

**JELENA B. ĐEROVSKI  
BRANISLAV M. KOLAR  
PREDRAG D. PUĐA**

Poljoprivredni fakultet, Zemun

UDK 637.35:637.05

## FUNKCIONALNE KARAKTERISTIKE RAZLIČITIH VRSTA KOMERCIJALNIH SIREVA

U radu su predstavljene metode ispitivanja pojedinih funkcionalnih karakteristika koje su važne ukoliko se sirevi koriste u proizvodnji pica i sličnih proizvoda. Ispitivane funkcionalne karakteristike su obuhvatile sposobnost ređanja, stepen izdvajanja ulja, rastegljivost, vreme topljenja– topivost. Metode su vršene na šest različitih vrsta komercijalnih sireva (kačkavalj, edamski sir, gauda, trapist, mocarela i beli sir u salamuri) sa ciljem određivanja njihovih funkcionalnih karakteristika i uočavanja razlika između pojedinih vrsta sireva.

Sirevi parenog testa, odnosno mocarela i kačkavalj, pokazuju izraženu superiornost u svim ispitivanim funkcionalnim karakteristikama. U tom smislu ovi sirevi imaju najveću sposobnost istežanja (mocarela 52,3cm, mladi kačkavalj 42,6cm) i najkraće vreme topljenja (93 sec).

Implementirane metode mogu se uspešno koristiti za utvrđivanje parametara pojedinih funkcionalnih karakteristika sireva koji bi pomogli sagledavanju kvaliteta sireva određene namene, kao i njihovu lakšu karakterizaciju i klasifikaciju.

**Ključne reči:** sir • vreme topljenja • stepen izdvajanja masti • rastegljivost

### UVOD

Poslednjih godina sirevi se velikim delom koriste kao ingredijenti u pripremi brojnih jela kao što su pice, hamburgeri, sendviči, koekstrudirani proizvodi, pro-

izvodi od mesa, gotova jela, pekarski proizvodi i "snack" proizvodi. Porast potrošnje sireva, posebno izražen u USA i zemljama zapadne Evrope, velikim delom se odnosi upravo na one vrste sireva koji se koriste u pripremi pica i dr., a obuhvataju mocarelu, kačkavalj i sl. (Fox, Guinee, Cogan, McSweeney, 2000)

Sirevi koji imaju specijalnu namenu i koriste se kao ingredijenti, pored tačno definisanog sastava, moraju posedovati i određene funkcionalne karakteristike, kako bi zadovoljili proizvođače, ali i same potrošače. Najvažnije funkcionalne karakteristike sireva namenjenih proizvodnji pica i sl. proizvoda su sposobnost ređanja, topivost, tečljivost, stepen izdvajanja masti i sposobnost istežanja.

U razvijenim zemljama ispitivanje funkcionalnih karakteristika je prisutno već dugi niz godina (Guinee, O'Callaghan 1997., Guinee, O'Callaghan, Donnell, 1998, Guinee, Mulholland, Mullins, Corcoran 1998, Kindstedt 1993 a, 1993b, 1995), ali u našoj zemlji ovakva ispitivanja su potpuno nova i metode su potpuno neistražene. Generalno, poslednjih godina su najviše proučavane funkcionalne karakteristike mocarele sa niskim sadržajem vlage (LMMC) jer ova vrsta sira ima veoma veliku popularnost i pokazuje izražen trend porasta potrošnje. (Guinee i sar. 1997, Kindstedt 1993a., 1993b., 1995., Olson, Bogenrief, 1995.)

Faktori koji utiču na funkcionalne karakteristike sireva su veoma brojni i uključuju tehnološki postupak proizvodnje, sastav sira, stepen zrelosti, obim proteolitičkih promena i dr. Stoga, veoma je razumljivo da različite vrste sireva poseduju potpuno različite funkcionalne karakteristike. Generalno je poznato da se sirevi parenog testa odlikuju veoma

podesnim funkcionalnim karakteristikama koje su poželjne u pripremi pica i sličnih proizvoda, ali da i unutar same vrste sira postoji velika raznolikost u funkcionalnosti koja je uslovljena brojnim parametrima. S tim u vezi, poslednjih godina najviše je istraživanja uticaja pojedinih faktora na funkcionalnost mocarele sa niskim sadržajem vode.

