

# Ločevanje sirotkinih frakcij z uporabo membranskih filtracij / Separation of whey fractions using membrane filtrations

Irena Petrič<sup>1</sup>, Hermina Bukšek<sup>1</sup>, Marjana Simonič<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Slovenija, irena.petric@um.si, hermina.buksek@um.si, marjana.simonc@um.si



LIFE FOR ACID WHEY

## IZVLEČEK

V industriji predelave mleka se mikrofiltracija pogosto uporablja za zmanjšanje bakterij in odstranjanje maščob v mleku in sirotki ter za standardizacijo beljakovin in kazeina. Namen testiranja mikrofiltracijske membrane je bil optimizirati procese filtracije sirotke za doseganje visoke prepustnosti sirotkinih beljakovin (predvsem laktoferina) in zadrževanje mikroorganizmov in drugih sestavin sirotke, ki bi omejile uporabo sirotke v nadaljnjih procesih predelave. Vzpostavili smo najučinkovitejši način delovanja mikrofiltracijske keramične membrane in režim čiščenja. Najvišja prepustnost laktoferina je znašala 51 % pri tlaku 1 bar. Membrana je bila učinkovito očiščena v treh korakih. Permeat po mikrofiltraciji smo obdelali še z nanofiltracijo, s čimer smo popolnoma ločili laktozo iz sirotke.

## METODE DELA

### CEVNA KERAMIČNAMIKROFILTRACIJSKA MEMBRANA

- **Proizvajalec:** Jiangsu Jiuwu Hitech CO., LTD.
- **Material:**  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZrO<sub>2</sub>
- **Premer por:** 0.5  $\mu$ m



