

OGNJEN D. MAČEJ
SNEŽANA T. JOVANOVIĆ
SANJA V. SERATLIĆ

Poljoprivredni fakultet,
Beograd

637.12:543.641+637.04

UTICAJ SADRŽAJA SUVE MATERIJE I KOLIČINE DODATOG INDIKATORA FENOLFTALEINA NA TITRACIONU KISELOST I pH MLEKA

U radu je ispitivana dinamika porasta titracione kiselosti sa povećanjem sadržaja suve materije bez masti (SMBM) u uzorcima od rekonstituisanog obranog mleka u prahu. Sadržaj SMBM je podešen na 7,5% (uzorci A), 8% (uzorci B), 8,5% (uzorci C) i 9% SMBM (uzorci D).

Paralelno s tim je ispitivan uticaj količine dodatog indikatora fenolftaleina, koji je u količini od 3 kapi, 5 kapi i 1 ml dodavan prilikom određivanja titracione kiselosti modifikovanom metodom Soxlet-Henkela (metoda po Morresu).

Na osnovu rezultata istraživanja može se uočiti linearan porast titracione kiselosti sa povećanjem sadržaja SMBM. S druge strane, kada se posmatra uticaj količine dodatog indikatora, može se ustanoviti značajno opadanje titracione kiselosti sa povećanjem količine indikatora. Ukoliko se prilikom titracione metode koristi 1 ml fenolftaleina kao indikatora, rezultati su pokazali znatno niže vrednosti titracione kiselosti u odnosu na količinu dodatog indikatora od 3 i 5 kapi fenolftaleina. Najveća razlika uočava se prilikom titracije uzoraka sa 7,5% SMBM, gde su vrednosti za titraciju kiselost bile čak za 1,18°SH (19,19%) niže kada je uzorcima dodavano 1 ml u odnosu na one kojima je dodavano 3 kapi fenolftaleina.

Što se promene pH vrednosti tiče, rezultati istraživanja su pokazali nezna-

tan pad pH (u proseku za 0,03 pH jedinice) sa povećanjem količine dodatog indikatora sa 3 na 5 kapi, dok je prilikom dodavanja 1 ml fenolftaleina pad pH vrednosti bio nešto viši (0,3 pH jedinice).

Ključne reči: Titraciona kiselost • Sadržaj suve materije bez masti (SMBM) • Indikator fenolftalein • Puferni kapacitet mleka • Kazein • Soli mleka

UVOD

Odmah nakon muže mleko ima blago kiseli karakter koji odgovara prosečnoj vrednosti pH 6,6. Kiselost koju mleko pokazuje odmah nakon muže naziva se prvobitna (prirodna, nativna) kiselost i posledica je prisustva kazeina, soli mleka, askorbinske kiseline i u manjoj meri ugljendioksida, koji dospeva iz vazduha. Međutim, nakon muže usled prisustva mikroorganizama dospelih iz spoljašnje sredine, dolazi do fermentacije laktoze i stvara se određena količina mlečne i drugih kiselina koje povećavaju kiselost mleka. Ovako nastala kiselost predstavlja dopunsku (stvorenju, suplementarnu) kiselost. Prirodna i dopunska kiselost čine ukupnu kiselost mleka, koja se određuje titracijom jakom bazom određenog molariteta i naziva se titraciona kiselost.

Titraciona kiselost svežeg mleka rezultat je kiselinskih svojstava njegovih komponenti, kao i njihovog pufernog dejstva. Kiselinska svojstva kazeina su jače izražena usled povećanog sadržaja monoamino-dikarbonskih (29,5%) u odnosu na diamino-monokarbonske kiseline (samo 12,3%), a kiselinskom

karakteru doprinosi i fosforna kiselina kao sastavni deo kazeina. U zavisnosti od reakcije sredine, kazein može imati i bazna svojstva.

