

Elektrokemijsko određivanje promjena kakvoće jogurta tijekom skladištenja

(Electrochemical Determination of Yoghurt Quality During Storage)

Dr. Ljerka Marija LALIĆ, prof. dr. Nada CIKOVIĆ, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb, Branka MAGDALENIĆ, dipl. inž., »Vindija«, Varaždin

Izvorni znanstveni rad — Original Scientific Paper
Prispjelo: 20. 6. 86.

UDK: 637.054:146.3

Sažetak

Za određivanje promjena tijekom skladištenja u istraženim uzorcima jogurta primijenjena je konduktometrijska metoda sa Pt-elektrodama i Ni-elektrodama. Uzorci su skladišteni pri 5 °C i 10 °C.

Rezultati pokazuju da u istraženim uzorcima postoji razlika u vrijednostima izmjerenim uz pomoć Ni-elektroda i Pt-elektroda i uzajamna veza između ukupne kiselosti i elektroprovodnosti.

Summary

The changes of yoghurt quality during storage were determined by measuring electric conductivity using Pt- and Ni-electrodes. The samples were stored at the temperature of 5 °C and 10 °C respectively.

It was observed that there was a certain difference of the results obtained depending on the nature of the electrode material. A good correlation between total acidity and electric conductivity was also found.

Uvod

Jogurt ima, kao i drugi kiselo-mlječni proizvodi, ograničenu trajnost (Petričić, 1972). Promjena njegove kakvoće osobito se očituje u povećanom stupnju kiselosti tijekom skladištenja. Prema Pravilniku o kvaliteti mlijeka, mlječnih proizvoda, sirila i čistih kultura (Službeni list SFRJ 1982.), kiselost jogurta ne smije biti veća od 55 °SH.

Za ocjenu kakvoće mlijeka i mlječnih proizvoda danas se u svijetu sve više upotrebljavaju elektrokemijske metode, jer mlijeko i mlječni proizvodi sadrže različite ione koji omogućuju provođenje elektriciteta. Sama električna provodnost mlijeka je razmjerno mala (od 30×10^{-2} do $60 \times 10^{-2} \text{ Sm}^{-1}$) i najviše ovisi o ionu klora, natrija i kalija, a odstupanja od navedenih vrijednosti posljedica su bilo promjena u organizmu krave, bilo različitog postupka pri obradi mlijeka. Mjerenja se najčešće provode pri 18 °C ili 25 °C, što navode Đorđević, (1982) i Borbotov, (1984). Za praćenje razgradnje bjelančevina u si-

revima Kostyra et. al., (1981) je primijenio konduktometrijsku metodu. Za svježinu mlijeka provedeno je mjerenje oksido-redukcijskog potencijala, na čemu je radio Sindh u i suradnici (1984), dok je Kirchmeir, (1977) primijenio elektrokemijsku titraciju, da bi utvrdio svježinu mlijeka i mlječnih proizvoda.

Kakvoća jogurta uvjetovana je tehnološkim postupkom i načinom skladištenja. Cilj ovog rada je bio primijeniti konduktometrijsku metodu na praćenje održivosti jogurta. Usporedno s elektrokemijskim mjerenjima izvršena je kemijska provjera određivanja stupnja kiselosti, odnosno postotka mlječne kiseline. Pratili su se i organoleptičke promjene.

Materijal i metoda rada

Uzorci jogurta za istraživanje bili su uzeti izravno od proizvođača RO »Dukat«, OOUR Mljekara, Zagreb i čuvani u hladioniku pri 5 °C i 10 °C. Istraživane su četiri serije uzoraka u jednakim vremenskim razmacima od 2, 4, 6 12, 14 dana.

Prije svakog mjerenja uzorci su homogenizirani miješanjem. Temperatura pri mjerenju bila je 20 °C, jer se u literaturi spominje da se elektrokemijska mjerenja obično provode ili na 18 °C ili na 25 °C. Elektroprovodnost je izravno očitana na konduktometru sa Ni-elektrodama »Iskra« Kranj, a na konduktometru sa Pt-elektrodama istog proizvođača očitane su vrijednosti otpora. Uz pomoć očitane otpora izračunata je elektroprovodnost po izrazu /1/ (Brdička, 1969):

$$\kappa = \frac{K}{R} \text{ S m}^{-1} /1/$$

gdje je

κ — elektroprovodnost (Sm^{-1})

K — konstanta ćelije (m^{-1})

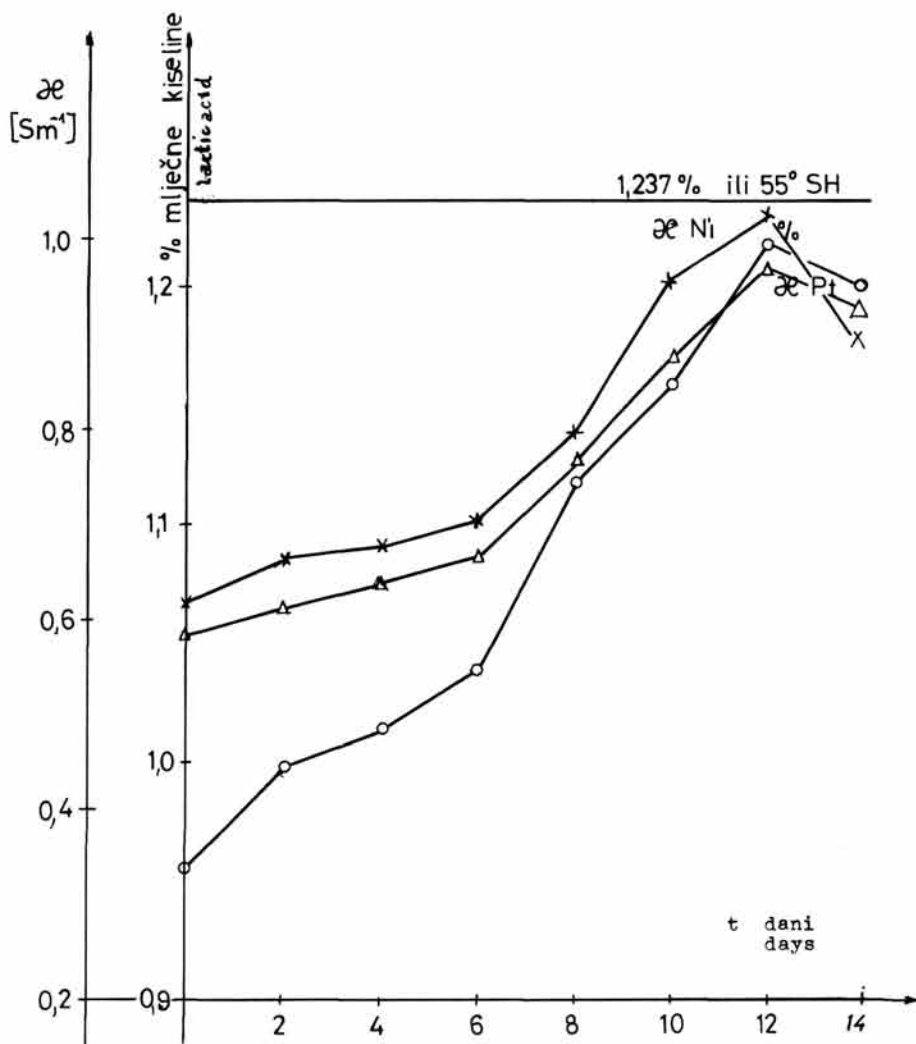
R — izmjereni otpor (Ω)