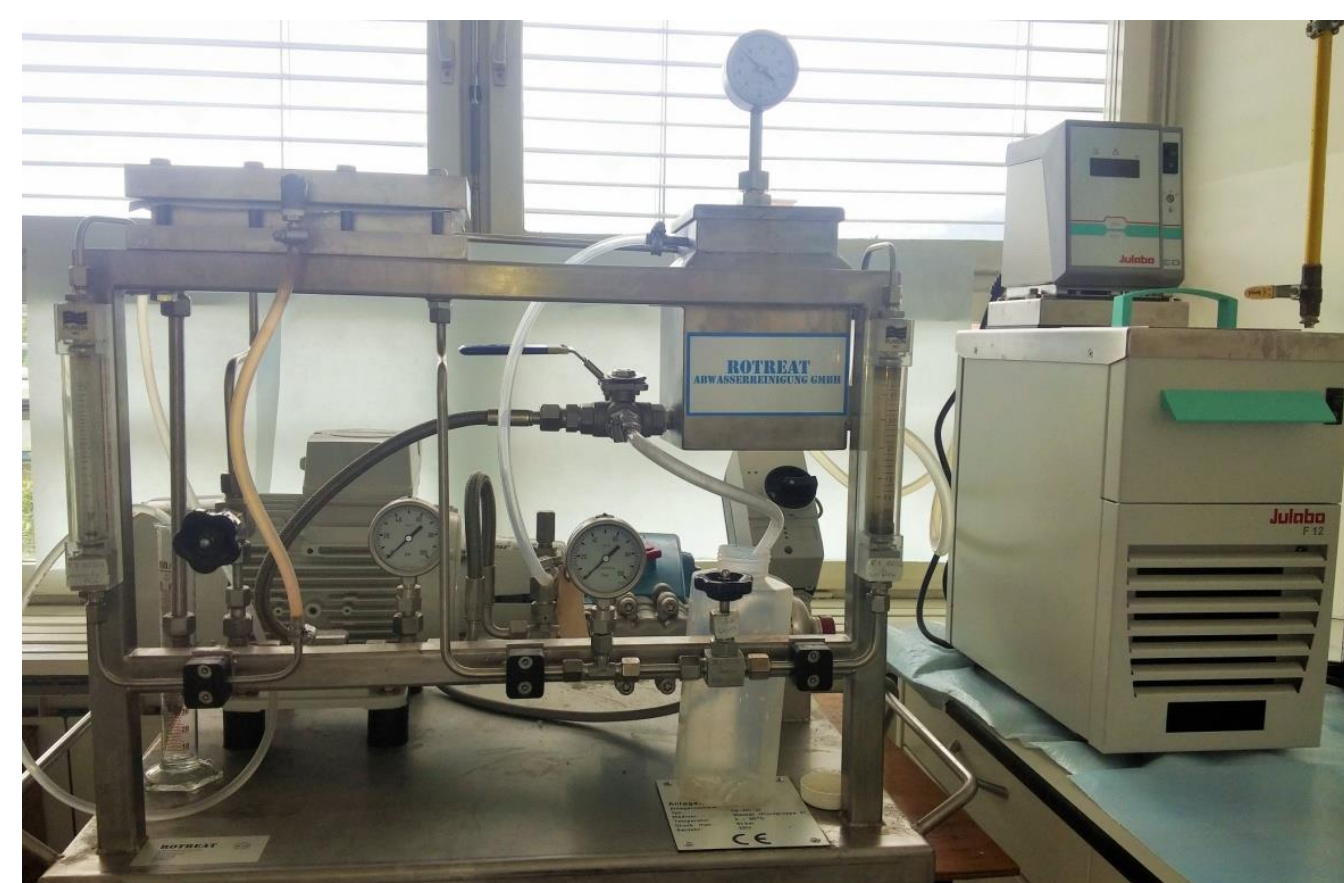
Slika 1. Cevna MF keramična membrana



Slika 2. Naprava za mikrofiltracijo (Arhel d.o.o., Slovenija)

### TANKOSLOJNA POLIMERNA NANOFILTRACIJSKA MEMBRANA

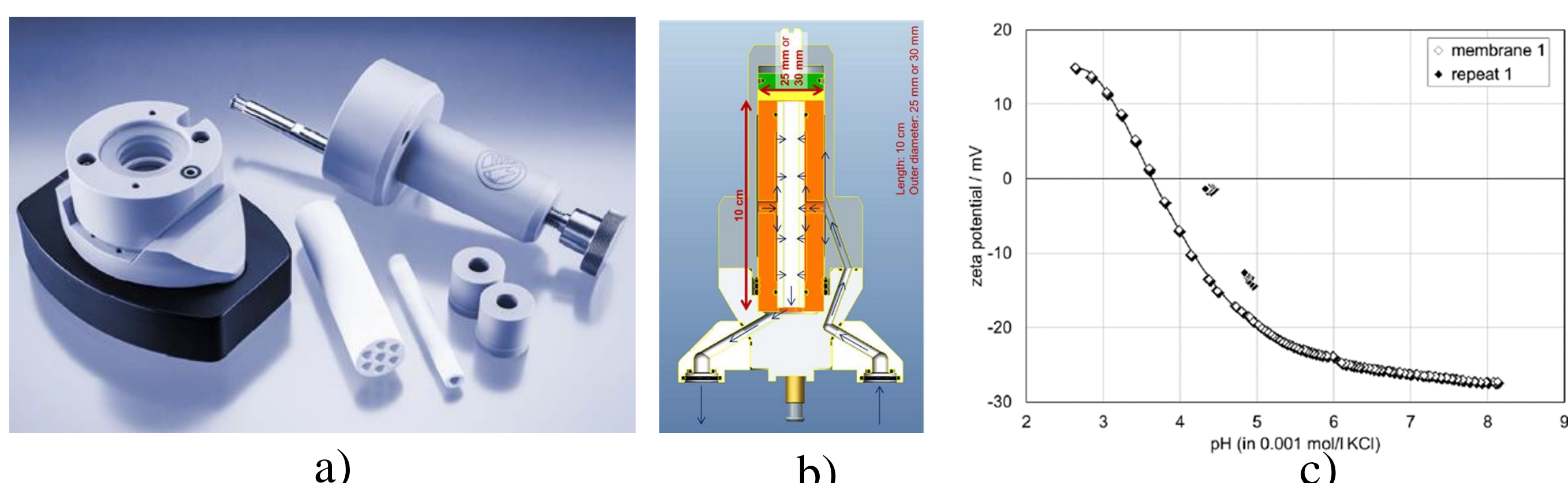
- **Membrana:** Desal DL
- **Proizvajalec:** Suez, ZDA
- **Material:** poli piperidinamid
- **Velikost por:** 340 Da
- **Površina membrane:** 0,08 m<sup>2</sup>



Slika 3. Naprava za nanofiltracijo (Memcell, Nemčija).