Eksperimentalno je utvrđeno da na kazein otpada samo 20–25% titracione kiselosti mleka, što je mnogo manje nego vrednost titracione kiselosti kazeina izdvojenog iz mleka pri njegovoj izoelektričnoj tački. Ovo se objašnjava činjenicom da se kazein u mleku nalazi u vidu skoro neutralne soli, tako da kazein u 100 ml mleka može da veže samo 3–4 ml 0,1 M NaOH. (2)

Oko 20–25% titracione kiselosti otpada na ostale sastojke: kisele soli, ugljen-dioksid i vitamin C. Prisustvo ugljen-dioksida utiče na reakciju mleka, pa samim tim i na odnos rastvorljivih i nerastvorljivih soli, kao i na stepen disocijacije i prisustvo pojedinih jona u mleku. Uklanjanjem ugljen-dioksida titraciona kiselost se smanjuje, što odgovara manjem utrošku rastvora 0,1 M NaOH od približno 1,9 ml na 100 ml mleka (2).

Najveći deo titracione kiselosti otpada na savlađivanje pufernih svojstava proteina, pre svega kazeina i kiselih soli mleka. Pufernost se izražava pufernim kapacitetom sistema i definiše se kao broj mililitara decimolarnog rastvora NaOH ili HCl potrebnih da se pH promeni za jedan. Puferni kapacitet mleka je različit u različitim pH intervalima, a najveći je u predelu pH 4–6 (2).

Pufernost kazeina i uopšte proteina proizilazi iz činjenice da dodavanje jake baze mleku dovodi do obrazovanja proteinata (u ovom slučaju alkil-ka-

Adresa autora: Prof. dr Ognjen D. Mačej, redovni profesor, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Zemun. Tel.: 011/615-315 lok. 368

zeinata), koji su vrlo slabo disosovani, dok je dodata baza (npr. NaOH) u nezvanom obliku potpuno disosovana.

Usled neutralizacije jednog dela kiselinskih grupa u kazeinu dolazi do povećanja disocijacije ostalih COOH i drugih kiselinskih grupa, što se takođe ispoljava kao otpor reakciji sredine. To znači da se prilikom dodavanja jake baze mleku, reakcija sredine neće bitno promeniti pre nego proteini budu neutralisani pri određenoj pH vrednosti.

Od soli, najveće puferne osobine imaju fosfati, zbog slabije disocijacije u odnosu na dodatu bazu, dok se citrati odlikuju vrlo malim pufernim dejstvom u mleku.(5)

Kiselost svežeg mleka se u proseku kreće u intervalu 16–18°T (odnosno 6,4–7,2°SH). Aktivna kiselost mleka se kreće u širim granicama pH 6,3–6,9, a najčešće od 6,5–6,7, odnosno u proseku oko pH 6,6 (10).

Prilikom određivanja titracione kiselosti mleka mogu da nastanu greške kao rezultat:

- upotrebe nekvalitetnih hemikalija;
- nepažnje prilikom samog postupka titracije;
- metodološke greške (dodavanje različitih količina indikatora prilikom titracije, brza titracija, neadekvatno posuđe u kojem se titracija vrši, neblagovremeno uočavanje promene boje indikatora, odnosno kraja titracije).

Naime, po modifikovanoj metodi Soxlet-Henkela (metodi po Morresu) u uzorke mleka se dodaje 1 ml, a po metodi Thörnera 5 kapi fenolftaleina kao indikatora. S obzirom da je fenolftalein slaba organska kiselina, za njegovu neutralizaciju se takođe troši određena količina baze. To znači da promena boje ne zavisi samo od kiselosti mleka (koncentracije H⁺ jona u mleku), već i od količine dodatog indikatora. S druge strane, neprozirnost mleka kao složenog polidisperznog sistema utiče da se kraj titracije sporije uočava, pa je potrebno dodati veću količinu indikatora.

Iz prethodne konstatacije sledi da ukoliko se doda manja količina indikatora, kraj titracije se uočava pri nešto većoj vrednosti pH, dakle pri većem utrošku baze. S obzirom da se kod modifikovane metode po Soxlet-Henkela (metoda po Morresu) koriste male

količine mleka (20 ml), nastala bi i do 10 puta veća greška (6).

Zbog toga je cilj istraživanja bio da se ustanovi:

1) Uticaj sadržaja suve materije, a samim tim i sadržaja kiselih komponenta u mleku na titracionu kiselost mleka, za čije određivanje je korišćena modifikovana metoda po Soxlet-Henkela (metoda po Morresu)

2) Uticaj količine dodatog fenolftaleina, koji se dodaje kao indikator u količinama od 3 kapi, 5 kapi i 1 ml, na titracionu kiselost mleka, za čije određivanje je korišćena takođe metoda po Morresu.

