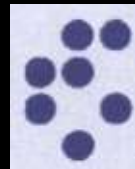


# UPORABA MAGNETNIH NANODELCEV ZA SEPARACIJO KVASOVK *Saccharomyces bayanus* V ALKOHOLNI FERMENTACIJI PENEČIH VIN

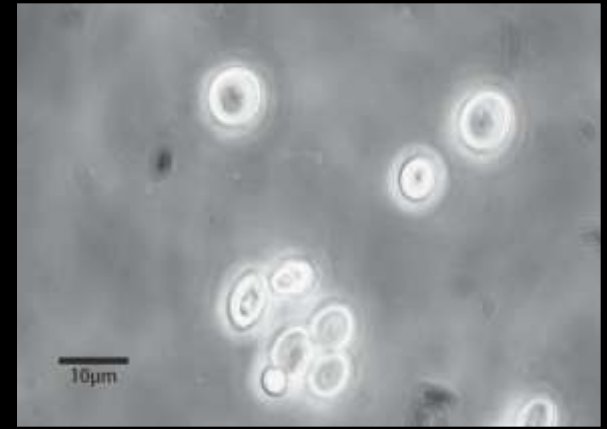
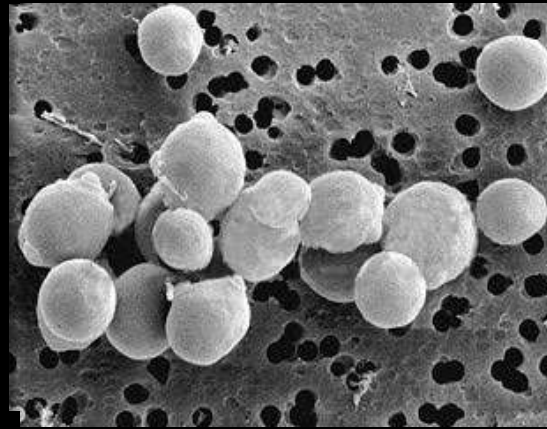
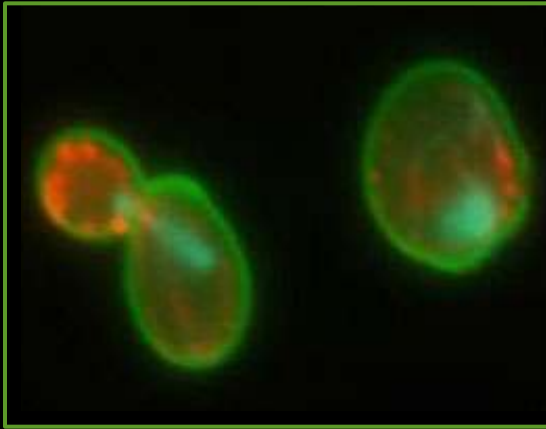


Marin Berovič<sup>1</sup>, Darko Makovec<sup>2</sup>, Suzana Bošković<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Katedra za Kemijsko, biokemijsko inženirstvo  
Univerza v Ljubljani, Askerčeva 5, 1001 Ljubljana