Konstanta ćelije izračunata je uz pomoć istog izraza za elektrolit 0,1 mol/dm³, vrijednost elektroprovodnosti za KCl očitana je iz tablice pri temperaturi od 20 °C (Brdička, 1969).

Stupanj kiselosti određen je prema odredbama Službenog lista SFRJ br. 32/1983. Temperatura pri mjerenju bila je također 20 °C, nakon usporedbe rezultata dobivenih elektrokemijskim mjerenjima. Postotak mlječne kiseline je izračunat iz podataka za kiselost (izražen u °SH) po Sabađošu, (1970).

Rezultati i rasprava

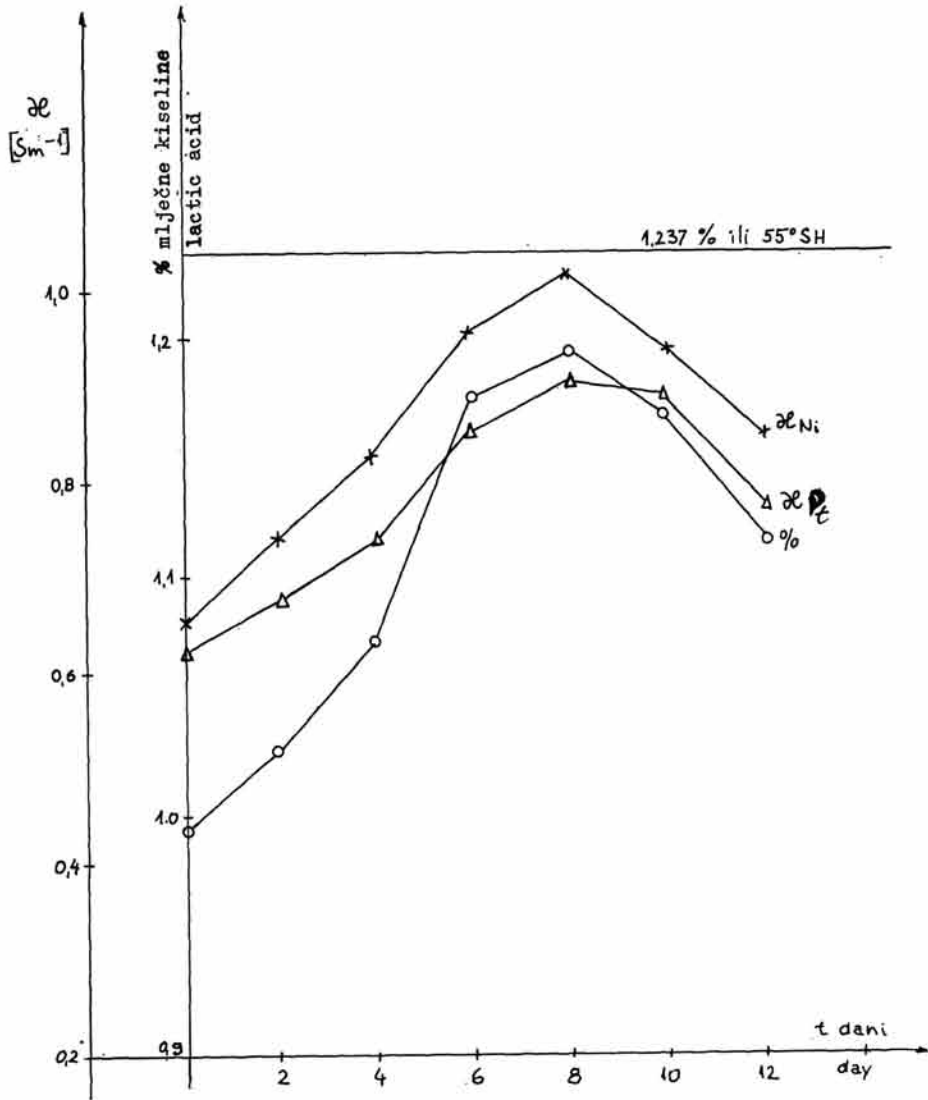
Određen je postotak kiselosti i izmjerene su vrijednosti elektroprovodnosti za jogurt i voćni jogurt od šljiva, višnje, banane, borovnice i jagode. Istražene su četiri serije proizvoda. Grafički je prikazana jedna od serija za temperaturu od 5 °C i 10 °C (na slici 1 prikazana je za jogurt promjena količine mlječne



Slika 1. Promjene količine mliječne kiseline i elektroprovodnosti tijekom skladištenja pri 5 °C za jogurt

Figure 1. Changes of Total Acidity and Electric Conductivity of Yoghurt During Storage at 5 °C