Funkcionalne karakteristike mocarele sa niskim sadržajem vode znatno se poboljšavaju tokom prve dve nedelje zrenja/skladištenja pri 4°C. Poboljšanje funkcionalnosti ovog sira tokom zrenja ogleda se u skraćanju vremena topljenja i prividne viskoznosti i povećanju tečljivosti i rastegljivosti koje nastaju kao posledica povećanja hidratacije proteina i oslobađanja masti tokom skladištenja koje su pak rezultat povećanja pH vrednosti, stepena primarne proteolize, rastvaranja kazeinskog kalcijuma. Skladištenjem dužim od 75 dana sirevi generalno postaju mekani i usled intenzivne proteolize i hidratacije proteina funkcionalnost se značajno smanjuje. (Guinee 1996, Guinee, Mulholland, Mullins, Corcoran, Auty 1998, Kindstedt 1993a, 1993b, 1995)

Apostolopoulos, Bines i Marshall (1994) navode da su topivost i stepen izdvajanja masti mocarele zavisni od tretmana nakon čedarizacije i sadržaja soli. U tom smislu, smanjenje sadržaja soli rezultira blagim opadanjem topivosti i stepena izdvajanja masti prilikom zagrevanja na pica podlozi.

Suprotno sirevima parenog testa, pre svega mocarele, brojni sirevi kao što su čedar, ementaler, analozi pica sirevi i dr. imaju slabije funkcionalne karakteristike koje se ogledaju u nedovoljno izraženoj rastegljivosti, intenzivnoj ili

Adresa autora:

Mr Jelena Đerovski, Poljoprivredni fakultet,  
11080 Zemun, Nemanjina 6,  
tel: 011/ 2615-315/117  
jelenadjerovski@agrifaculty.bg.ac.yu

nedovoljno tečljivo i slaboj žvkljivosti. Ipak, ovi sirevi, kao što je npr. čedar mogu se koristiti za poboljšanje ukusa te se stoga mogu dodavati u određenom stepenu zajedno sa sirevima parenog testa u proizvodnji tzv. brze hrane. U tom smislu poslednjih godina se sve više pažnje poklanja proučavanju funkcionalnosti drugih vrsta sireva kao i faktora koji utiču na pojedine osobine sira. (Guinee, Mullholland, Mullins, Corcoran, Auty 1998.)

Cilj našeg rada bio je da se definišu i implementiraju metode ispitivanja pojedinih važnih funkcionalnih karakteristika sireva (spособnost ređanja, vreme topljenja, sposobnost istezanja, stepen izdvajanja masti). U tom smislu, metode su vršene na različitim vrstama komercijalnih sireva (kačkavalj, edamski sir, gauda, trapist, mocarela, beli sir u salamuri) kako bi se utvrdile pomenute funkcionalne karakteristike kao i razlike između pojedinih vrsta sireva.

Ovim istraživanjima je definisan potpuno novi pristup ispitivanjima koji će u budućem radu moći da objasni mnoga pitanja koja se odnose na vezu vrste sira i funkcionalnih karakteristika, zatim relaciju sastava sireva i njihovih svojstava, kao i definisane parametre procene kvaliteta na osnovu funkcionalnih svojstava sireva i željene upotrebe sira.

## MATERIJAL I METOD RADA

Analize funkcionalnih karakteristika sireva vršene su u laboratoriji Odeljenja za tehnologiju mleka Poljoprivrednog fakulteta u Zemunu. Za analizu su korišćene sledeće vrste komercijalnih sireva: kačkavalj– mladi i stari («Imlek», Šid), edamski sir («Imlek» Vršac), gauda («Imlek» Vršac), trapist («Mlekoпродукт», Zrenjanin), mocarela («Siribela», Dobanovci) i beli sir u salamuri («Mica mlekarića», Bački Petrovac).

Analize funkcionalnih karakteristika sireva se mogu podeliti u dve kategorije: analize sireva pre termičkog tretmana (priprema uzorka i ispitivanje sposobnosti ređanja) i analize sireva nakon termičkog tretmana– topljenja (vreme topljenja, stepen izdvajanja masti i sposobnost istezanja).

### Analize sireva pre termičkog tretmana

#### Priprema uzorka

Pre analiziranja svi ispitivani uzorci sireva su skladišteni na temperaturi 4°C minimalno u toku 24h. Neposredno pre analiziranja, sirevi su vađeni iz frižidera i

isečani na kocke 2,5 cm, a zatim ređani na rendu pri čemu su rezanci dobijenog ređanog sira dužine 25 mm i širine 4 mm. Uzorci sireva pripremljeni na ovaj način korišćeni su za dalje analize ispitivanja funkcionalnih karakteristika sireva.

### Ispitivanje sposobnosti ređanja sireva

Uzorci, mase 18–20 g ( $m_0$ ), namenjeni ispitivanju sposobnosti ređanja pripremljeni su na način opisan u «pripremi uzorka». Nakon ređanja dobijeni celi rezanci su odvajani, brojani ( $N_1$ ) i potom mereni na tehničkoj vagi ( $m_1$ ). Sirna prašina koja je dobijena tokom ređanja je odvajana i posebno merena ( $m_2$ ). Udeo sirne prašine je prikazan kao procenat mase dobijene sirne prašine u odnosu na celokupnu masu ređanog uzorka sira (SP%).