## REZULTATI IN DISKUSIJA

### KARAKTERIZACIJA POVRŠINE KERAMIČNE MF MEMBRANE



Slika 4. a) Merilna celica instrumenta SurPASS™ 3, b) Shema merilne celice, c) Zeta potencial keramične membrane.

## ZAKLJUČKI

Celotna odpornost filtriranja se je povečala, ker prevladuje proces zamašitve por. Odpornost na reverzibilno zamašitev narašča z naraščajočim tlakom. Reverzibilno mašenje je povezano predvsem s tvorbo filterne pogače ali gela. Pri višjem tlaku je učinek doseganja nepopravljive zamašitve večji in ga ni mogoče odpraviti z uporabo povratnega izpiranja vode. Ireverzibilna zamašitev je povezana z zamašitvijo por, ki pri višjih tlakih poteka hitreje. Razlog za reverzibilno zamašitev so slabo vezane beljakovine znotraj por in tvorba beljakovinskih plasti na površini membrane. Po nanofiltraciji je laktozna frakcija ostala v koncentratu, medtem ko mlečne kisline ni bilo mogoče zadržati.

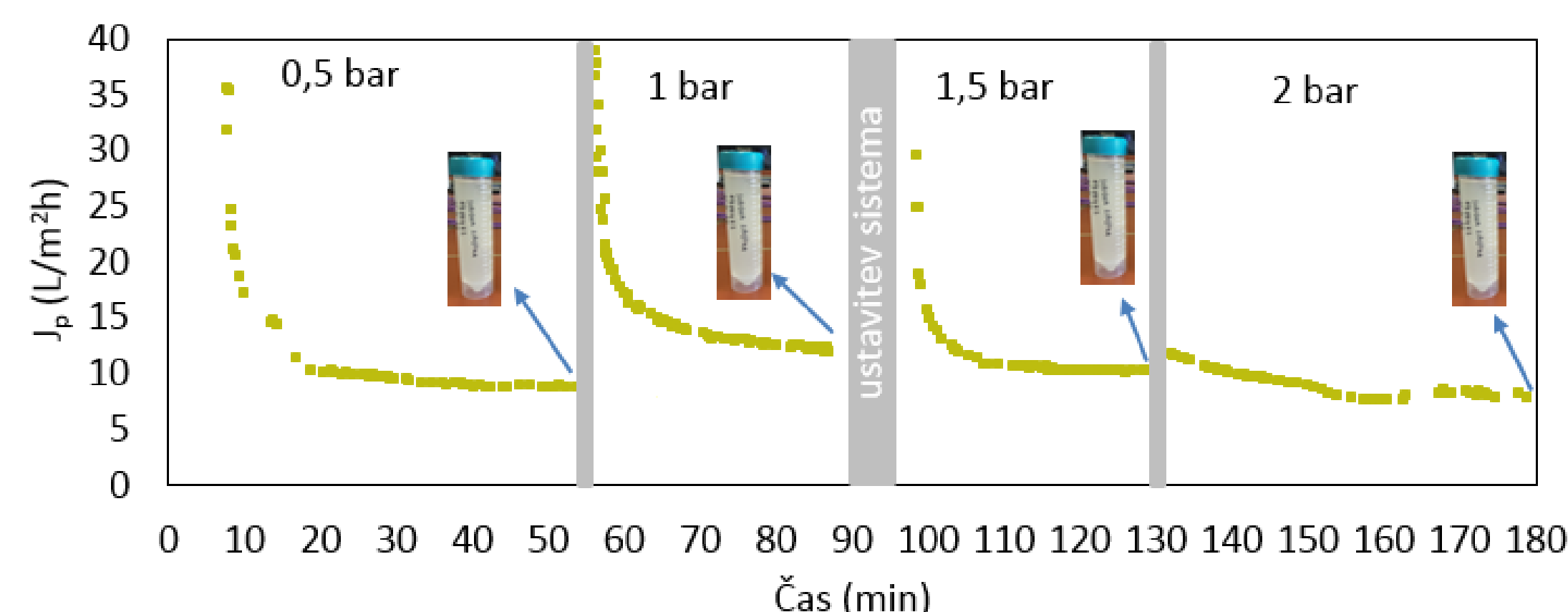
**Zahvala:** Raziskava je bila sofinancirana s projektom LAKTIKA ( št. pogodbe OP20.03521) Operativnega programom EKP 2014 – 2020.