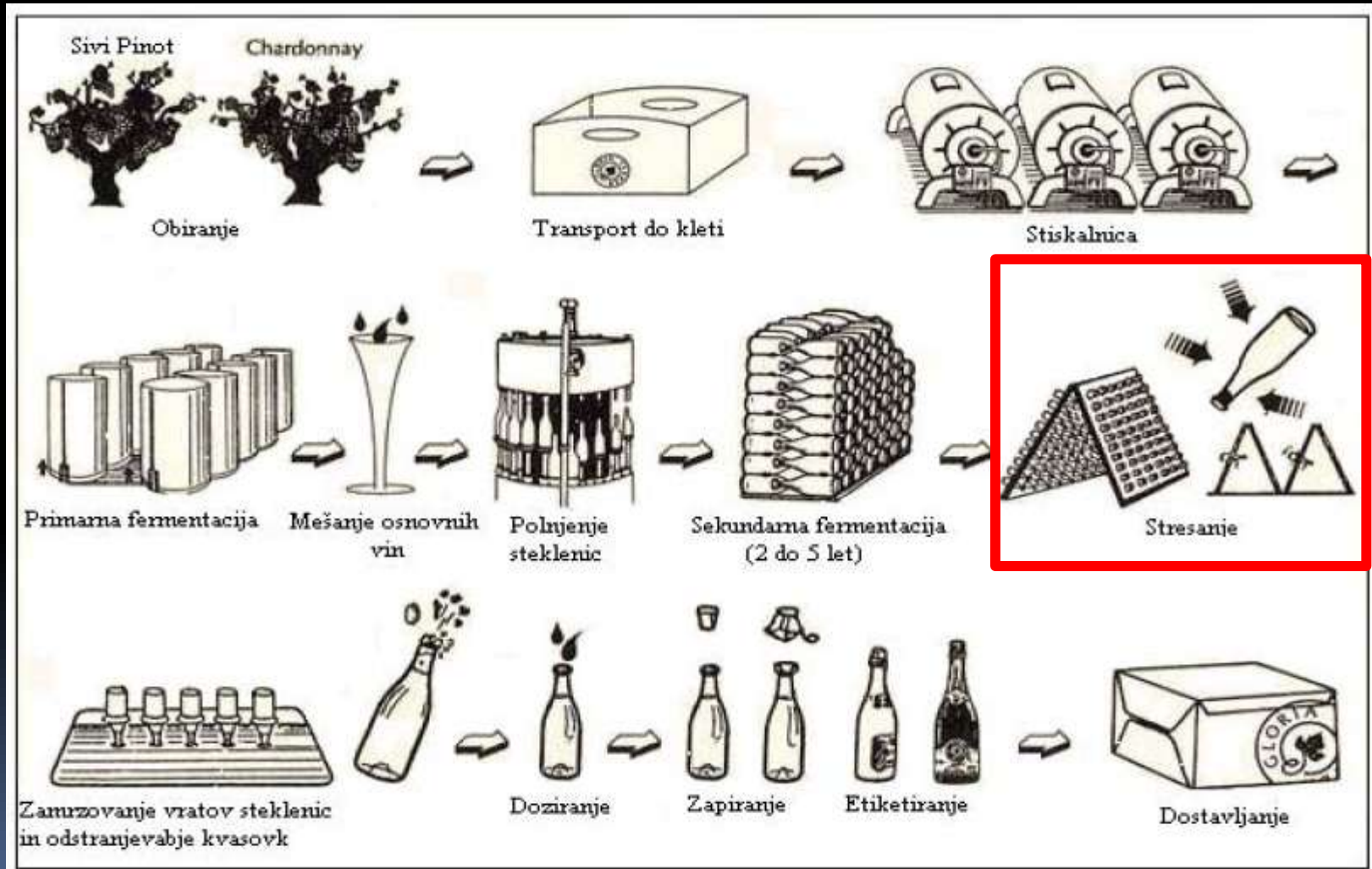
<sup>2</sup>Jožef Stefan, Jamova 39 1000 Ljubljana

# Namen dela



Namagnetiti vinske kvasovke  
*Saccharomyces bayanus* z magnetnimi nanodelci  
in s pomočjo gradienta zunanega magnetnega polja  
izvesti pospešeno sedimentacijo in separacijo odmrle  
biomase iz penine pridelane po klasičnem postopku  
vrenja v steklenici