MATERIJAL I METODE RADA

Za analizu je korišćeno rekonstituisano obrano mleko u prahu sa različitim sadržajem suve materije, odnosno suve materije bez masti (SMBM), kako bi se obezbedila konstantnost hemijskog sastava sirovine u svakom ponavljanju. Mleko nije termički tretirano. Sve analize su izvršene u laboratoriji za tehnologiju mleka na Poljoprivrednom fakultetu u Zemunu.

U okviru rada izvršene su sledeće analize:

- 1) Analize obranog mleka u prahu:
 - određivanje sadržaja suve materije standardnom metodom sušenja na 102±10C IDF/ISO/AOAC;
 - određivanja sadržaja mlečne masti metodom po Gerberu;
 - određivanje sadržaja proteina metodom po Kjeldahlu;
 - određivanje sadržaja laktoze metodom po IDF/ISO/AOAC;
 - određivanje sadržaja pepela metodom po IDF/ISO/AOAC;
 - određivanje stepena rastvorljivosti metodom sušenja.
- 2) Analize rekonstituisanog mleka u prahu:
 - određivanje sadržaja suve materije standardnom metodom sušenja na 102±10C IDF/ISO/AOAC;
 - određivanje sadržaja proteina metodom po Kjeldahlu;
 - određivanje sadržaja laktoze metodom po IDF/ISO/AOAC;
 - određivanje sadržaja pepela metodom po IDF/ISO/AOAC;
 - određivanje titracione kiselosti mleka metodom po Morresu;

- određivanje pH vrednosti pomoću pH-metra sa kombinovanim elektrodom, model Sentron 1001.

Pri rekonstituciji obranog mleka u prahu % SMBM podešen je na četiri nivoa: 7,5% SMBM (uzorci A), 8,0% SMBM (uzorci B), 8,5% SMBM (uzorci C) i 9,0% SMBM (uzorci D).

Titraciona kiselost je određivana u uzorcima kojima je dodato 3 kapi, 5 kapi i 1 ml fenolftaleina kao indikatora.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Rezultati analiza obranog mleka u prahu

Rezultati analiza obranog mleka u prahu (tabela 1) pokazali su zadovoljavajući kvalitet ove polazne sirovine.

Rezultati analiza rekonstituisanog mleka

Rezultati analiza rekonstituisanog mleka prikazani su u tabeli 2. Sva mleka dobijena rekonstitucijom bila su u potpunosti rastvorena i nije se izdvajao talog nerastvorenih čestica.

Rezultati ispitivanja uticaja dodatog fenolftaleina

Rezultati ispitivanja uticaja dodatog fenolftaleina kao indikatora u količini od 3 kapi, 5 kapi i 1ml na titracionu kiselost i pH mleka različitog sadržaja SMBM (7,5; 8,0; 8,5 i 9,0 %SMBM) prikazani su u tabeli 3.

Na osnovu podataka prikazanih u tabeli 3. može se ustanoviti da sa povećanjem sadržaja SMBM očekivano raste i titraciona kiselost uzoraka mleka. Razlika u titracionoj kiselosti između uzoraka sa 7,5% i 8% SMBM prosečno je iznosila 0,48°SH; zatim je kod uzoraka sa 8% i 8,5% SMBM razlika bila nešto manja i iznosila u proseku 0,28°SH, dok je prosečna razlika kod uzoraka sa 8,5% i 9% SMBM iznosila 0,46°SH. To se može objasniti povećanim sadržajem proteina i soli mleka kao nosioca kiselinskih svojstava mleka. S obzirom da pomenute supstance poseduju puferna svojstva, veliki deo kiselosti otpada i na savlađivanje pufernog kapaciteta, pa se samim tim sa povećanjem komponenti mleka koje vezuju bazu povećava i količina utrošene baze.

S druge strane, pH vrednost nakon titracije pokazuje blagu tendenciju

porasta, s obzirom da sa povećanjem sadržaja suve materije raste i stabilnost pH sredine. Stoga je razlika u promeni titracione kiselosti izraženija, dok je promena pH vrednosti skoro neznatna kod uzoraka sa različitim sadržajem SMBM. Tako je porast pH vrednosti kod uzoraka sa 8% SMBM iznosio 0,02 pH jedinice u odnosu na pH vrednost uzoraka sa 7,5% SMBM, a takođe i kod uzoraka sa 9% SMBM u odnosu na uzorke sa 8,5% SMBM, dok se kod uzoraka sa 8,5% SMBM u odnosu na uzorke sa 8% SMBM pH vrednost povećala za samo 0,01 pH jedinicu.