Napredni načini izrabe potenciala sirotke: prehod iz okoljskega problema v dragocen naravni vir, Ljubljana, 15.2.2022  
Zaključna konferenca projekta LIFE for Acid Whey - Whey – LIFE16 ENV/SI/000335 (Reuse of acid whey for extraction of high added value bioactive proteins)  
<http://lifeforacidwhey.arhel.si>

## ABSTRACT

In the dairy industry, microfiltration is widely used for bacteria reduction and fat removal in milk and whey as well as for protein and casein standardization. The purpose of microfiltration membrane testing was to optimize whey filtration processes, with the aim of achieving high permeability for whey proteins (especially lactoferrin) and retention of microorganisms and other whey components that would limit the use of whey in further processing operations. The most efficient mode of microfiltration ceramic membrane operation was established as well as the cleaning regime. The highest lactoferrin permeability was 51 % at a pressure of 1 bar. Membrane was effectively cleaned in three steps. Permeate was additionally treated with nanofiltration and lactose was totally retained.

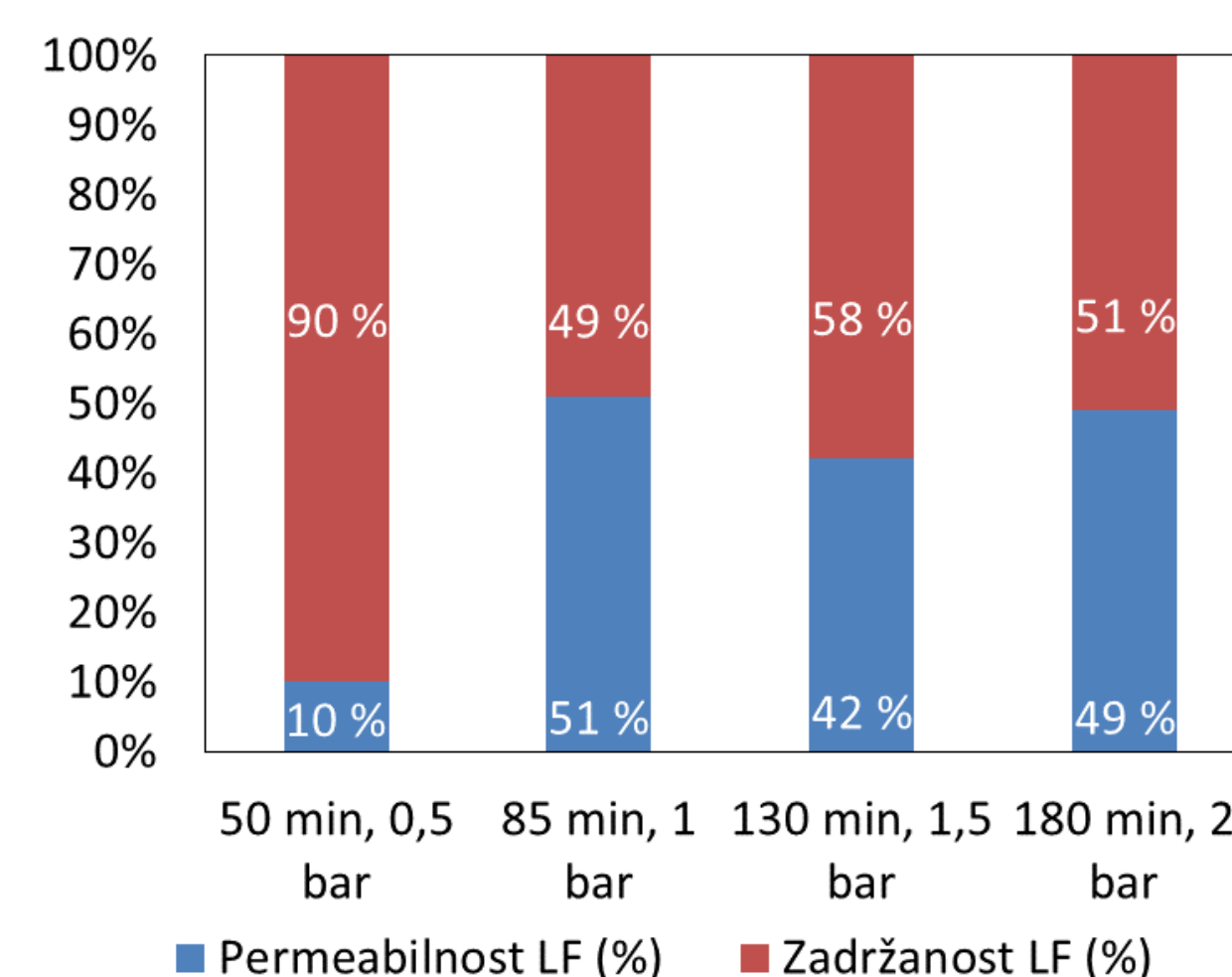
### MIKROFILTRACIJA SUROVE SIROTKE



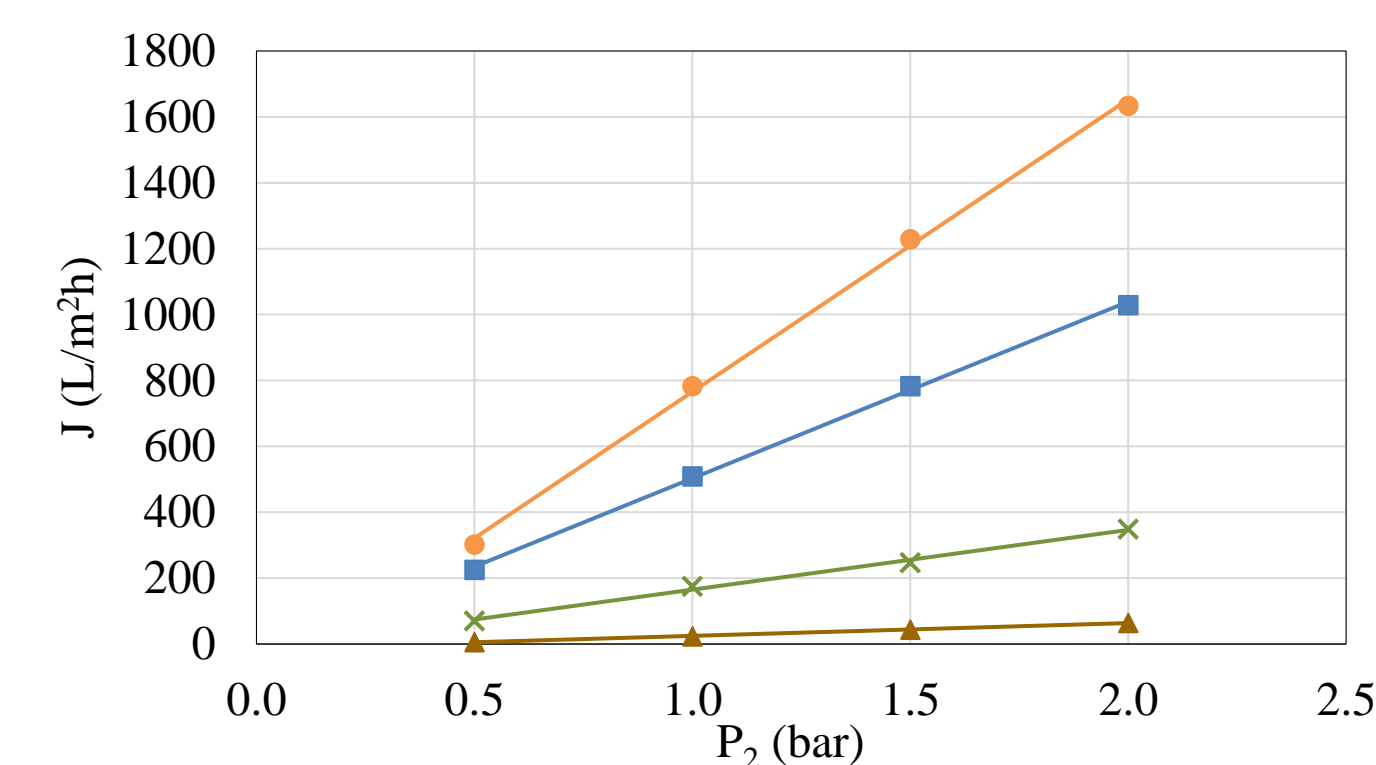
Slika 5. Fluks surove sirotke

Čiščenje pri T = 60°C, 10L, 0,5 bar, črpalka: 80%

- 0,4 % NaOH,
- 0,3 % HNO<sub>3</sub>,
- 0,5 % NaOCl.