# Shematski prikaz priprave penine - sekundarna fermentacija v steklenici

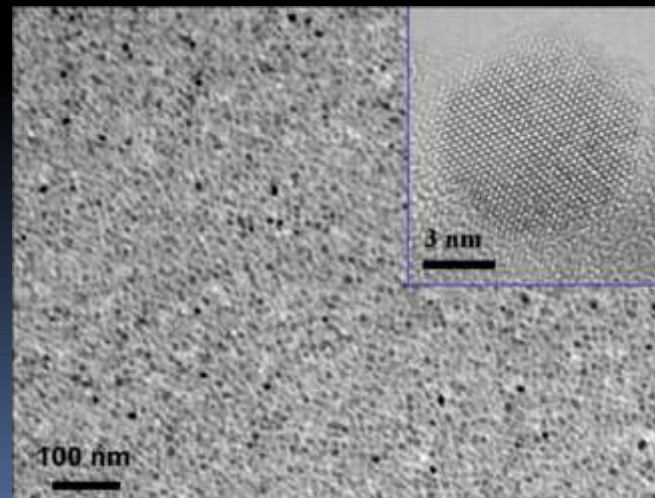
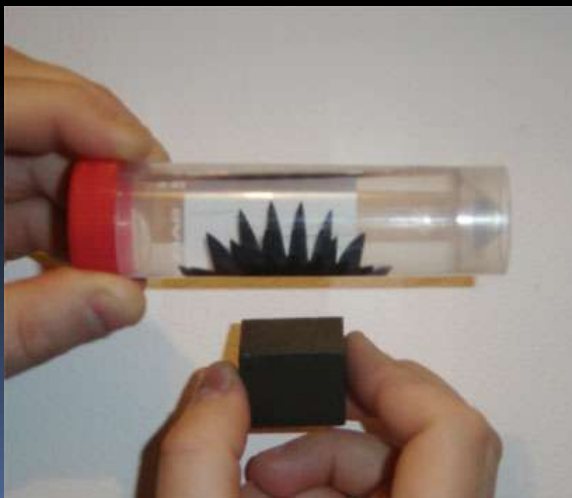


# Magnetne tekočine

So stabilne koloidne suspenzije superparamagnetnih nanodelcev. Kot magnetni material se običajno uporablja magnetni železov oksid - *maghemit*.

Da ostanejo nanodelci v suspenziji dolgoročno porazdeljeni, mora biti njihova velikost okoli 10 nm, tako da so v *superparamagnetnem* stanju.

Superparamagnetizem je pojav pri katerem se magnetni momenti nanodelcev spontano relaksirajo zaradi termične energije.



