



# IZBOR MIKROFILTRACIJSKIH KERAMIČNIH MEMBRAN S CILJEM DOSEGANJA MINIMALNEGA PREHODA MIKROORGANIZMOV IN MAKSIMALNEGA PREHODA LAKTOFERINA / SELECTION OF MICROFILTRATION CERAMIC MEMBRANES TO ACHIEVE MINIMUM PASSAGE OF MICROORGANISMS AND MAXIMUM PASSAGE OF LACTOFERRIN

David Farčnik, Matevž Koršič, Špela Palčar, Tinkara Vardjan, Marko Kete

Arhel d.o.o., Slovenija, marko.kete@arhel.si



## UVOD / INTRODUCTION

Na napravi MMS SW25 smo preizkušali keramične membrane proizvajalca Pall (Membralox) z velikostjo por 0,5  $\mu\text{m}$  in 0,8  $\mu\text{m}$  s ciljem odstranitve mikroorganizmov iz kisle sirotke in maksimalnega prepuščanja laktoferina. Preizkušali smo gradientno (GP) in negradientno različico, tako da smo skupaj testirali 4 membrane. Vsak poskus smo ponovili dvakrat.

On the MMS SW25 filtration system, we tested ceramic membranes from the manufacturer Pall (Membralox) with pore sizes of 0.5  $\mu\text{m}$  and 0.8  $\mu\text{m}$  to remove microorganisms from acid whey and achieve maximum lactoferrin passage. In addition, we tested the gradient (GP) and non-gradient versions, altogether four membranes. Each experiment was repeated twice.

## METODE DELA

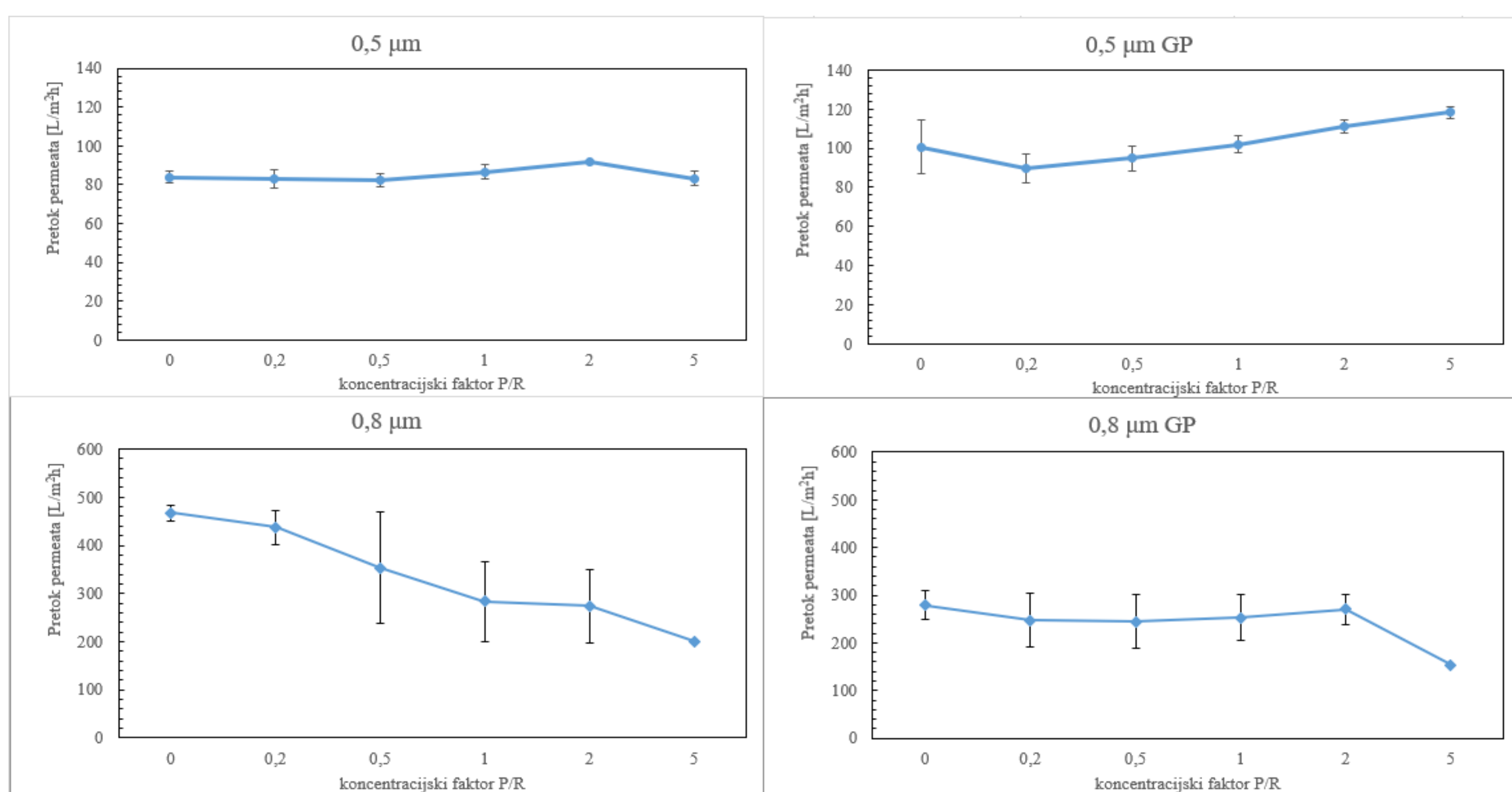
Optimalne nastavitve mikrofiltracije smo določili v ločenem poskusu s testiranjem različnih membran in različnih nastavitve naprave MMS SW25. Mikrofiltrirali smo 30 L kisle sirotke iz Mlekarnice Celeia. Na filtracijskem sistemu smo nastavili prvo črpalko na 50 % hitrosti in drugo črpalko na 65 % hitrosti. Na permeatni peristaltični črpalki je bil transmembranski tlak (TMP) nastavljen na 0,9 bar.