Slika 7. Permeabilnost in zadržanost LF.

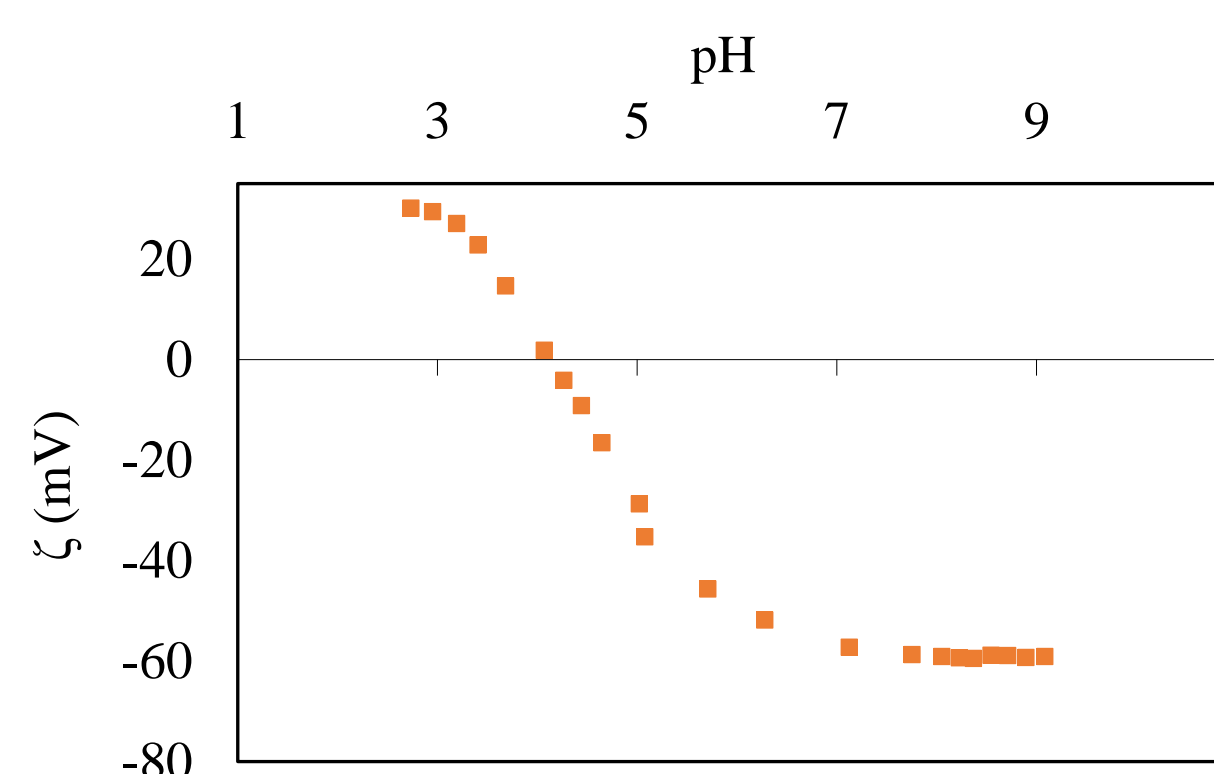


Slika 6. Bazne linije pri različnih tlakih.

Tabela 1. Koncentracija LF v permeatu.

t [min]	p <sub>2</sub> [bar]	c <sub>LF,p</sub> [mg/L]
0	0	47,6
50	0,5	4,9
85	1	24,2
130	1,5	19,8
180	2	23,2