# MATERIALI

## ☐ **kvasovke:**

- Šampanjske kvasovke *Saccharomyces bayanus*, 18-2627, Epernay, Francija

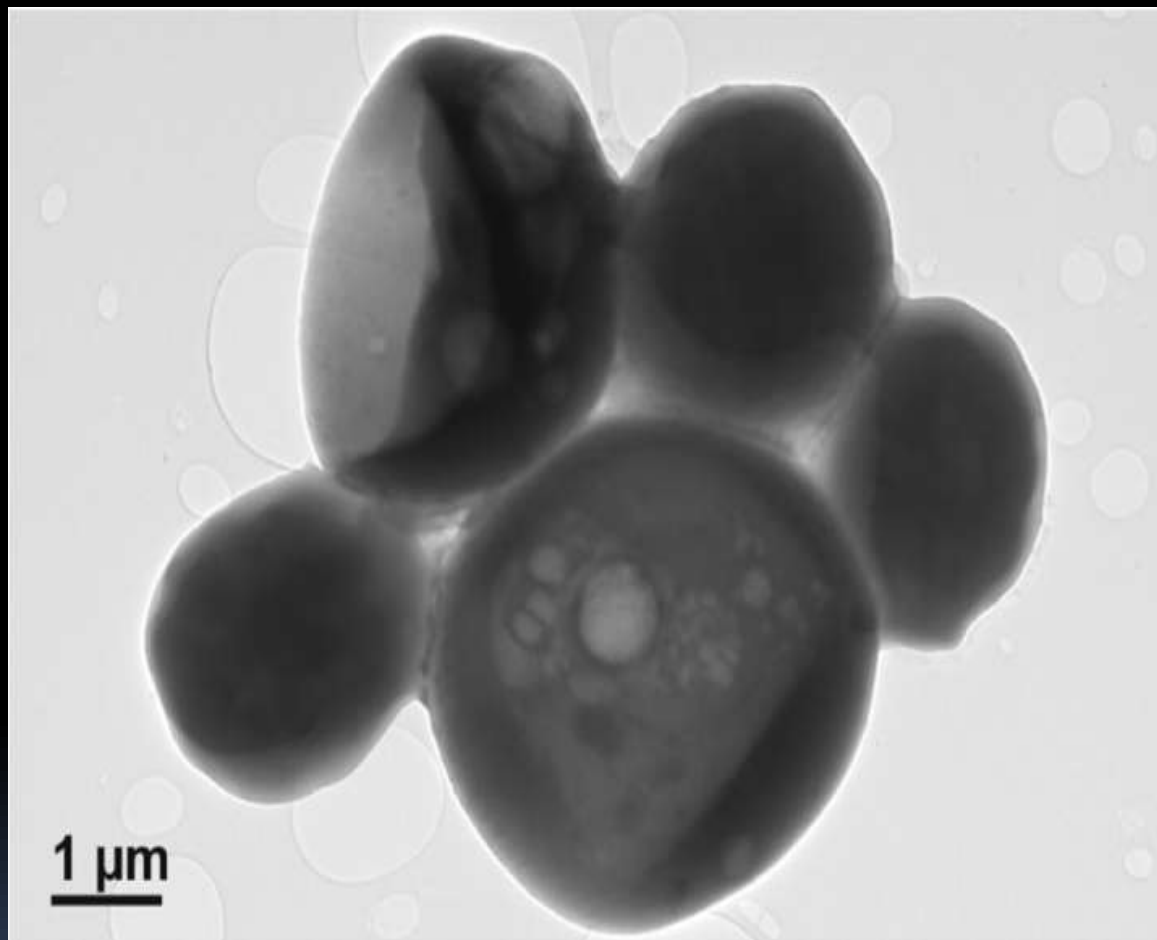
## ☐ **substrat:**

- grozdni mošt, furlanski tokaj, Goriška brda

## ☐ **magnetni nanodelci:**

Superparamagnetni nanodelci maghemita, velikosti 13 nm, prevlečeni z:

- MD-Si-APMS : 2 nm plastjo  $\text{SiO}_2$  in aminopropil silanom s pozitivnim površinskim nabojem
- MD-CA : adsorbirano citronsko kislino in imajo negativen površinski naboj



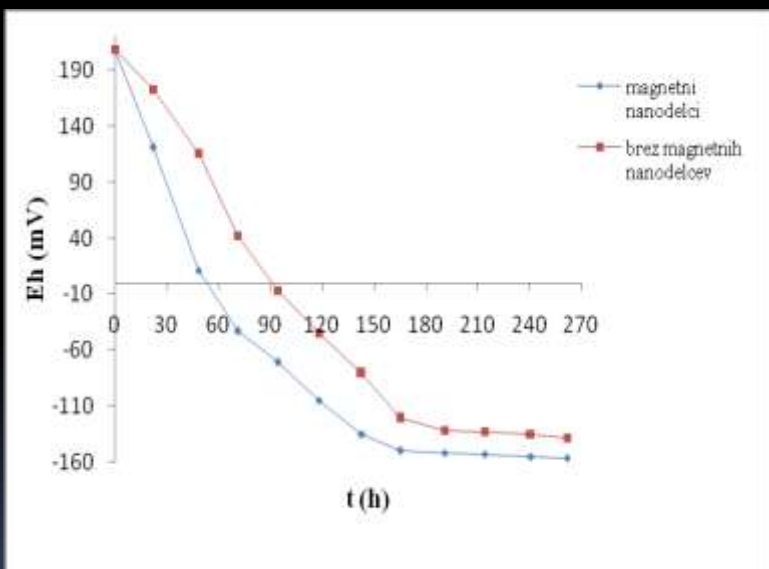
*Saccharomyces cerevisiae* z magnetnimi nanodelci  
na površini celičnih sten