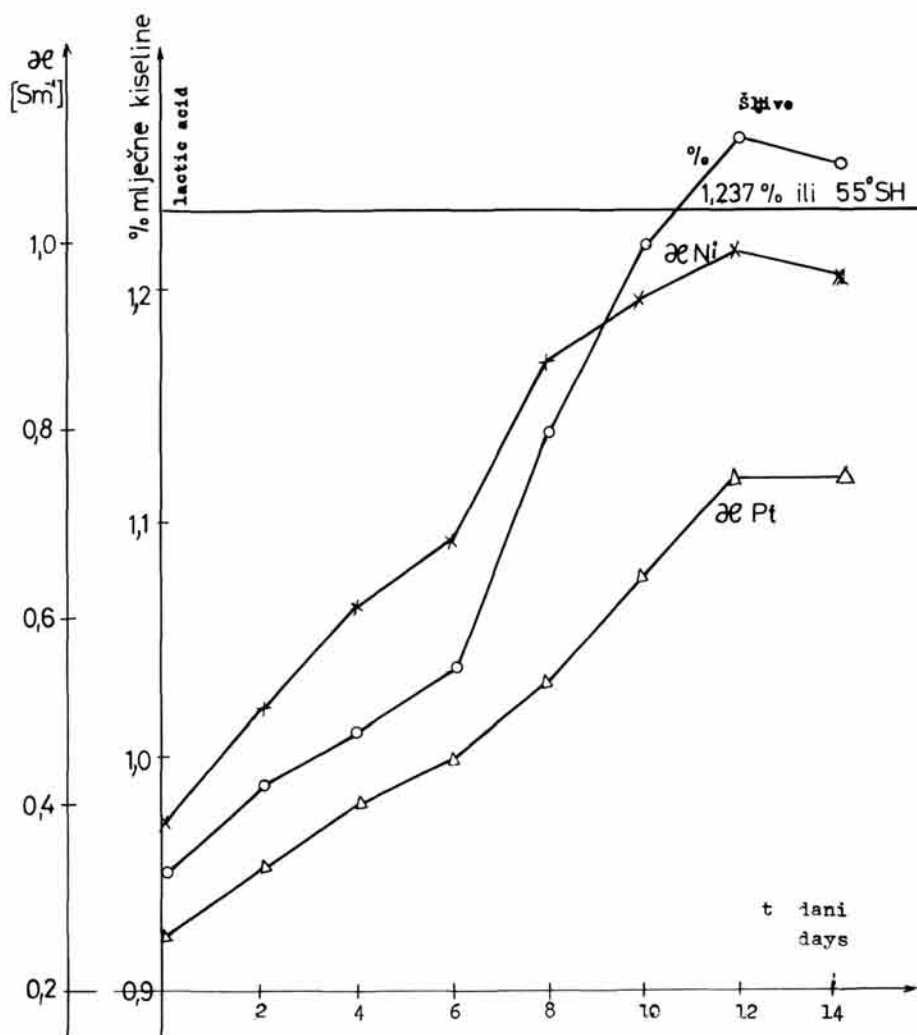
kiseline i elektroprovodnosti tijekom skladištenja pri 5 °C; na slici 1a prikazana je promjena za temperaturu od 10 °C. Isto je prikazano i na slikama 2 (5 °C) i 2a (10 °C) za voćni jogurt od šljiva, 3 (5 °C) i 4a (10 °C) za voćni jogurt od banana, 5 (5 °C i 5a (10 °C) za voćni jogurt od borovnice i 6 (5 °C) i 6a (10 °C) za voćni jogurt od jagoda. Svaka ucrtana točka na grafičkom prikazu je srednja vrijednost izmjerenih rezultata uzeta od tri usporedna uzorka iz serije.



Slika 1a. Promjene količine mlječne kiseline i elektroprovodnosti tijekom skladištenja pri 10 °C za jogurt

Figure 1a. Changes of Total Acidity and Electric Conductivity of Yoghurt During Storage at 10 °C

Tijekom skladištenja prvih 12 dana pri 5 °C povećale su se količine kiselosti i vrijednosti za elektroprovodnost, što se vidi na slikama od 1. do 6. Uzorcima čuvanim pri 10 °C vrijednost za kiselost i elektroprovodnost povećali su

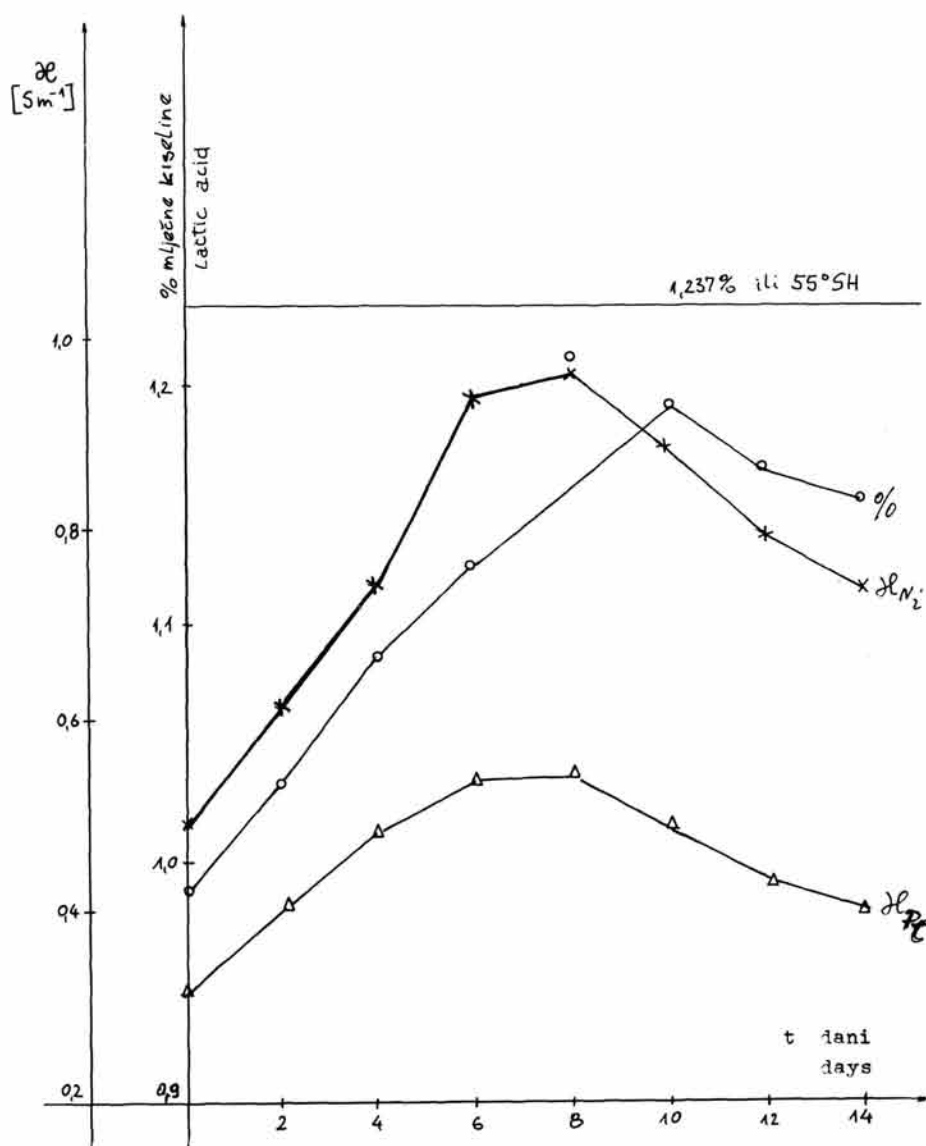


Slika 2. Promjene količine mlječne kiseline i elektroprovodnosti tijekom skladištenja pri 5 °C za voćni jogurt od šljive

Figure 2. Changes of Total Acidity and Electric Conductivity of Plum Yoghurt During Storage at 5 °C

se za 6 ili 10 dana (slike 1a do 6a). Nakon 1th razdoblja, vrijednosti za količinu kiselosti i elektroprovodnosti su ili opadale ili su ostale stalne (stagnirale su). Navedene promjene registrirane su za obje vrste elektroda (Ni i Pt).