Rezanci najboljeg izgleda i veličine su brojani ( $N_2$ , oko 20 rezanaca) i mereni ( $m_3$ ). Na osnovu toga određena je prosečna masa jednog idealnog rezanca ( $m_4$ ). Preko prosečne mase jednog idealnog rezanca ( $m_4$ ) i broja svih rezanaca ( $N_1$ ) ustanovljen je stepen odstupanja tokom ređanja pojedine vrste sira. Koeficijent lomljenja– K određen je kao  $K = m_4/m_1 \times 100$ .

Kao parametar sposobnosti ređanja sireva u analizi rezultata korišćeni su udeo sirne prašine (SP%) i koeficijent lomljenja (K).

### Analiziranje funkcionalnosti termički tretiranog– istopljenog sira

#### Određivanje vremena topljenja sireva

Ređani sir, pripremljen na prethodno opisan način, u količini od 0,173 g/cm<sup>2</sup>, odnosno 4,32 g sira, postavlja

se na površinu od nerđajućeg čelika oblika kocke 5×5 cm, a zatim stavlja u termostat (peć za žarenje) na određenu temperaturu (250°C i 280°C). U toku termičkog tretmana praćeno je vreme za koje će sve pojedinačne čestice da se potpuno istope i pretvore u homogenu tečnu masu. Vreme topljenja je izraženo u sekundama i analize su ponavljane četiri puta.

### Određivanje izdvajanja masti sireva tokom topljenja

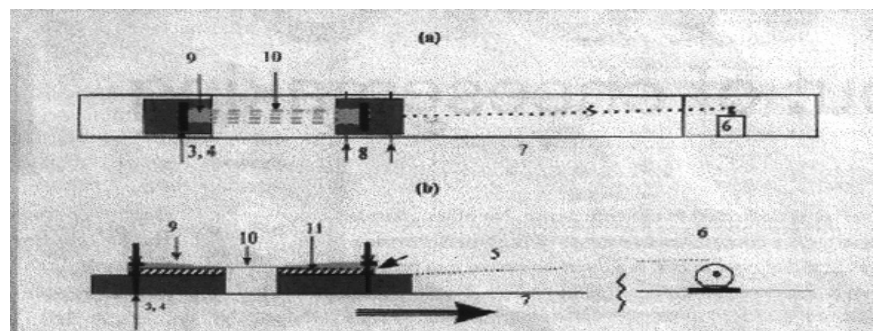
Uzorci ređanog sira, mase 4,32g, tokom topljenja postavljaju se na filter–papir dimenzija 14×14 cm koji se stavlja na definisanu površinu 5×5 cm tj. 25 cm<sup>2</sup>. Termički tretman sira se izvodi pri 250°C u toku 4 min. i pri 280°C u toku 3min.

Tokom topljenja deo izdvojene masti se upija na filter– papiru. Nakon vađenja uzoraka iz peći za žarenje, uzorci se ostavljaju 5 min. na sobnoj temperaturi, a zatim stavljaju u frižider u toku 10 min.. Površina izdvojene masti na filter– papiru je merena planimetrom. Step en izdvajanja masti je proraćunat kao procenat povećanja površine izdvojene masti u odnosu na površinu na koju je postavljen uzorak sira. Analize su ponavljane dva puta za svaku od navedenih temperatura.

### Ispitivanje sposobnosti istezanja sireva

Tegljivo odnosno sposobnost istezanja istopljenog sira na pečenoj pici određivana je metodom istezanja koja je u velikoj meri slična uslovima istezanja pri konzumiranju pica i sl. proizvoda.

Na površinu od nerđajućeg čelika stavlja se podloga za picu (presećena na dva jednaka dela). Sir pripremljen na prethodno opisan način ravnomerno je



Slika 1. PRIKAZ ISTEZANJA SIREVA (A), POGLED OD GORE I (B) POGLED SA STRANE

Picture 1. SCHEM OF TESTING OF CHEESE STRETCHABILITY (A) OVERHEAD AND (B) THE SIDE

raspoređen na pica podlogu. Za tu namenu koristili smo 60 g sira. Pripremljeni uzorak je tretiran u peći za žarenje na 280°C/3 min. Jedan minut nakon vađenja iz peći, pica podloga i uzorak sira su postavljani na aparaturu specijalno konstruisanu (prikazano na slici) za tu namenu. Podloga za picu sa istopljenim sirom se stavlja na dva spojena jednaka podmetača od nerđajućeg čelika, a zatim se vrši istezanje. Istezanje odnosno pomeranje jedne polovine podloge za picu se vršilo pri brzini oko 0,100 m/s. Odmicanjem dela podloge pice sa uzorkom sira merena je dužina istezanja sira. Analize su ponavljane tri puta za svaku vrstu sira.