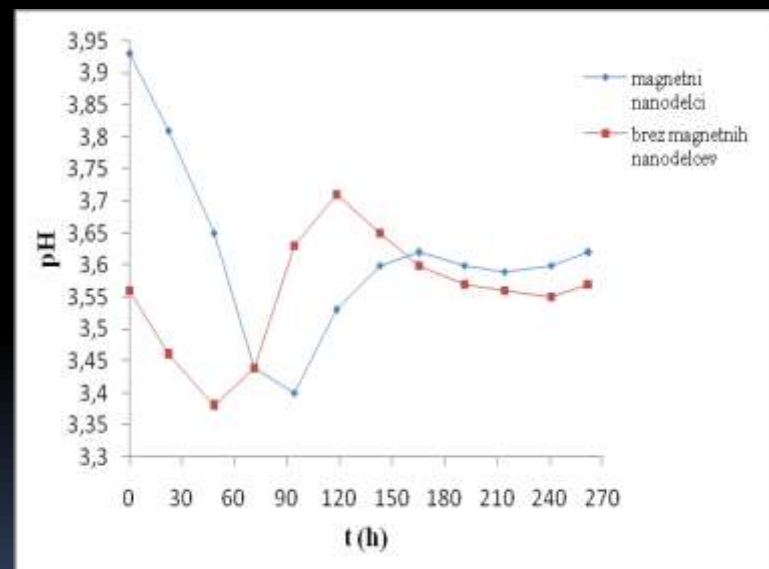
Primerjava separacij pri različnih vrstah  
nanodelcev  
(MD-Si-APMS in MD-CA)

# Kinetika alkoholne fermentacije

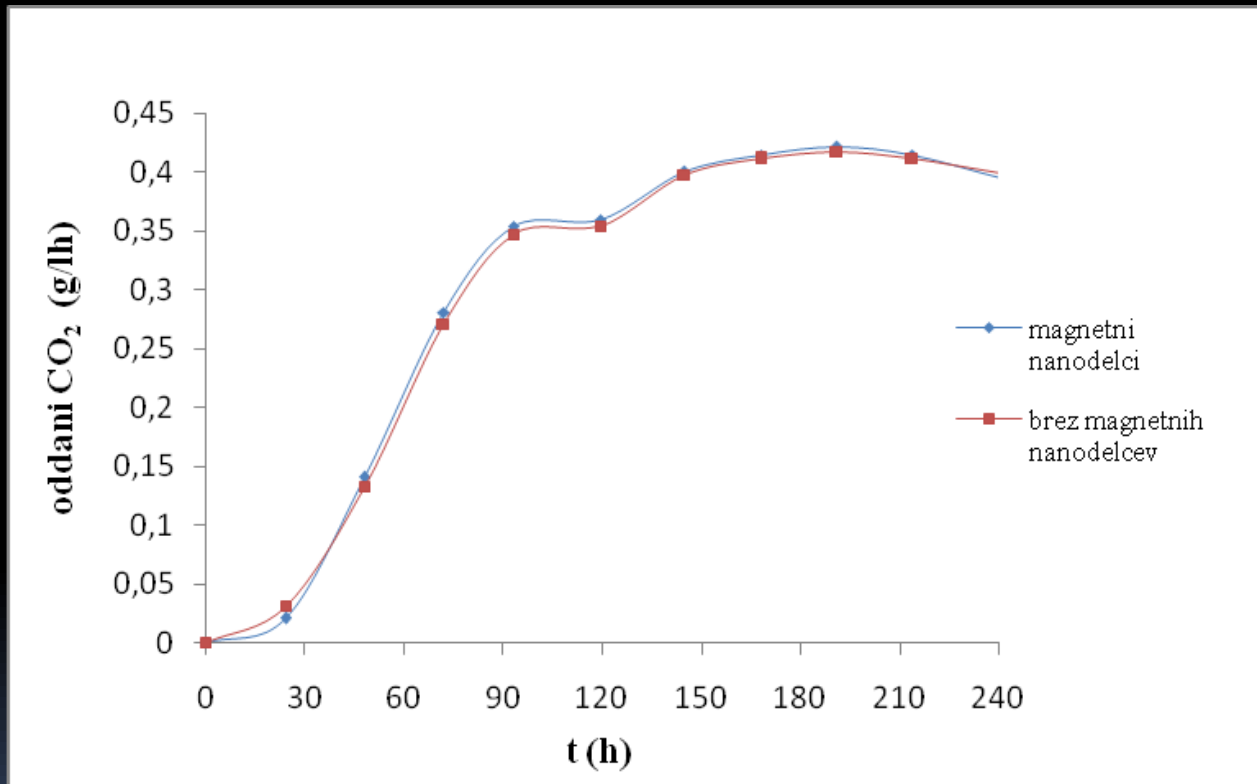
- Sprememba vrednosti redoks potenciala med alkoholno fermentacijo