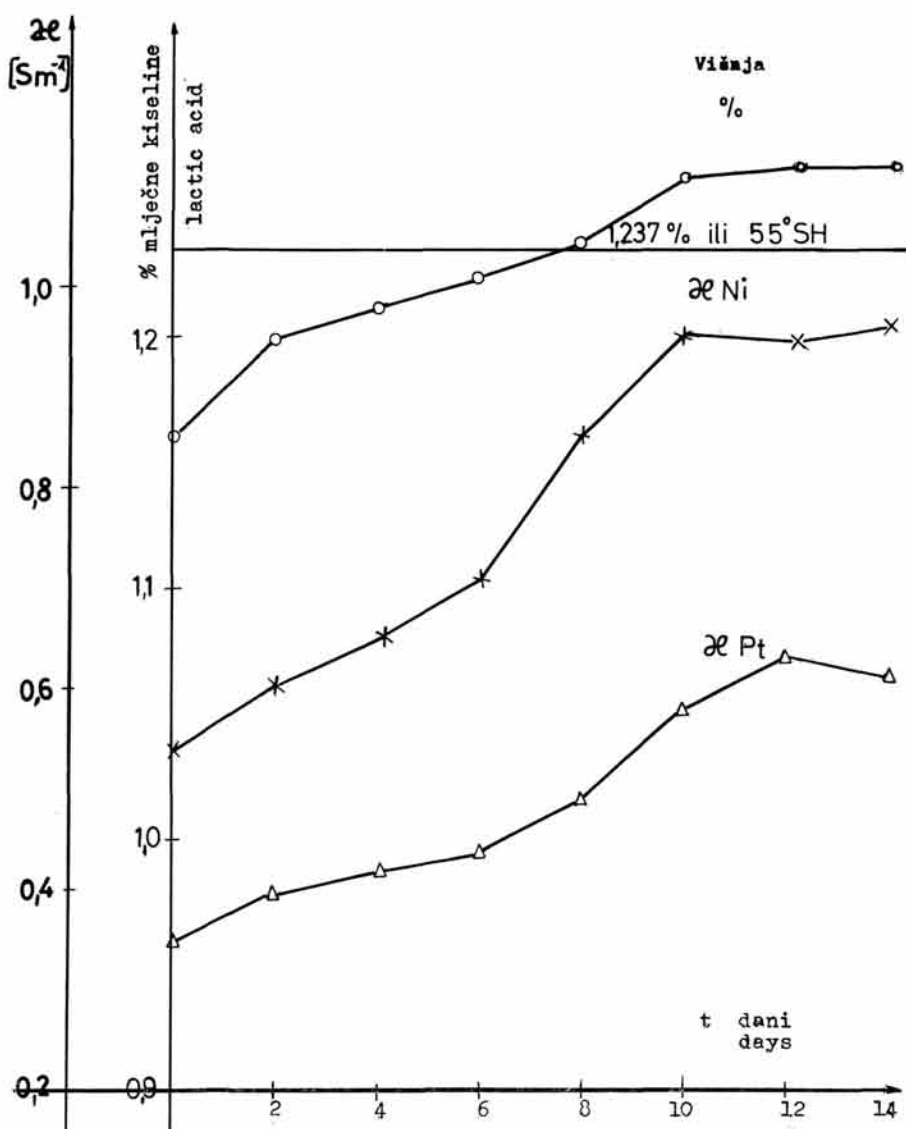
Vrijednosti za elektroprovodnost za sve uzorke voćnog jogurta, mjerene elektrodama od nikla, bile su veće od onih izmjerenih Pt-elektrodama, naročito



Slika 2a. Promjene količine mlječne kiseline i elektroprovodnosti tijekom skladištenja pri 10 °C za voćni jogurt od šljive

Figure 2a. Changes of Total Acidity and Electric Conductivity of Plum Yoghurt During Storage at 10 °C

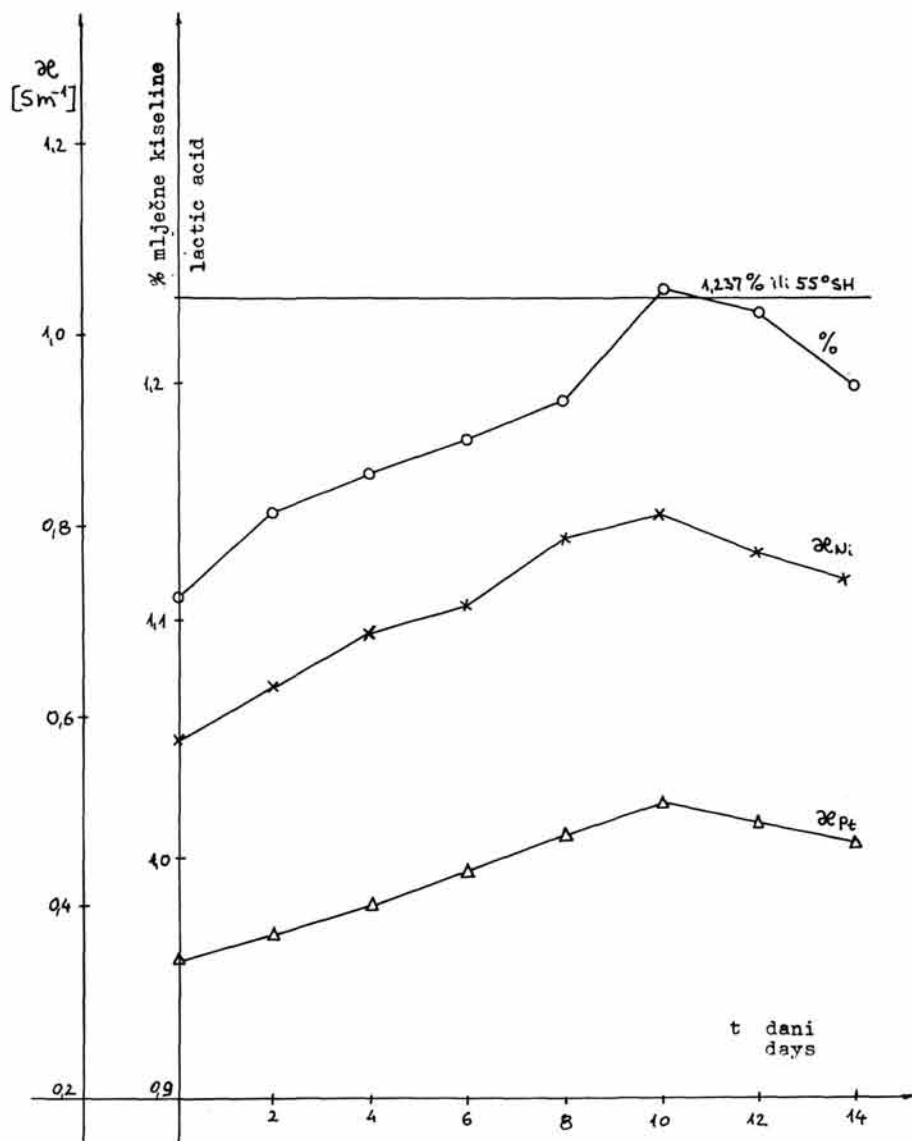
pri temperaturi od 5 °C. Električni tok u uzorku u velikoj mjeri ovisi o materijalu od kojeg je izrađena elektroda. Kiseline sadržane u voću vjerojatno povećavaju u izvjesnoj mjeri ionizaciju nikla, pa više iona u sistemu uzrokuju



