словенија. Основну школу и Усмерено образовање завршила је у Београду. Пољопривредни факултет у Земуну, Одсек за прехранбenu технологију, Група конзервисања и врења завршила је 1987., са просечном оценом 9,06, и стекла звање Дипломирани инжењер пољопривреде за технологију конзервисања и врења. У Институту за воћарство у Чачку ради од 4.01.1988. као истраживач на истраживањима технологија прераде воћа, посебно технологије сушења шљиве. Незавршене последипломске студије на Пољопривредном факултету у Земуну наставила је уписом на Докторске академске студије, Одсек за прехранбenu технологију на истом факултету, у јуну 2007. године.

Учествовала је у реализацији више пројеката МНТР РС: у периоду 1994–1997. пројекат ТР-С.4.06.41.348.: „Развој и примена нових биотехнологија у производњи воћа и грожђа ради бољег искоришћавања њихових генетичких потенцијала“; 1998–2000. пројекат ТР-С.4.22.43.0003.: „Стварање и увођење у производњу нових генотипова воћака и винове лозе и примена савремених биотехнологија у њиховом гајењу“; 2001-2004. пројекат БТР.5.04.0525.Б: „Интродукција, стварање, проучавање и увођење у производњу нових сорти воћака и винове лозе побољшаних биолошких и привредних карактеристика“; 2002–2005. пројекат БТН.4.2.1.0728.Б: „Производи од шљиве – сува шљива, пекмез, паста од суве шљиве и ракија шљивовица“; 2005-2007. пројекат ТР–6882Б: „Стварање, одабирање и проучавање генотипова воћака бољих биолошко-привредних особина“; 2008-2010. пројекат ТР-20013 „Стварање и проучавање нових генотипова воћака и увођење савремених биотехнологија гајења воћака и прераде воћа“; од 1.01.2011. пројекат ТР-31093 „Утицај сорте и услова гајења на садржај биоактивних компоненти јагодастог и коштичавог воћа и добијање биолошки вредних производа побољшаним и новим технологијама“

Аутор је и коаутор 101 библиографске јединице.

Члан је Научно воћарског друштва Србије. Служи се енглеским језиком.

Удата је, мајка троје деце.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а _____ Олга Митровић

број уписа _____ 06/49

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

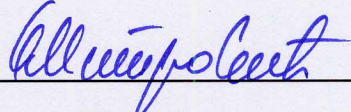
Кинетика сушења и квалитет сушених плодова најзначајнијих сората шљива у

_____ Србији

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, март, 2012.



Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Олга Митровић

Број уписа 06/49

Студијски програм Прехрамбена технологија

Наслов рада Кинетика сушења и квалитет сушених плодова најзначајнијих
сората шљива у Србији

Ментор др Виктор Недовић, ванредни професор, Пољопривредни факултет

Потписани Олга Митровић

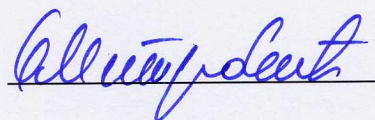
изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, март, 2012.



Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Кинетика сушења и квалитет сушених плодова најзначајнијих сората
шљива у Србији

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, март, 2012.