- Sprememba vrednosti pH medija med alkoholno fermentacijo



# SPROŠČANJE CO<sub>2</sub>

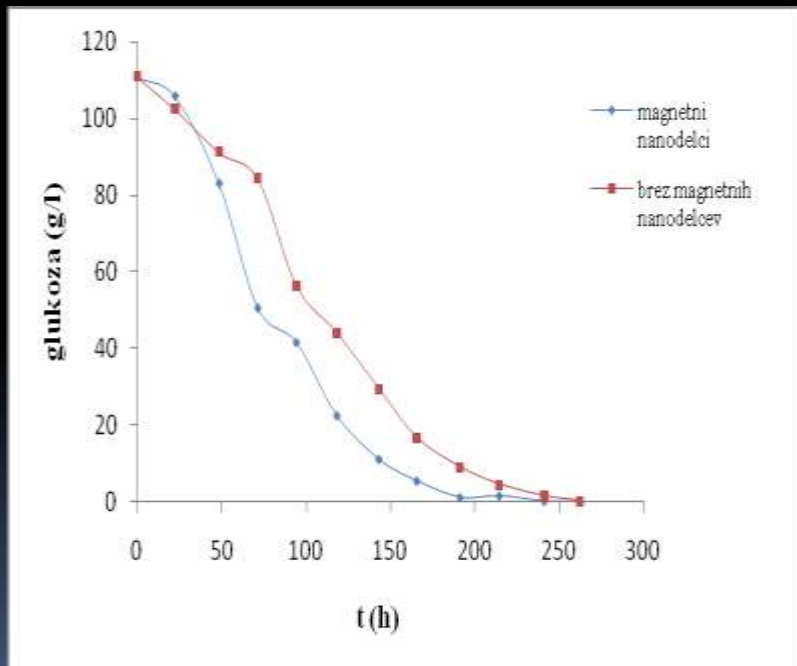


Kinetika CO<sub>2</sub> v odvisnosti od trajanja alkoholne fermentacije