Slika 3. Promjene količine mlječne kiseline i elektroprovodnosti tijekom skladištenja pri 5 °C za voćni jogurt od višnje

Figure 3. Changes of Total Acidity and Electric Conductivity of Cherry Yoghurt During Storage at 5 °C

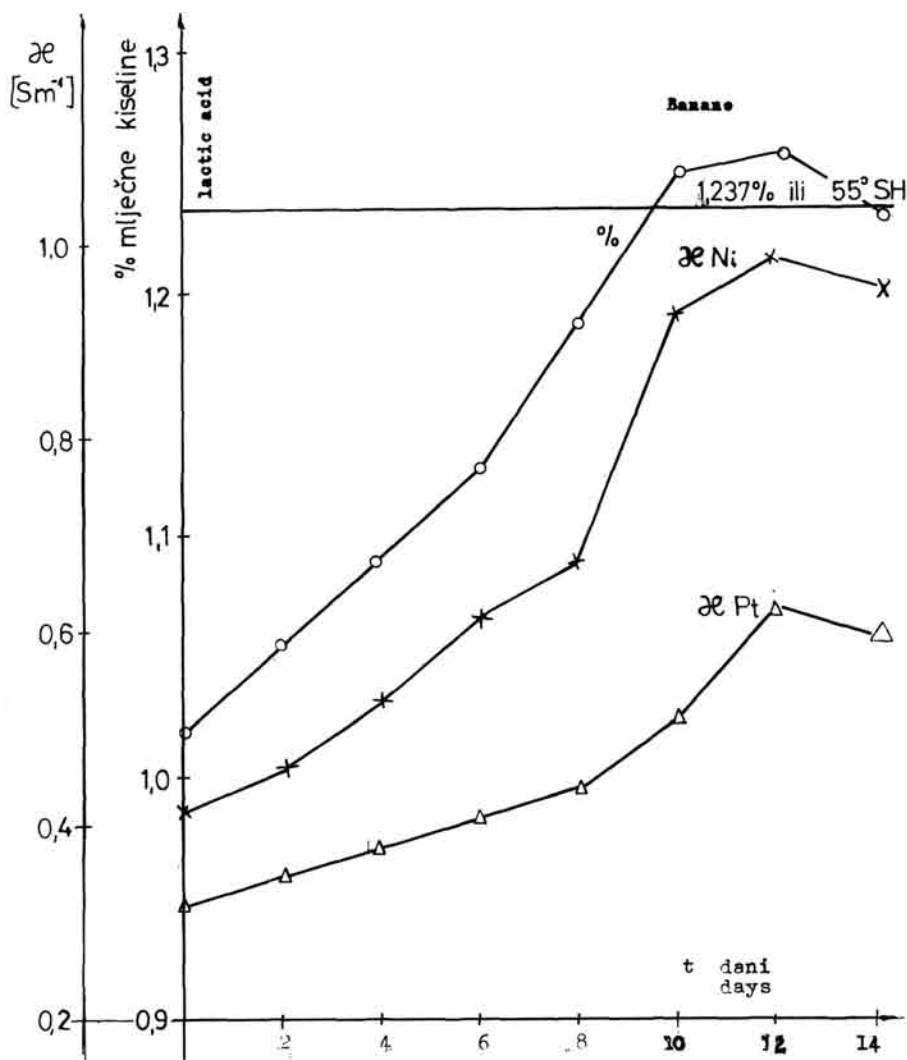
i povišenu provodljivost. Za jogurt je razlika u elektroprovodnosti sa Pt i Ni-elektrodama manja, što također potvrđuje da voćne kiseline povećavaju koroziju nikla. Primijećeno je da se vrijednosti elektroprovodnosti, izmjerene



Slika 3a. Promjene količine mlječne kiseline i elektroprovodnosti tijekom skladištenja pri 10 °C za voćni jogurt od višnje

Figure 3a. Changes of Total Acidity and Electric Conductivity of Cherry Yoghurt During Storage at 10 °C

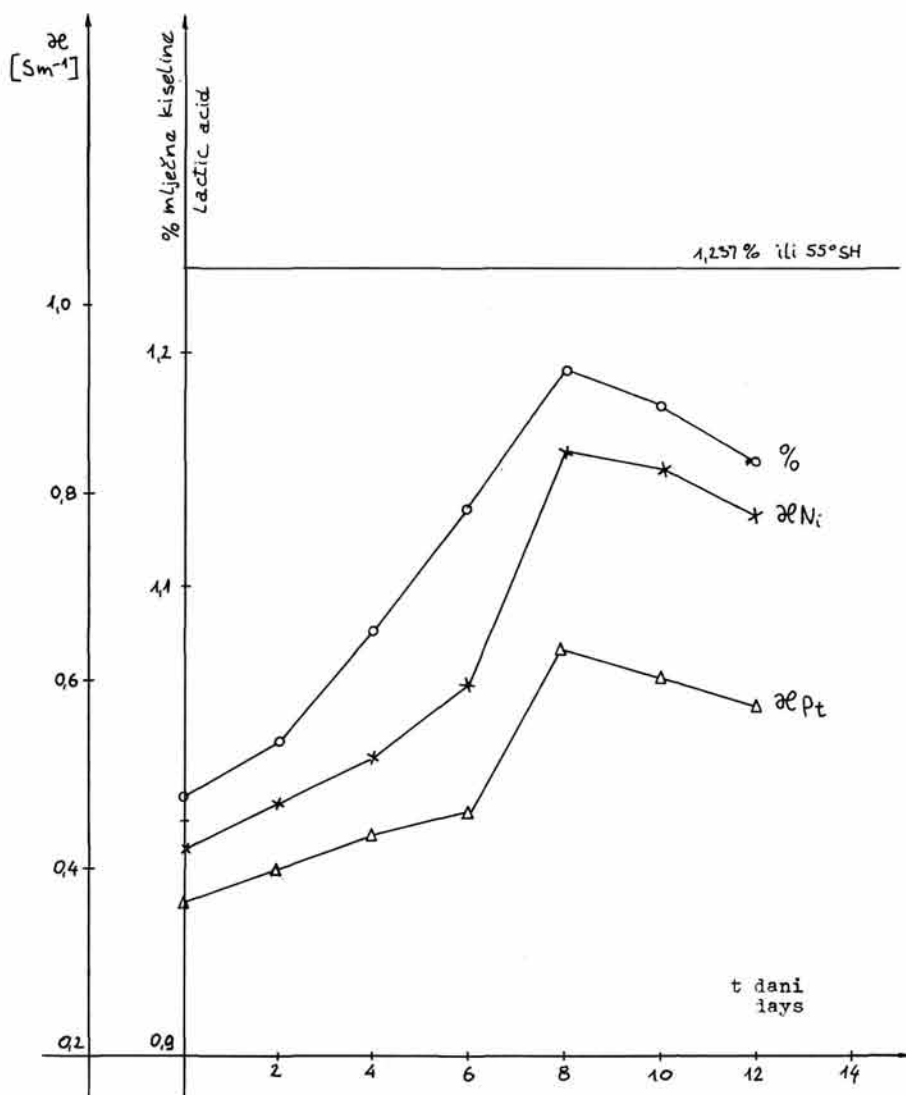
jednom i drugom elektrodom, u pravilu jednoliko povećavaju, kao što se povećava i ukupna kiselost tijekom skladištenja.