## REZULTATI IN DISKUSIJA

Na Sliki 1 so prikazani specifični pretoki permeata ( $\text{L}/\text{m}^2\text{h}$ ) kot povprečje obeh eksperimentov. Zanimalo nas je, kako membrane delujejo pri določenem koncentracijskem faktorju, ki je izračunan iz volumskega razmerja permeat : retentat. Pri obeh keramičnih membranah velikosti por 0,8  $\mu\text{m}$  opazimo trend padanja pretoka oziroma mašenja membran tekom eksperimenta. Prav tako je standardna deviacija večja kot pri membranah velikosti por 0,5  $\mu\text{m}$ . Večja napaka kaže na slabšo ponovljivost filtracije. Pri membranah velikosti por 0,5  $\mu\text{m}$  je standardna deviacija manjša, pri 0,5  $\mu\text{m}$  gradientni (GP) membrani se pretok permeata z naraščanjem koncentracijskega faktorja celo veča, kar je idealno, sam graf pa nakazuje tudi zelo stabilno filtracijo, kjer ne prihaja do mašenja membran. Trend nakazuje, da bi lahko dosegli še višji koncentracijski faktor, kar bi pomenilo še višji masni izkoristek filtracije za LF.

V Preglednici 1 so predstavljene začetne vrednosti SŠMO v kisli sirotki (KE/mL) in končne vrednosti v permeatni frakciji po končani mikrofiltraciji. Vse membrane so izkazale dobro redukcijo mikroorganizmov, vendar je bil cilj doseči vrednosti SŠMO vsaj pod 100 KE/mL oziroma znižanje SŠMO v parametu za vsaj 4 logaritemske enote.

Pri analizah vsebnosti laktoferina smo ugotovili, da je permeabilnost laktoferina pri membranah z večjimi porami nekoliko višja (Preglednica 2), a bi se s povečanjem koncentracijskega faktorja te razlike zelo verjetno zmanjšale, masni izkoristek za LF pa povečal. Filtracija je v vseh primerih potekala do zgornje meje koncentracijskega faktorja (25L:5L=5), ki jo, zaradi mrtvega volumna retentatne zanke, testni filtracijski sistem še dovoljuje.