### KARAKTERIZACIJA POVRŠINE NF MEMBRANE



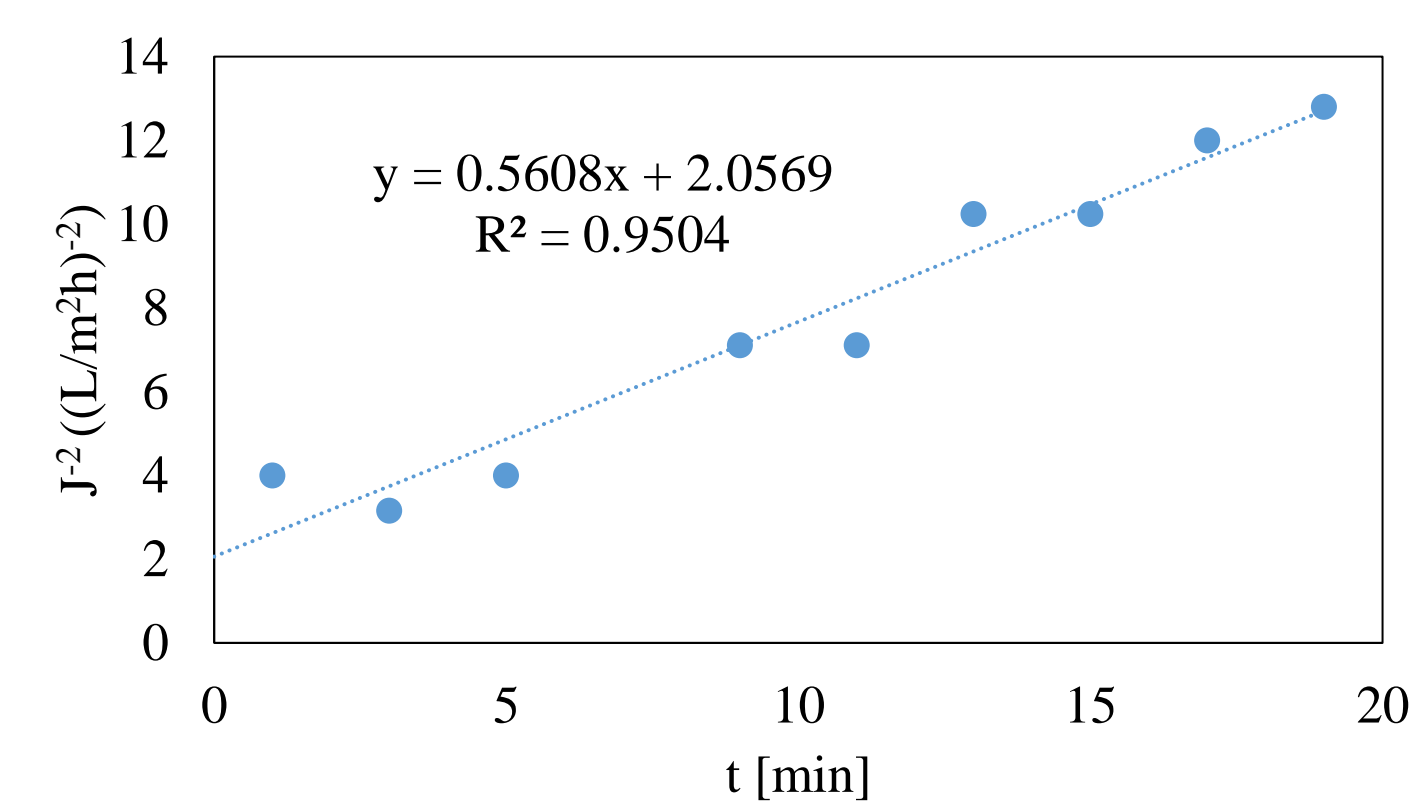
Slika 8. Zeta potencial NF membrane

IEP smo določili pri pH = 4,1. Po izvedbi nanofiltracije (potekala je pri pH = 3) se je IEP premaknila zanemarljivo in so se točke na krivulji pred in po nanofiltraciji prekrivale.

### NANOFILTRACIJA SIROTKE

Tabela 2. Fluks destilirane vode v odvisnosti od tlaka.

TMP [bar]	J [L/(m <sup>2</sup> .h)]
5	31
10	52
15	77,9
20	107
25	131



Slika 9. Odvisnost fluksa od časa za model nastajanja kolača

## CONCLUSIONS

The overall resistance of filtering was increased because the pore clogging process is dominant. The resistance of reversible clogging increases with increasing pressure. Reversible fouling is mainly associated with the formation of a filter cake or gel. At higher pressure, the greater is the effect of achieving irreversible clogging, which cannot be eliminated by the use of backwash of water. Irreversible clogging is related to clogging of pores, which take place more rapidly at higher pressures. The reason for reversible clogging is the poorly bound proteins within the pores and the formation of protein layers on the membrane surface. After nanofiltration the lactose fraction remained in concentrate while lactic acid could not be retained.