Slika 4. Promjene količine mlječne kiseline i elektroprovodnosti tijekom skladištenja pri 5°C za voćni jogurt od banane

Figure 4. Changes of Total Acidity and Electric Conductivity of Banana Yoghurt During Storage at 5°C

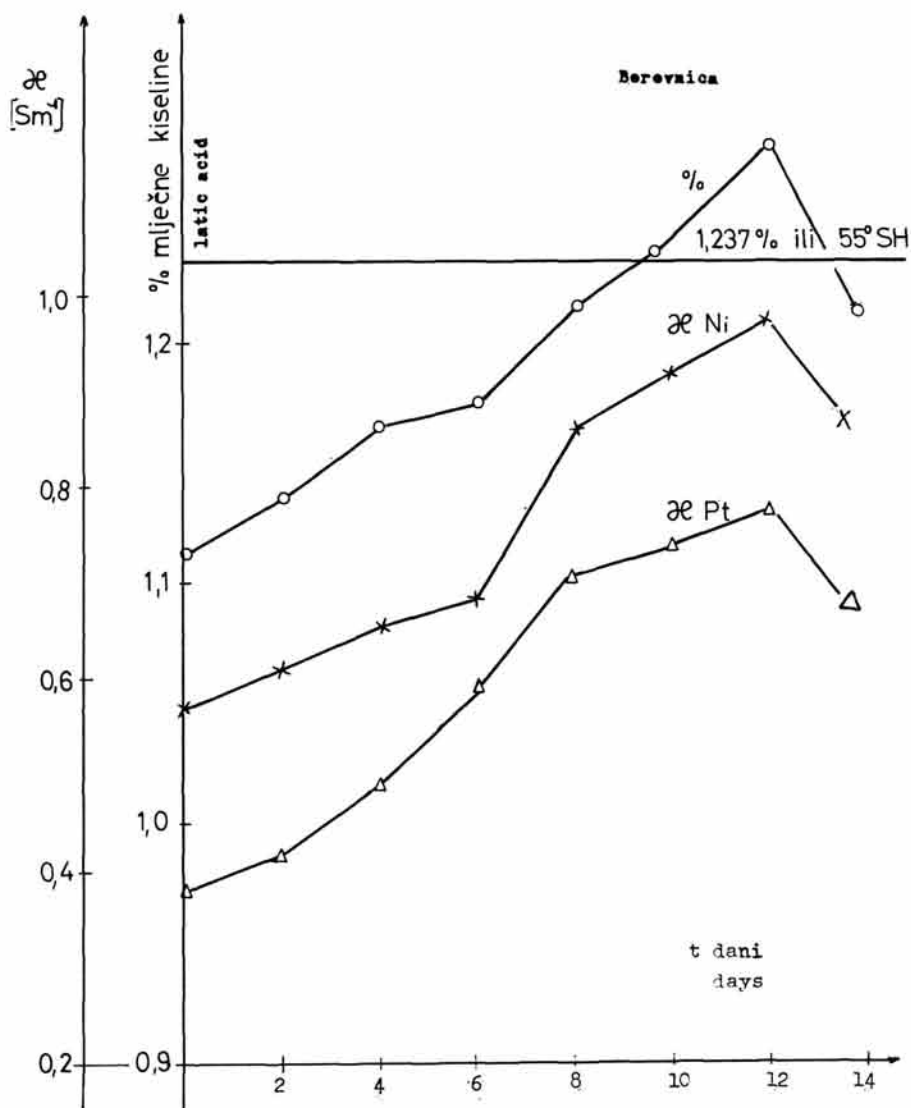
Iz dobivenih rezultata vidi se da su promjene stupnja kiselosti u izravnoj vezi s elektrokemijskim promjenama. Razlog je tome stvaranje iona vodika, nastalih razgradnjom bjelancevina i šećera, a oni utječu na elektrokemijske promjene, u ovom slučaju na elektroprovodnost sistema. Što je uzorak stariji,



Slika 4a. Promjene količine mliječne kiseline i elektroprovodnosti tijekom skladištenja pri 10 °C za voćni jogurt od banana

Figure 4a. Changes of Total Acidity and Electric Conductivity of Banana Yoghurt During Storage at 10 °C