## REZULTATI I DISKUSIJA

### Sposobnost rendanja različitih vrsta sireva

Sposobnost rendanja netopljenog sira je veoma važna funkcionalna osobina kada se sirevi koriste kao ingredijenti u pripremi pica i sličnih proizvoda. Ova osobina je u tesnoj vezi sa teksturom sira odnosno čvrstinom sirnog testa koje mora da obezbedi dobijanje ujednačenih veličina čestica rendanog sira i na taj način omogući pravilnu raspodelu tokom topljenja sira. Ukoliko su sirevi isuviše meki doći će do problema pri sečenju sira i stvaranja lepljivih agregata i, suprotno tome, ukoliko su sirevi previše

tvrdi i kruti doći će do nepoželjnog drobljenja sira. (Kindstedt 1993a, 1995)

U prikazanom ogledu sposobnost rendanja sireva je izražena preko procenta sirne prašine i koeficijenta lomljenja (tabela 1).

Prema predstavljenim podacima uočava se značajna razlika u sposobnosti rendanja različitih vrsta sireva. Najmanju sposobnost rendanja pokazuju beli sirevi u salamuri, jer kao što je poznato ova vrsta sireva poseduje izrazito lomljivu i krutu strukturu sirnog testa. Najveću sposobnost rendanja pokazuju sirevi holandskog tipa (edamski>trapist>gauda), što ukazuje na njihovu izrazitu plastičnost sirnog testa. Sirevi koje odlikuje visoka plastičnost sirnog testa pokazuju mali koeficijent lomljenja.

Karakteristike sirnog testa, a samim tim i sposobnosti rendanja sira, pod uticajem su brojnih faktora kao što su način proizvodnje, sastav i reološke karakteristike sira i stepen zrelosti. Pored toga, važno je istaći da sposobnost rendanja u velikoj meri zavisi od izbora upotrebljenog rendala ili neke druge mašine za usitnjavanje tj. rendanje uzorka sira.

### Vreme topljenja različitih vrsta sireva

Za ispitivanje sposobnosti topljenja odnosno topivosti sira, kao važne funkcionalne karakteristike mogu se koristiti brojne metode. U predstavljenom ek-

sperimentu topivost je posmatrana kroz mereno vreme toljenja na dve različite temperature 250°C i 280°C. (tabela 2, grafikon 2. i 3).

Vreme topljenja pri temperaturi 250°C za različite vrste sireva pokazuje relativno ujednačene vrednosti (tabela 2). Ipak, najveće vrednosti su uočene prilikom zagrevanja mladog kačkavalja, a najmanje vrednosti za beli sir u salamuri. Pri topljenju na 280°C vrednosti vremena topljenja između ispitivanih uzoraka sireva se u nešto većem obimu razlikuju nego pri topljenju na nižoj temperaturi. Analizom prikazanih rezultata značajno je zapaziti da pojedine vrste sireva koje pokazuju više vrednosti vremena topljenja na nižoj temperaturi, na višoj temperaturi pokazuju suprotan trend. Ovi podaci ukazuju na značajnost izbora temperature kako bi se omogućilo validno praćenje i upoređivanje rezultata. Literaturni podaci navode da se vreme topljenja sira meri pri temperaturi 280°C.

Najkraće vreme topljenja pri 280°C pokazuju sirevi parenog testa odnosno mladi i stari kačkavalj i mocarela, što ukazuje na dobre osobine topivosti ovih sireva. S druge strane, sirevi holandskog tipa i beli sir u salamuri imaju nešto veće vrednosti koje se kreću od 102–109 sekundi. Podaci u literaturi navode da sirevi dobrih funkcionalnih karakteristika treba da imaju vreme topljenja pri 280°C manje od 120 sec. U tom smislu posma-