Međutim, ukoliko posmatramo uticaj različitog sadržaja SMBM na titracionu kiselost mleka pri različitoj količini dodatog fenolftaleina, možemo ustanoviti znatno veće razlike u vrednosti kako titracione kiselosti, tako i pH vrednosti u zavisnosti od količine dodatog indikatora.

a) Kada je u pitanju promena titracione kiselosti, rezultati iz tabele 3. pokazuju da se sa povećanjem količine dodatog indikatora smanjuje vrednost titracione kiselosti, odnosno smanjuje utrošak rastvora NaOH za titraciju. Količina dodatog fenolftaleina pokazuje izuzetan uticaj na vrednosti dobijenih rezultata, gde je najveća razlika ustanovljena za slučaj kada je korišćen 1 ml u odnosu na 3 kapi fenolftaleina, a koja je iznosila čak 1,18°SH (što predstavlja smanjenje za 19,19%) kod uzoraka A, odnosno uzoraka sa najmanjim sadržajem SMBM. Sa povećanjem sadržaja SMBM ova razlika se smanjivala, odnosno iznosila 1,12°SH (smanjenje za 16,97%) kod uzoraka B, odnosno 0,96°SH (smanjenje za 14,10%) kod uzoraka C i 1,08°SH (smanjenje od 14,73%) kod uzoraka D.

Ukoliko uporedimo rezultate titracione kiselosti prilikom dodavanja 5 kapi i 1 ml fenolftaleina, možemo zapaziti nešto manja variranja, koja su iznosila 0,88°SH (15,04%) kod uzoraka A; 0,86°SH (13,56%) kod uzoraka B; 0,75°SH (11,36%) kod uzoraka C i 0,80°SH (11,35%) kod uzoraka D. Znatno niže razlike u titracionoj kiselosti javljale su se prilikom dodavanja 3 i 5 kapi fenolftaleina i iznosile su: 0,30°SH (4,88%) kod uzoraka A; 0,26°SH (3,94%) kod uzoraka B; 0,21°SH (3,08%) kod uzoraka C i 0,28°SH (3,82%) kod uzoraka D.

b) Kada je u pitanju promena pH vrednosti, razlike u pH vrednosti mleka

Tabela 1. POKAZATELJI KVALITETA OBRANOG MLEKA U PRAHU

Komponenta	OMP masa (g/100 g)	Srednja vred. (g/100 g)	Opseg variranja (g)
Voda	5,37	4,30	2,87–5,85
Proteini	32,70	35,0	33,9–35,6
Mlečna mast	0,84	0,97	0,5–1,5
Ugljeni hidrati	53,21	51,90	49,1–55,2
Mineralne materije	7,88	7,80	7,49–8,0
Suva materija	94,63	96,47	94,15–97,13

Tabela 2. HEMIJSKI SASTAV REKONSTITUISANOG MLEKA

Uzorak mleka	Izračunati pokazatelji	Ispitivani pokazatelji					
		SM (%)	MM (%)	SMBM (%)	Proteini (%)	Laktoza (%)	Pepeo (%)
Mleko A	x	7,63	0,05	7,58	2,50	3,89	0,6650
	Sd	0,0472	0,0000	0,0472	0,0113	0,0151	0,0053
	Cv	0,62	0,00	0,62	0,45	0,39	0,80
Mleko B	x	8,11	0,05	8,06	2,68	4,30	0,6875
	Sd	0,0454	0,0000	0,0454	0,0450	0,0772	0,0046
	Cv	0,56	0,00	0,56	1,68	1,80	0,67
Mleko C	x	8,52	0,05	8,47	2,81	4,44	0,7275
	Sd	0,0881	0,0000	0,0881	0,0821	0,1660	0,0158
	Cv	1,03	0,00	1,03	2,92	3,74	2,17
Mleko D	x	9,08	0,05	9,03	2,90	4,66	0,7800
	Sd	0,0387	0,0000	0,0387	0,0068	0,0460	0,0107
	Cv	0,43	0,00	0,43	2,33	0,99	1,37