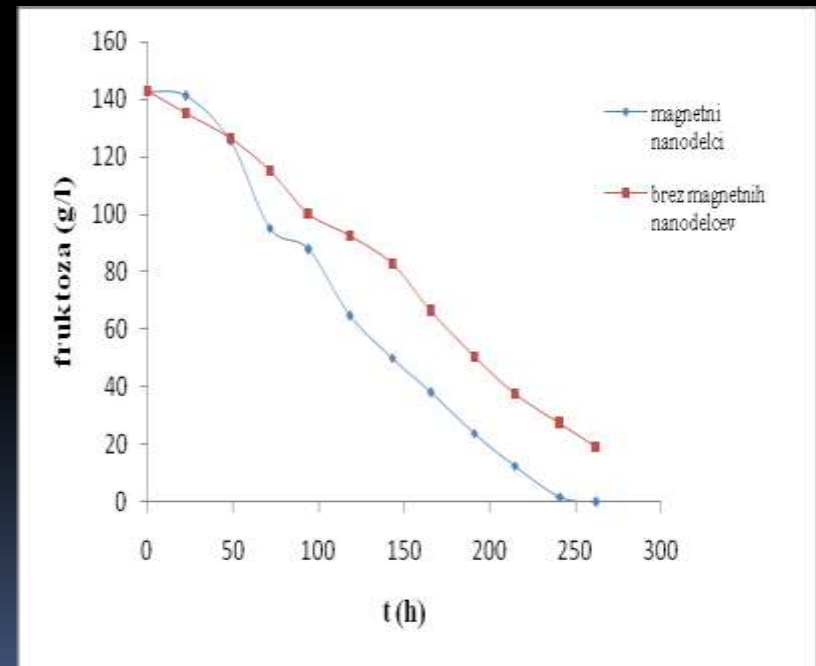


# Dinamika porabe sladkorjev

## □ poraba glukoze

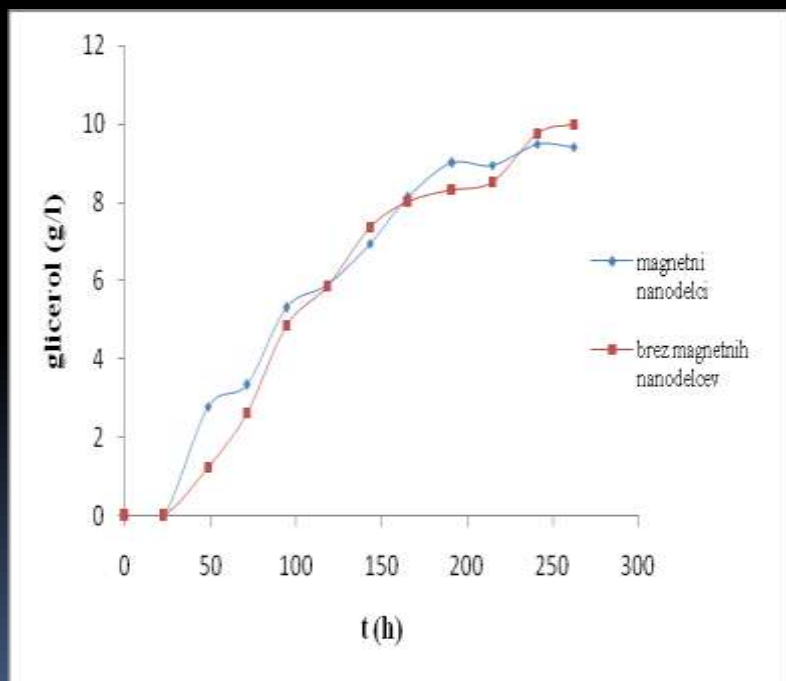


## □ poraba fruktoze

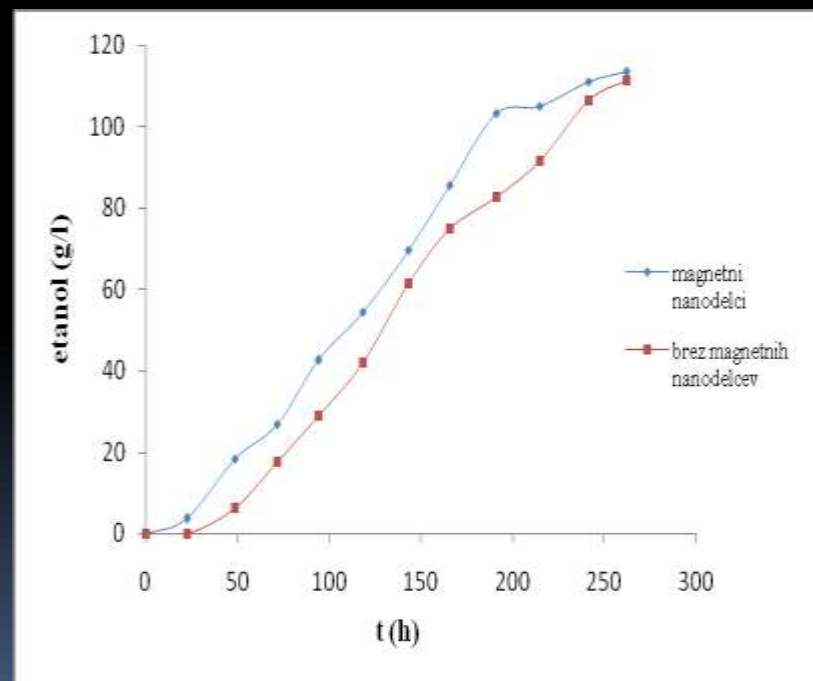


# Dinamika tvorbe metabolnih produktov