Tabela 1. SPOSOBNOSTI RENDANJA RAZLIČITIH VRSTA SIREVA

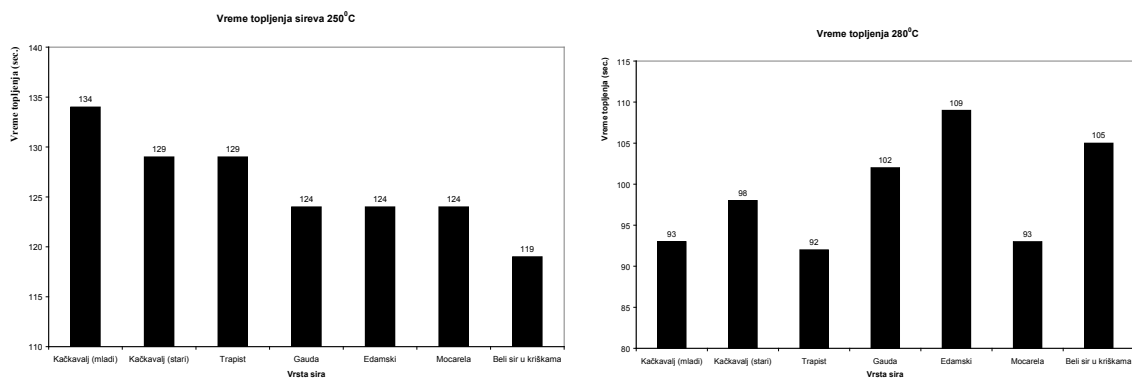
Table 1. SHREDDABILITY OF DIFFERENT CHEESES

Vrsta sira/Cheese types	Sposobnost rendanja/shreddability	
	Masa sirne prašine Mass of cheese ash (%)	Koeficijent lomljenja Fragility coefficient (%)
Iriški sir– kačkavalj (mladi) / young kashkaval	23.25	1.25
Iriški sir– kačkavalj (stari) / ripened kashkaval	16.08	1.30
Trapist / Trapist	11.74	1.28
Gauda / Gouda	13.30	0.95
Edamski sir / Edam cheese	8.08	1.01
Mocarela / Mozzarella	19.26	1.10
Beli sir u kriškama / White brined cheese	65.55	2.85

Tabela 2. VREME TOPLJENJA, STEPEN IZDVAJANJA MASTI I SPOSOBNOST ISTEZANJA RAZLIČITIH VRSTA SIREVA

Table 2. PROCESSING TIME, DEGREE OF FREE OIL AND STRETCHABILITY OF DIFFERENT CHEESES

Vrsta sira / Cheese types	Vreme topljenja Processing time (sec.)		Stepen izdvajanja masti Degree of free oil (cm <sup>2</sup> )		Sposobnost istezanja Stretchability (cm)
	250°C	280°C	250°C/4min.	280°C/3min.	
Kačkavalj (mladi) / Kashkaval (young)	134	93	28.70	26.15	42,6
Kačkavalj (stari) / Kashkaval (ripened)	129	98	38.50	40.90	–
Trapist / Trapist	129	92	28.75	22.45	32.0
Gauda / Gouda	124	102	23.95	17.45	36,6
Edamski sir / Edam cheese	124	109	18.05	19.35	41,7
Mocarela / Mozzarella	124	93	16.65	14.95	52,3
Beli sir u salamuri / White brined cheese	119	105	18.15	14.20	10,3



Grafik 2. VREME TOPLJENJA RAZLIČITIH VRSTA SIREVA PRI 250°C I 280°C  
Figure 2. PROCESSING TIME OF DIFFERENT CHEESES AT 250°C AND 280°C

jući ovu karakteristiku ispitivani sirevi pokazuju zadovoljavajuću funkcionalnost. Ipak, za praćenje kvaliteta sireva određene namene neophodno je celokupno sagledavanje svih funkcionalnih karakteristika sireva.

#### Stepen izdvajanja masti različitih vrsta sireva tokom topljenja

U predstavljenom eksperimentu stepen izdvajanja masti je posmatran kroz razliku površine nanosenog sira i površine izdvojene masti prilikom topljenja na različitim temperaturama (250°C i 280°C), (tabela 2. i na grafikoni 4. i 5).

Glavni faktor koji utiče na stepen izdvajanja masti tokom topljenja sira je inicijalni sadržaj masti u siru, odnosno veći sadržaj masti u suvoj materiji rezultuje u većem stepenu njenog izdvajanja tokom termičkog tretmana. Kada se sirevi podvrgavaju visokim temperaturama – topljenju, kazeinska mreža se steže usled favorizovanja hidrofobnih interakcija. Izlaskom vode iz sistema dolazi do formiranja velikih «rupa» između kazeinskih agregata, što dovodi do lakšeg izdvajanja masti. Takođe, topivost i stepen izdvajanja masti u velikoj meri zavise i

od toga u kojoj meri je mast uklopljena u proteinski matriks, odnosno sadržaja proteina, pre svega kazeina (Johnson, 2000).

Prikazani rezultati ukazuju da je trend izdvajanja masti veoma sličan kod različitih sireva bez obzira na primenjenu temperaturu termičkog tretmana.