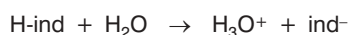
Tabela 3. UTICAJ SADRŽAJA SMBM I KOLIČINE DODATOG INDIKATORA FENOLFTALEINA NA VREDNOST TITRACIONE KISELOSTI (°SH) I PH VREDNOST MLEKA

Količina dodatog fenolftaleina	Uzorci mleka	pH pre titracije	pH nakon titracije	°SH
3 kapi	A	6,29	8,02	6,15
	B	6,36	8,03	6,60
	C	6,30	8,04	6,81
	D	6,24	8,07	7,33
5 kapi	A	6,29	8,00	5,85
	B	6,36	8,01	6,34
	C	6,30	8,02	6,60
	D	6,24	8,03	7,05
1 ml	A	6,29	7,68	4,97
	B	6,36	7,72	5,48
	C	6,30	7,73	5,85
	D	6,24	7,75	6,25

između upotrebljene 3 i 5 kapi fenolftaleina bile su neznatne i iznosile svega 0,03 pH jedinice, dok se značajne razlike uočavaju kada se upotrebi veća količina indikatora. Tako su uzorci kojima je dodat 1 ml indikatora imali u proseku za 0,3 pH jedinice nižu pH

vrednost od uzoraka kojima je dodato 5 kapi, odnosno za čak 0,32 pH jedinice nižu pH vrednost od uzoraka kojima je dodato 3 kapi fenolftaleina.

Naime, fenolftalein je slaba organska kiselina i u vodenom rastvoru disosuje prema jednačini:



Obzirom da u zavisnosti od promene pH sredine menja boju, što se objašnjava promenom strukture, koja apsorpciju svetlosti pomera u vidljivi deo spektra, fenolftalein se primenjuje kao indikator za određivanje završne tačke titracije (ZTT) vizuelnim putem.

Ovaj indikator se pri pH vrednosti manjoj od 8,5 nalazi u laktonskom obliku koji je bezbojan, dok sa povećanjem pH vrednosti iznad 9,0 ovaj laktonski oblik se otvara i pri tom gradi dianjon zatvoreno crvene boje, koja potiče od ekstenzivne delokalizacije naelektrisanja (1).

Zapravo, u alkalnom rastvoru fenolftaleina postoji tautomerna ravnoteža između anjona laktonskog oblika (I) i hinoidnog oblika (II) (1):

kiselina mleka jakom bazom, jer se interval prelaza boje poklapa sa skokom titracione krive.

Na osnovu iznetih zapažanja može se zaključiti da je količina indikatora koja se dodaje uzorcima mleka prilikom određivanja titracione kiselosti od velike važnosti za dobijanje što tačnijih rezultata, a samim tim i predstave o mleku kao sirovini kojom se raspolaže. Rezultati dobijeni nakon dodavanja 1 ml indikatora fenolftaleina generalno su pokazivali niže vrednosti kako titracione kiselosti, tako i pH vrednosti, što ukazuje na činjenicu da se ZTT uočavala ranije i pri nižim pH vrednostima nego kada je dodavano 5 ili 3 kapi indikatora. S obzirom da su rezultati dobijeni nakon titracije u prisustvu 1 ml fenolftaleina bili najpribližniji očekivanim

vrednostima za dati kvalitet mleka, to ukazuje na postojanje metodološke greške, koja je bila veća u slučaju dodavanja manjih količina indikatora (3 ili 5 kapi).

Naime, fenolftalein je slaba organska kiselina i za njegovu neutralizaciju se takođe troši određena količina baze, što na prvi pogled nameće zaključak da je potrebno koristiti manje indikatora u cilju postizanja egzaktnih rezultata. Međutim, mleko kao složen polidisperzni sistem ima svojstvenu neprozirno-belu boju, što nalaže upotrebu veće količine indikatora u cilju pravovremenog uočavanja ZTT. S druge strane, utrošak baze za neutralizaciju dodate količine indikatora je neznatan u poređenju sa činjenicom da se ZTT brže i lakše uočava pri dodatku veće količine indikatora.