**Slika/Figure 1:** Specifični pretoki permeata pri določenem koncentracijskem faktorju. / Specific permeate flow at a given concentration factor for each tested membrane.

### Zahvala/Acknowledgements:

Predstavljeni rezultati so bili doseženi v okviru raziskav sofinanciranih s strani projektov LIFE for Acid Whey – LIFE16 ENV/SI/000335 in LAKTIKA - pogodba št. C3330-18-952002. Za redne tedenske dobave sirotke v pilotnih fazah izvedbe projekta se zahvaljujemo Mlekarni Celeia.

**Preglednica/Table 1:** Skupno število mikroorganizmov (SŠMO) izraženih v koliformnih enotah na mililiter (KE/mL) v začetni frakciji sirotke pred mikrofiltracijo in permeatni frakciji sirotke po opravljeni mikrofiltraciji z uporabo keramičnih gradientnih (GP) in negradientnih membran z velikostjo por 0,5 in 0,8  $\mu\text{m}$ . / Total number of microorganisms (SŠMO) expressed in colony-forming units per millilitre (CFU / mL) in the initial whey fraction before microfiltration and the permeate whey fraction after microfiltration using a ceramic gradient (GP) and non-gradient membranes with a pore size of 0.5 and 0.8  $\mu\text{m}$ .

MEMBRANA	0,5 $\mu\text{m}$	0,5 $\mu\text{m}$	0,5 $\mu\text{m}$ GP	0,5 $\mu\text{m}$ GP
IZVORNA SIROTKA (KE/mL)	770.000	490.000	210.000	230.000
PERMEAT (KE/mL)	10.000	2.900	*	40
MEMBRANA	0,8 $\mu\text{m}$	0,8 $\mu\text{m}$	0,8 $\mu\text{m}$ GP	0,8 $\mu\text{m}$ GP
IZVORNA SIROTKA (KE/mL)	3.600.000	2.200.000	1.900.000	3.300.000
PERMEAT (KE/mL)	300	80	710	75

**Preglednica/Table 2:** Delež (%) laktoferina (LF) v permeatni frakciji po mikrofiltraciji kisle sirotke z uporabo keramičnih gradientnih (GP) in negradientnih membran z velikostjo por 0,5 in 0,8  $\mu\text{m}$ . / Proportion (%) of lactoferrin (LF) in the permeate fraction after microfiltration of acid whey using a ceramic gradient (GP) and non-gradient membranes with or 0.5 and 0.8  $\mu\text{m}$

MEMBRANA	% LF V PERMEATU
0,5 $\mu\text{m}$	68,54 ± 10,07
0,5 GP $\mu\text{m}$	79,14 ± 2,63
0,8 $\mu\text{m}$	85,43 ± 0,66
0,8 GP $\mu\text{m}$	88,82 ± 16,86

## ZAKLJUČKI/CONCLUSIONS

Cilj mikrofiltracije je bil odstraniti čim več mikroorganizmov in hkrati doseči dober izkoristek mikrofiltracije v smislu masne bilance za laktoferin. Ne glede na to, da je permeatni pretok gradientne keramične membrane z velikostjo por 0,5  $\mu\text{m}$  nižji in s tem filtracija daljša, smo jo izbrali za nadaljnje postopke obravnave sirotke zaradi dobre prepustnosti za laktoferin, visoke učinkovitosti odstranjevanja mikroorganizmov in stabilnega delovanja pri različnih koncentracijskih faktorjih.

With microfiltration we aimed to remove almost all microorganisms and at the same time, to achieve good microfiltration efficiency in terms of passage of LF to permeate fraction. Therefore, even though the permeate flow of the gradient ceramic membrane with a pore size of 0.5  $\mu\text{m}$  was lower and thus the filtration was longer, it was chosen for further whey treatment procedures due to good permeability to lactoferrin, high efficiency for microorganism removal and its stable performance at various concentration factors.