Prema prikazanim podacima, najveći stepen izdvajanja masti pokazuje sir u tipu kačkavalja, i to viši stepen izdvajanja je pokazan kod starijeg sira (nakon 2 meseca zrenja). S obzirom da ova vrsta sira verovatno poseduje inicijalno najveći stepen masti, podaci su veoma očekivani. Veći stepen izdvajanja masti kod starijeg sira je verovatno posledica razgradnje proteinskog matriksa, kao i stepena narušavanja inicijalne strukture nastale koagulacijom mleka i procesom sinerezisa tokom zrenja sira. Ipak, za detaljnije sagledavanje uticaja hemijskog sastava na određene funkcionalne karakteristike potrebno je vršiti dalja ispitivanja, kako bismo došli do relacije određenih parametara hemijskog sastava i neke od funkcionalnih karakteristika sireva.

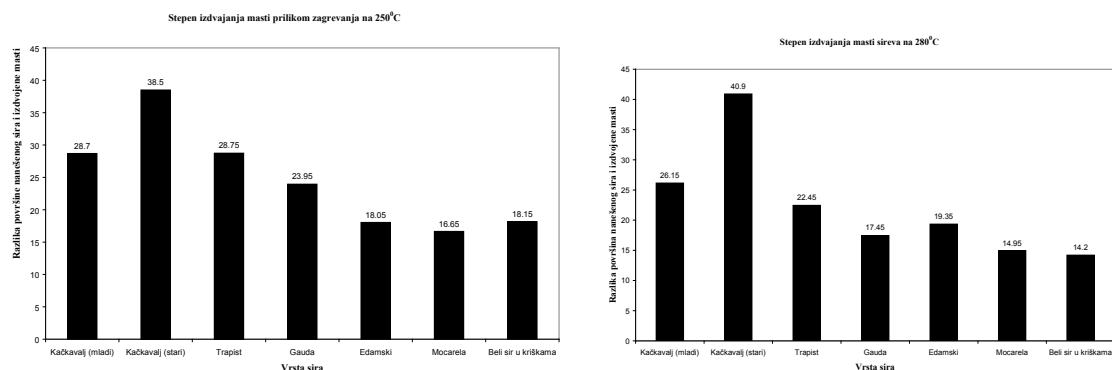
S druge strane, rezultati ukazuju na relativno nizak stepen izdvajanja masti kod mocarele sira, što je posledica verovatno niskog sadržaja masti u siru. Kindstedt (1995) navodi da se tokom prvih nekoliko nedelja skladištenja mocarele stepen izdvajanja masti znatno povećava, nakon čega se ustaljuje na konstantnom nivou (Guinee 1996, Guinee, Mullholland, Mullins, Corcoran, Auty 1998, Kindstedt 1993a, 1993b, 1995).

#### Sposobnost istežanja različitih vrsta sireva

Sposobnost istežanja je jedna od ključnih funkcionalnih osobina važnih za sireve koji se koriste u pripremi pica i sl. Rezultati ispitivanja sposobnosti istežanja različitih vrsta sireva su prikazani u tabeli 2. i na grafiku 6.

Iz prikazanih podataka se uočava postojanje značajne razlike među ispitivanim sirevima. Izražena raznolikost između pojedinih vrsta sireva je rezultat postojanja razlike u načinu proizvodnje, hemijskog sastava i teksturalnih osobina sireva.

Najveće vrednosti rastegljivosti pokazuju sirevi parenog testa (mocarela



Grafik 4. STEPEN IZDVAJANJA MASTI RAZLIČITIH VRSTA SIREVA PRILIKOM TOPLJENJA NA 250°C I 280°C  
Figure 4. THE DEGREE OF FREE OIL SEPARATION OF DIFFERENT CHEESES AT 250°C AND 280°C



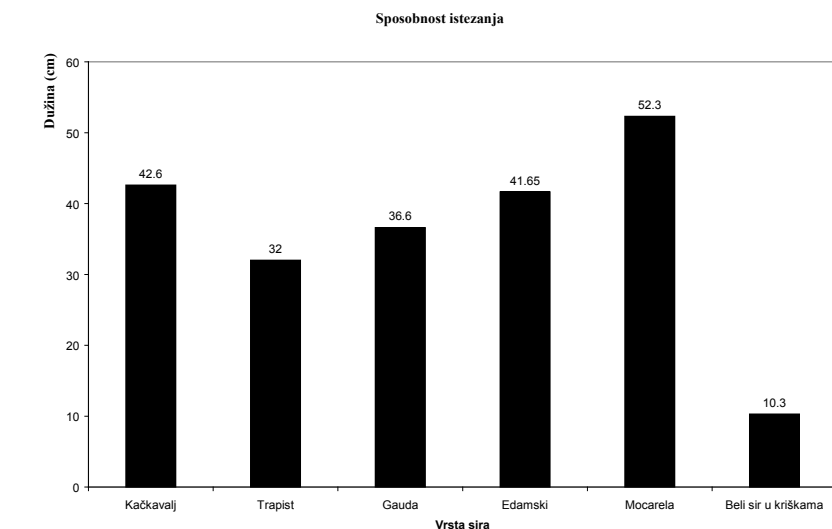
– 52.3cm i kačkavalj – 42.6cm). Podaci drugih autora navode da se rastegljivost sireva parenog testa kreće oko 80 cm, a da prihvatljiva rastegljivost treba da iznosi minimalno 75 cm. Neusaglašenosti brojnih vrednosti naših rezultata i literaturnih podataka ukazuju na pojedini metode i aparature za ispitivanje tegljivosti sireva.