Na slici 1. praktično se može uočiti linearan porast titracione kiselosti sa povećanjem sadržaja SMBM, gde se pri upotrebi različite količine fenolftaleina jasno mogu uočiti i razlike u titracionoj kiselosti.

Slika 2. prikazuje uticaj različitih količina indikatora fenolftaleina na promenu pH vrednosti mleka nakon titracije, a uticaj na promenu titracione kiselosti prikazan je na slici 3. I na ovom grafikonu se može uočiti kako su ove promene znatno manje kada se upotrebljavaju 3 i 5 kapi u odnosu na pro-

Promenu boje indikatora uslovljava pomeranje ravnoteže pri promeni pH sredine rastvora. Pri postepenoj promeni pH rastvora, boja indikatora se dosta oštro menja u određenom intervalu pH vrednosti, koji se prema tome naziva „interval promene boje indikatora”. Promena boje indikatora leži u oblasti: $\text{pH} = \text{pK}_{\text{ind}} + 1$, što za fenolftalein iznosi: $\text{pH} = 8,2-10,0$ (4).

Međutim, kada je u pitanju mleko, na osnovu rezultata istraživanja pokazano je da se promena boje indikatora dešava pri nešto nižim pH vrednostima sredine (u intervalu pH 7,75-8,07), što se može objasniti činjenicom da je mleko složen polidisperzni sistem u kojem komponente grade prave rastvore, koloidne rastvore, jone i emulzije, a čija fizičko-hemijska ravnoteža čini stabilan sistem neprozirno-bele boje. U ovakvom sistemu fenolftalein pri pH nižim od 8,2 prelazi u hinoidan oblik tamno crvene boje.

Za vizuelnu detekciju ZTT jedino je fenolftalein upotrebljiv za titraciju slabih

Slika 1. UTICAJ SADRŽAJA SUVE MATEIJE NA TITRACIONU KISELOST ($^{\circ}\text{SH}$) MLEKA PRI UPOTREBI RAZLIČITE KOLIČINE INDIKATORA FENOLFTALEINA

mene koje nastaju kada se upotrebi 1 ml indikatora fenolftaleina.

ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata istraživanja mogu se izneti sledeći zaključci:

1. Sa povećanjem sadržaja SMBM vrednost titracione kiselosti ($^{\circ}\text{SH}$) pokazuje tendenciju porasta. Step porasta titracione kiselosti je bio približno isti kod uzoraka kojima je dodavana različita količina indikatora, odnosno kiselost uzoraka sa 9% SMBM prosečno je bila veća za $0,46^{\circ}\text{SH}$ u odnosu na uzorke sa 8,5% SMBM; zatim su uzorci sa 8,5% SMBM imali veću kiselost za $0,28^{\circ}\text{SH}$ u odnosu na one sa 8% SMBM, čija je kiselost pak bila za $0,48^{\circ}\text{SH}$ veća od kiselosti uzoraka sa 7,5% SMBM. Ako uzmemo u obzir da je sadržaj suve materije, odnosno SMBM povećavan u proseku za 0,48% SMBM od uzoraka A do D, onda možemo zaključiti da porast sadržaja suve materije uslovljava i adekvatan porast titracione kiselosti.
2. Eksperimentalno je utvrđeno da dodatak različitih količina indikatora daje različite vrednosti titracione kiselosti mleka, pri čemu su razlike dostizale i vrednosti iznad 1°SH . Naime, količina dodatog fenolftaleina nepobitno utiče na pad titracione kiselosti mleka, koji je kod uzoraka A iznosio $0,30^{\circ}\text{SH}$ (4,88%), kod uzoraka B $0,26^{\circ}\text{SH}$ (3,94%), kod uzoraka C $0,21^{\circ}\text{SH}$ (3,08%) i uzoraka D $0,28^{\circ}\text{SH}$ (3,82%) posmatrajući razliku kada je dodato 3 i 5 kapi fenolftaleina. Za slučaj kada je dodato 5 kapi i 1 ml fenolftaleina primećen je značajan pad titracione kiselosti, koji je za uzorke mleka A, B, C i D redom iznosio $0,88^{\circ}\text{SH}$, $0,86^{\circ}\text{SH}$, $0,75^{\circ}\text{SH}$ i $0,80^{\circ}\text{SH}$, odnosno 15,04%, 13,56%, 11,36% i 11,35%. Najveća razlika u smanjenju titracione kiselosti ustanovljena je kod uzoraka A kada je dodavano 3 kapi i 1 ml fenolftaleina i iznosila je $1,18^{\circ}\text{SH}$, odnosno čak 19,19%. Nešto manja je bila u uzorcima B od $1,12^{\circ}\text{SH}$ (16,97%), uzorcima C od $0,96^{\circ}\text{SH}$ (14,10%) i uzorcima D $1,08^{\circ}\text{SH}$ (14,73%).