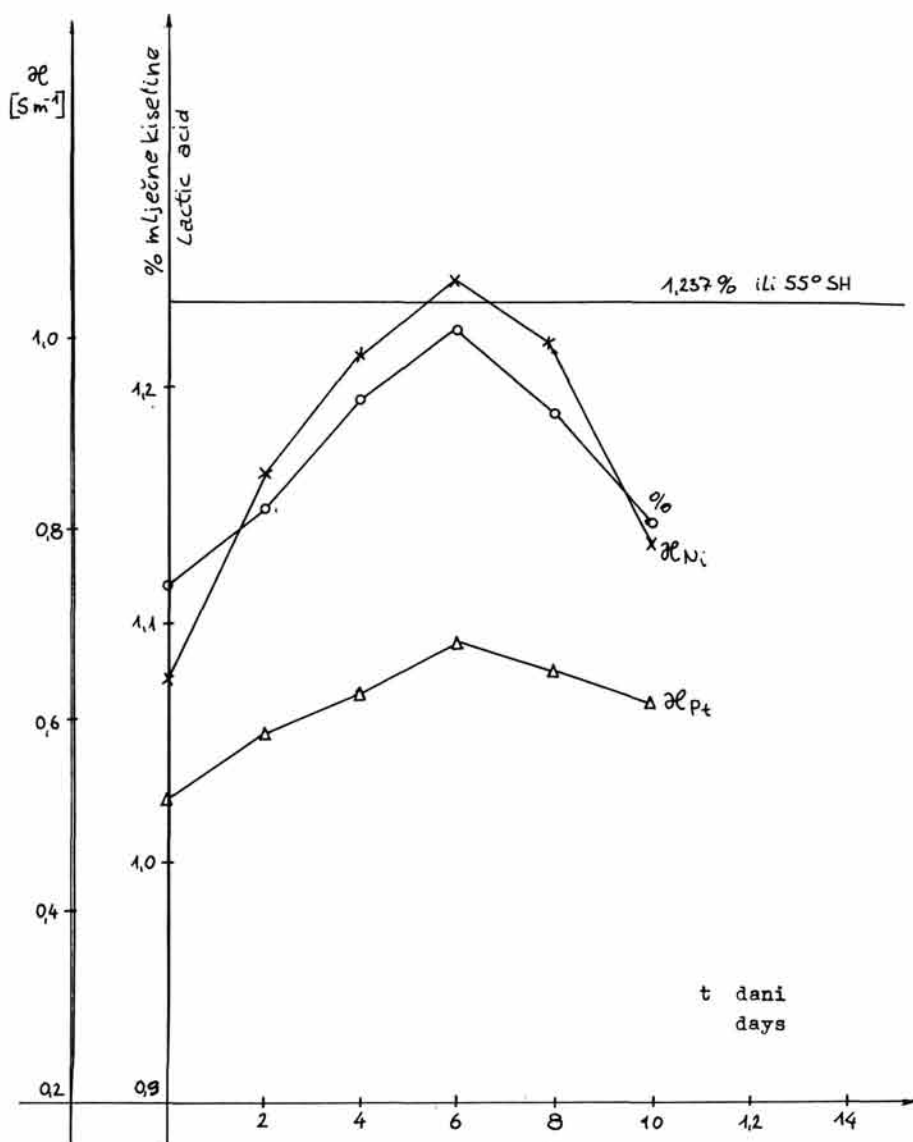
elektroprovodnost i kiselost u jednom trenutku imaju smanjenu ili stalnu vrijednost, što znači da proizvodi više nemaju onu potrošačku vrijednost koja se od njih zahtijeva. Promijenili su se i miris, okus pa i izgled proizvoda. Pro-



Slika 5. Promjene količine mlječne kiseline i elektroprovodnosti tijekom skladištenja pri 5°C za voćni jogurt od borovnice

Figure 5. Changes of Total Acidity and Electric Conductivity of Blueberry Yoghurt During Storage at 5°C

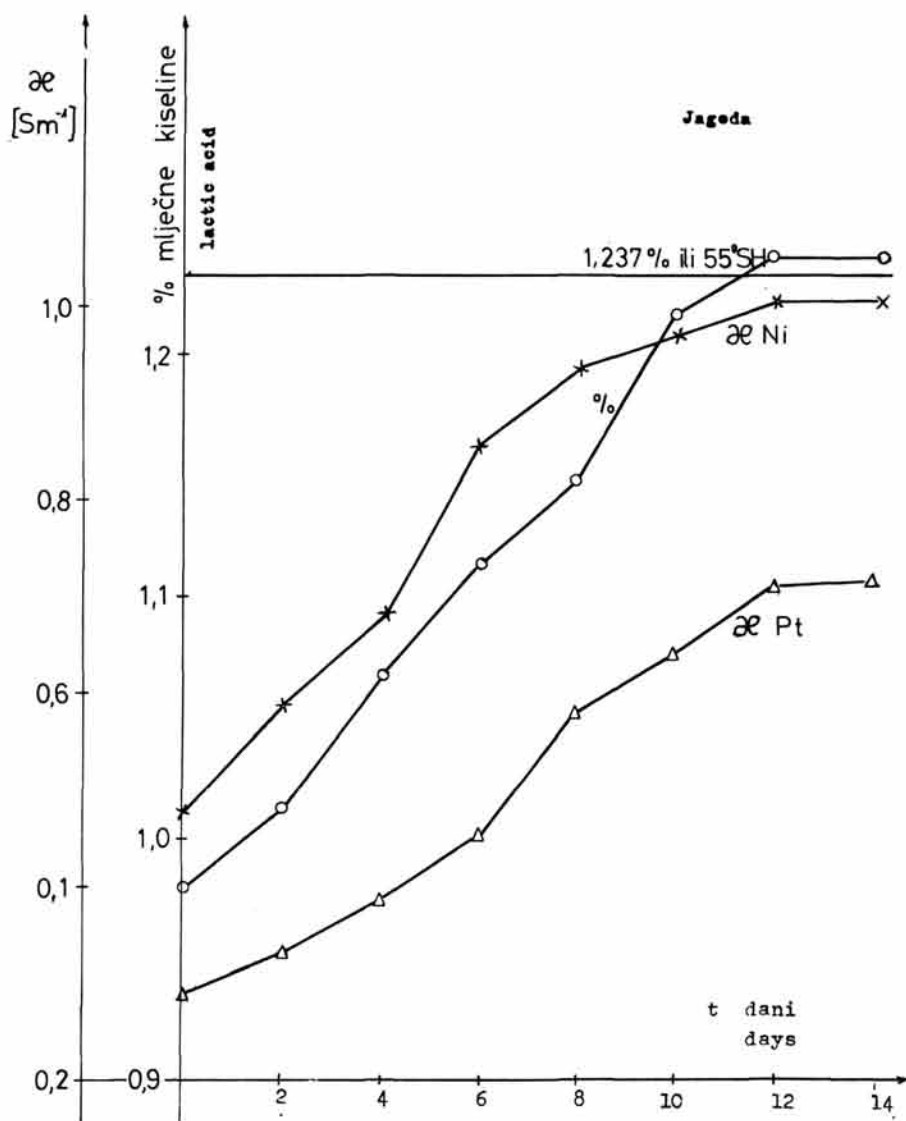
izvodi, kod kojih je primijećeno smanjivanje kiselosti i elektroprovodnosti, imaju izraženije organoleptičke promjene.