Dobre karakteristike istežanja sireva parenog testa ubrajaju se u grupu sireva koji se u najvećoj meri koriste pri proizvodnji pica i sličnih proizvoda gde se zahteva ova osobina sira. Izražena, superiorna rastegljivost sireva parenog testa je pre svega posledica njihovog tehnološkog postupka proizvodnje. Tokom operacije parenja i rastežanja sirne grude, što je osnovna karakteristika postupka dobijanja ovih sireva, visoke temperature parenja i niska pH vrednost rezultiraju u agregiranju kazeina i kontrakciji lanaca parakazeinskog gela koji formiraju fibroznu strukturu vlakana sa velikom sposobnošću istežanja (Fox, Guinee, Cogan, McSweeney 2000).

Suprotno sirevima parenog testa, ostali sirevi imaju znatno manju sposobnost istežanja. Rezultati ukazuju na sledeći redosled sireva prema stepenu rastegljivosti: edamski > gauda > trapist > beli sir u salamuri. Beli sir u salamuri koga odlikuje krta i lomljiva struktura sirnog testa odlikuje se izrazito malom tegljivošću, koja je izražena u svega nekoliko centimetara. Mala sposobnost rastežanja navedenih sireva nije podjednaka te ove sireve ne bi trebalo koristiti u proizvodnji pica i sličnih proizvoda. Dobijeni podaci našeg eksperimenta su u saglasnosti sa literaturnim podacima (Fox, Guinee, Cogan, McSweeney 2000, Guinee, Mulholland, Mullins, Corcoran 1998).

Ipak, vrste sireva sa manje izraženim osobinama rastegljivosti se, u određenom stepenu, mogu mešati sa drugim sirevima i koristiti za poboljšanje ukusa proizvoda gde se dodaju kao ingredijenti.

Sposobnost istežanja sireva je rezultat tehnološkog postupka proizvodnje i zavisi od brojnih faktora. Sadržaj mlečne masti, masti u suvoj materiji i sadržaj rastvorljivih azotnih materija su, kao indikator primarne proteolize, u negativnoj korelaciji sa sposobnošću rastežanja sira. S druge strane, sadržaj vode u siru pozitivno utiče na ovu funkcionalnu karakteristiku sira. Usled toga, unutar iste vrste sira, sirevi sa izraženim proteolitičkim promenama i manjim sadržajem vode imaju manju sposobnost istežanja. Mladi čedar (15–35 dana



Grafik 6. SPOSOBNOST ISTEŽANJA RAZLIČITIH VRSTA SIREVA  
Figure 6. THE STRETCHABILITY OF DIFFERENT CHEESES

zrenja) ima dobru rastegljivost, slično mocareli sa niskim sadržajem vode, koja sa odmicanjem proteolize značajno opada. Kao i druge funkcionalne karakteristike, sposobnost istežanja mocarele sa niskim sadržajem vode se značajno poboljšava tokom prve dve nedelje skladištenja i zadržava se do oko 40–50-og dana (Guinee, Mulholland, Mullins, Corcoran, Auty 1998., Fox, Guinee, Cogan, McSweeney 2000., Kindstedt 1993a).

## ZAKLJUČAK

Funkcionalne karakteristike sireva koje su rezultat njihovog hemijskog sastava, fizičkih, reoloških i senzornih svojstava, veoma su značajne posebno ukoliko se sirevi koriste kao ingredijenti.

U ovom radu postavljene su metodološke osnove ispitivanja funkcionalnih karakteristika sireva koje su značajne za sireve koji se koriste u pripremi pica i obuhvataju sposobnost rendanja, rastegljivost, stepen izdvajanja masti i vreme topljenja. Ispitivanja pojedinih funkcionalnih karakteristika postavljenim metodama vršena su na različitim vrstama komercijalnih sireva. Razlike između pojedinih vrsta sireva su veoma jasno pokazane.