Slika 2. UTICAJ KOLIČINE DODATOG INDIKATORA FENOLFTALEINA NA PH VREDNOST MLEKA RAZLIČITOG SADRŽAJA SMBM

Slika 3. UTICAJ KOLIČINE DODATOG INDIKATORA FENOLFTALEINA NA TITRACIONU KISELOST MLEKA RAZLIČITOG SADRŽAJA SMBM

3. Varijacije u vrednostima prirodne titracione kiselosti ne moraju biti praćene promenom pH, odnosno titraciona kiselost se može u izvesnom stepenu povećati, a da ne dođe do promene pH vrednosti mleka. To se može objasniti visokim pufernim kapacitetom mleka, čiji su nosioci proteini i fosfati, koji dovode do većeg utroška baze pri-

likom određivanja titracione kiselosti i pri tom teže da održe pH na istom nivou. Stoga, dodatak manje količine baze, kiseline ili vode skoro ne izaziva promenu aktivne, dok se titraciona kiselost menja. Ukoliko je sadržaj proteina i mineralnih materija veći, pH vrednost mleka je stabilnija.

LITERATURA

1. Arsenijević, R. Stanimir (1997): *Organska hemija*, Naučna knjiga, Beograd, 732.
2. Đorđević, J. (1982): *Mleko*, Naučna knjiga, Beograd.
3. Gordon, W.G., Kalan, E.B. (1974): *Proteins of milk*, Chapter 3 in Fundamentals of Dairy Chemistry. The A IV Publishing Company, Inc, 87–124.
4. Hojman Jolanda (1972): *Analitička hemija I deo*, Naučna knjiga, Beograd
5. Linwood Roadhouse, C., Lloyd Henderson, J. (1950): *The market-milk industry*, McGraw Hill Book Company, Inc., 29–31
6. Mačej, O. (2001): *Greške pri određivanju titracione kiselosti*, Izlaganje po pozivu, PKB IMLEK.
7. McMahan, D.J., McManus, W.R. (1997): *Re-thinking casein micelle using electron microscopy*, J. Dairy Sci. (11), 2085, 2993.
8. Mullvihill, D. M., Donovan, M. (1987): *Whey proteins and their thermal denaturation. A review.*, Irish J. Food Sci., Teehnol, 11, 43–75.
9. Pejić, O., Đorđević, J. (1963): *MlekarSKI praktikum*, Naučna knjiga, Beograd.
10. Vujičić, F.I. (1985): *Mlekarstvo I deo*, Naučna knjiga, Beograd

SUMMARY

THE INFLUENCE OF SOLIDS NON FAT CONTENT AND PHENOLPHTHALEIN INDICATOR ADDITION ON MILK TITRATABLE ACIDITY AND pH

Ognjen D. Mačej, Snežana T. Jovanović, Sanja V. Seratlić

Faculty of Agriculture, University of Belgrade

In this work, the dynamic of titratable acidity growth with incrising of solids non fat content (SNF) in samples of reconstituted milk was researched. The SNF content was adjusted on 4 levels: 7,5% (samples A), 8% (samples B); 8,5% (samples C) and 9% (samples D).

The influence of phenolphthalein addition in quantity of 3 drops, 5 drops and 1 ml on titratable acidity was also researched.

Results of the research show linear increase of titratable acidity with increasing of SNF content. On the other hand, the titratable acidity was declining with the increase of indicator addition. For example: titratable acidity of A samples, which were examined with 1 ml additional indicator, has been 1,18°SH lower than acidity of the same samples in which 3 drops of indicator were added.

The change of pH value has been insignificant compared to titrable acidity changes with the increase of indicator addition.

Key words: • Titratable acidity • Solids non fat content (SNF) • Phenolphthalein • Buffer capacity of milk • Casein • Milk solids.