Slika 5a. Promjene količine mlječne kiseline i elektroprovodnosti tijekom skladištenja pri 10 °C za voćni jogurt od borovnice

Figure 5a. Changes of Total Acidity and Electric Conductivity of Blueberry Yoghurt During Storage at 10 °C

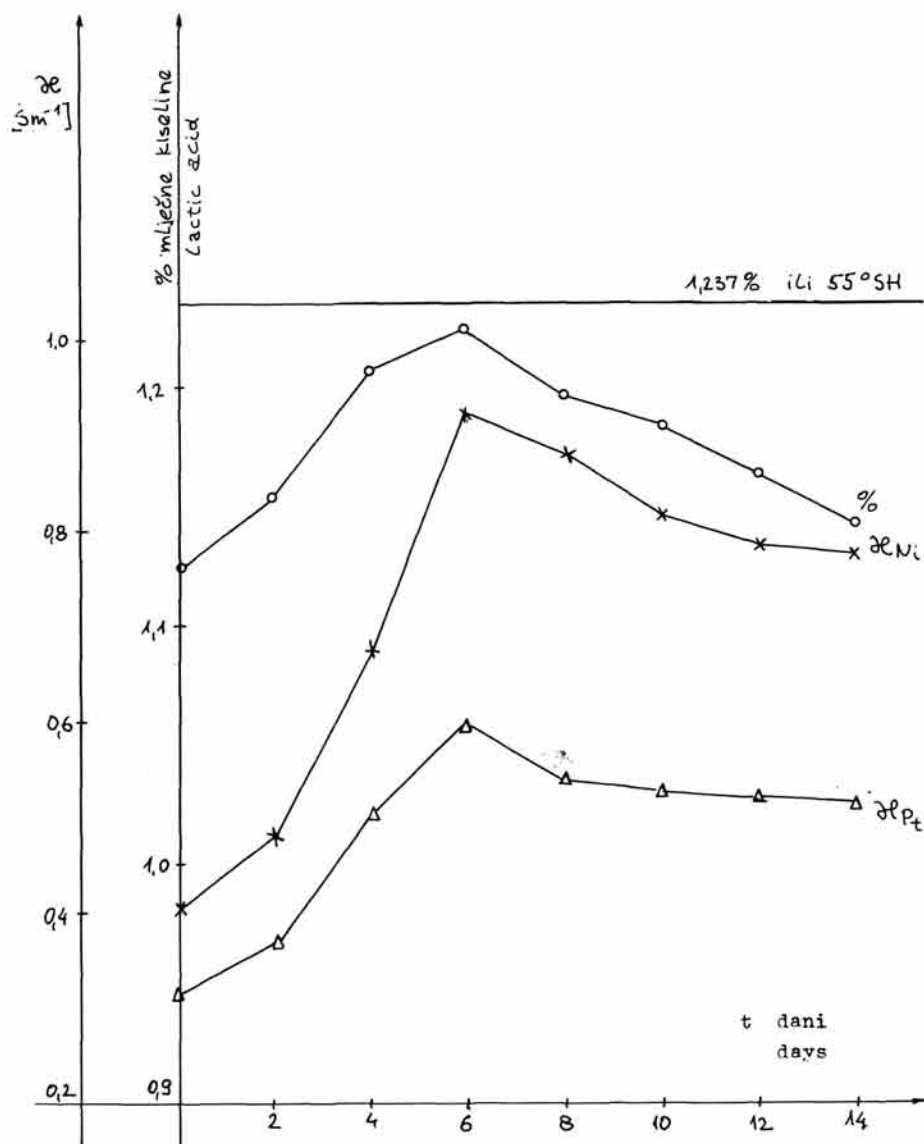
Utjecaj temperature skladištenja na tok krivulja pokazuje da promjena stupnja kiselosti i elektroprovodnosti tijekom skladištenja nije naročito izražena. Nešto više vrijednosti ovih parametara primijećene su kod voćnog jogurta



Slika 6. Promjene količine mlječne kiseline i elektroprovodnosti tijekom skladištenja pri 5 °C za voćni jogurt od jagode

Figure 6. Changes of Total Acidity and Electric Conductivity of Strawberry Yoghurt During Storage at 5 °C

od banane pri 5 °C. Međutim, granica trajnosti proizvoda (najveća vrijednost provodnosti odnosno stupnja kiselosti) pomaknuta je prema nižim vrijednostima pri višoj temperaturi skladištenja. Tako je granica trajnosti za jogurt i voćni



Slika 6a. Promjene količine mlječne kiseline i elektroprovodnosti tijekom skladištenja pri 10 °C za voćni jogurt od jagode

Figure 6a. Changes of Total Acidity and Electric Conductivity of Strawberry Yoghurt During Storage at 10 °C

jogurt od šljive pomaknuta od 12 dana na 8 dana, za voćni jogurt od banane od 10 na 8 dana, za voćni jogurt od borovnice od 12 do 6 dana, za voćni jogurt od jagode od 10 na 6 dana. Promjene nema jedino za voćni jogurt od višnje.

Zaključak

U istraženim uzorcima jogurta upotrijebljene su dvije vrste elektroda, Ni i Pt-elektrode. Rezultati dobiveni sa Ni-elektrodama pokazali su nešto više vrijednosti provodnosti, ali se za karakterizaciju ovih vrsta proizvoda podjednako mogu upotrebljavati obje vrste elektroda.

Tijekom skladištenja, smanjene ili stalne vrijednosti elektroprovodnosti ukazuju na prestanak upotrebljivosti i proizvoda (snižene vrijednosti) ili na skori prestanak (stalna vrijednost).

Metodom konduktometrije postižu se dobri rezultati, potvrđeni kemijskim određivanjem kiselosti i organoleptički. Pri višoj temperaturi skladištenja smanjuje se vrijeme upotrebe proizvoda za nekoliko dana, ovisno o vrsti jogurta.

Da bi se postigla razmjerna reproduktivnost rezultata, uzorak se za vrijeme mjerenja mora miješati, a temperatura pri tom mora biti stalna.

Literatura

- BORBOTOVA, K. K.: Biohimijska moloka i moločnih produkta, Legkaja i piščevaja promišljenost, Moskva, 1984.
- BRDIČKA, R.: Osnove fizikalne kemije, Školska knjiga, Zagreb, 1969.
- KIRCHMEIR, O. (1977): Ergebnisse titrimetrischer Untersuchungen von Milch und Milchprodukten, *Milchwissenschaft* **32** (10), 583—586.
- KOSTYRA, H., DAMICZ, W. and POGORZELSKI, K. (1981): A New Control Method for the Protein Degradation in Cheese, *Milchwissenschaft* **36** (2), 94—97.
- PETRIČIĆ, A. (1972): Utjecaj koncentracije šećera na trajnost jogurta, *Prehrambeno-tehnološka revija* **1**, 22—24.
- SABADOŠ, D.: Kontrola i ocjenjivanje kvalitete mlijeka i mlječnih proizvoda, Sveučilište u Zagrebu, 1970.
- SINDHU, J. and ROY, N. K. (1974): Oxidation-Reduction Potential of Buffalo Milk and Factors Influencing, *Milchwissenschaft* **29** (1) 9—13.