Sirevi holandskog tipa pokazuju najveću, dok sirevi u salamuri imaju najmanju sposobnost rendanja. Vreme topljenja ispitivanih sireva na 250°C je veoma blisko, dok su na višoj temperaturi uočena mala variranja. Najkraće vreme topljenja pri 280°C pokazuju sirevi parenog testa. Na obe ispitivane temperature (250°C/4min. i 280°C/3min.) izdvajanje masti je najveće kod iriškog sira u tipu

kačkavalja, a najmanje kod mocarele. Sposobnost istežanja je najveća kod sireva parenog testa, a najmanja kod belih sireva u salamuri.

Prema dobijenim rezultatima i analizom literaturnih podataka možemo zaključiti da se postavljene metode ispitivanja mogu sa uspehom koristiti za evaluaciju funkcionalnih karakteristika sireva koji se koriste u pripremi brze hrane. Na osnovu utvrđenih vrednosti funkcionalnih karakteristika može se zaključiti da sirevi parenog testa u najvećoj meri poseduju svojstva koja su poželjna za njihovou upotrebu u proizvodnji pica i sličnih proizvoda.

## LITERATURA

1. Apostolopoulos, C., Bines, V., E., Marshall, R., J.: Effect of post cheddaring manufacturing parameters on the meltability and free oil of mozzarella cheese, *Journal of the Society of Dairy technology*, 47, 3, (1994), 84–87.
2. Fox P., F., Guinee, T., P., Cogan, T., M., McSweeney, P., L., H.: *Fundamentals of cheese science*, ISBN 0–8342–1260–9, Aspen Publishers, Inc. (2000).
3. Guinee, T., P.: Changes in low moisture mozzarella cheese on ageing, *Dairy Products Research Center, Moorepark, Co Cork, Ireland*, nepublikovani podaci, (1996).
4. Guinee, T., P., Mulholland, E., O., Mullins, C., Corcoran, M., O.: The compositional and functional characteristics of different cheeses used in pizza pie, *Dairy Products Research Center, Moorepark, Co Cork, Ireland*, nepublikovani podaci., (1998).
5. Guinee, T., P., Mulholland, E., O., Mullins, C., Corcoran, M., O., Auty, M.: *Pizza cheese quality: Effects of processing and ripening*, Dairy Products Research Centre, Moorepark, Project, DPRC, No. 7., (1998).
6. Guinee, T., P., O'Callaghan, D.: The use of a simple empirical method for objective quantification of stretchability of cheese on

- cooked pizza pies, *Journal of Food Engineering*, 31, (1997) 147–161.
7. Guinee, T., P., O'Callaghan, D., J., O., Donnell, H., J.: Stretching the limits of cheese testing, *Europien Dairy Magazine* (1998) 28–30.
  8. Johnson, M.,: The melt and stretch of cheese, *Dairy pipeline*, *Technical Resources for Dairy Manufactures*, 12, 1, (2000).
  9. Kindstedt, P., S.: Effect of manufacturing factors, composition and proteolysis on the functional characteristics of mozzarella cheese, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 33 (2), (1993a) 167–187.
  10. Kindstedt, P., S.: Mozzarella and pizza cheese, in: *Cheese: chemistry, physics and microbiology*, 2nd ed.: Fox, P., F., Chapman & Hall, ISBN 0412535106, 337–362. (1993b).
  11. Kindstedt, P., S.: Factors affecting the functional characteristics of unmelted and melted mozzarella cheese, *Chemistry of structure-function relationship in cheese*, Ed.: Malin, E., L., Tunick, M., H., Plenum Press, New York, (1995) 27–41.
  12. Olson, N., F., Bogenrief, D., D.: Functionality of mozzarella and cheddar cheeses, 4th *Cheese Symposium*, Ed. Cogan, T., M., Fox, P., F., Ross, R., P., University College, Cork, Ireland. (1995).

## FUNCTIONAL PROPERTIES OF DIFFERENT COMMERCIAL CHEESES

Jelena B. Đerovski, Branislav M. Kolar, Predrag D. Puđa  
Faculty of Agriculture, Belgrade

### Summary

The functional properties displayed by cheese upon cooking are of importance if cheese is used as an ingredient in many applications, especially pizza pie, cheeseburgers, sandwiches etc. The methods of determination of some important cheese functional characteristics which involved degree of free oil, stretchability, meltability, flowability, are presented in this paper. The current study was undertaken to determinate and compare the functional properties of six different cheeses (kashkaval, edam cheese, gouda, trapist, mozzarella and white brined cheese).

Pasta filata cheeses, particular mozzarella and kashkaval, had generally superior stretchability (mozzarella 52.3, young kashkaval 42.6cm) and good flowability (melt time 93 sec.) compared to others.

The implemented methods can be efficiently used for determination of some parameters of functional cheese characteristics which enable to establish quality, as well as easier characterization and classification of cheeses.

**Key words:** cheese • meltability • free oil formation • stretchability