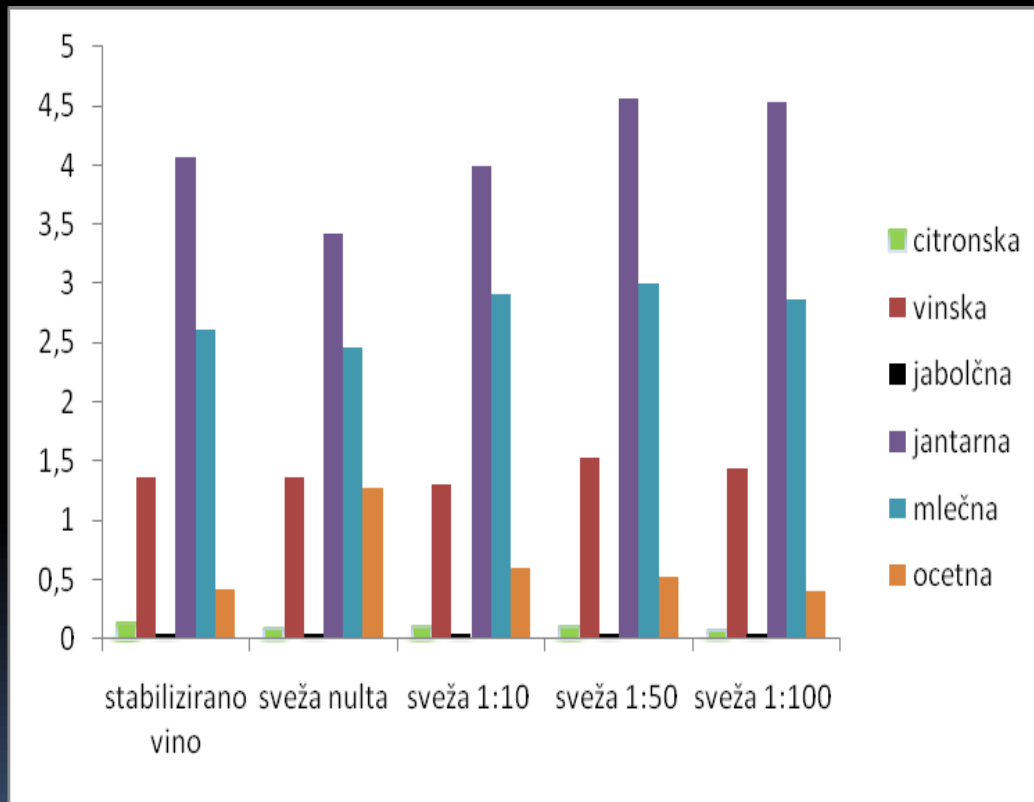
## ▣ nastajanje glicerola



## ▣ nastajanje etanola



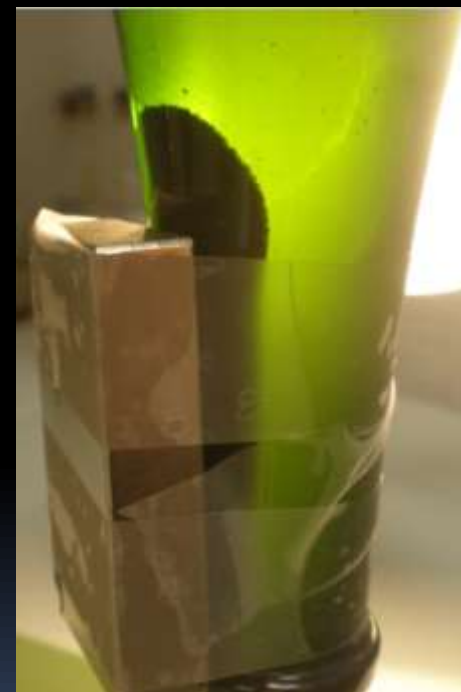
# VSEBNOST KISLIN



- citronska in vinska kislina sta zastopani v podobnih koncentracijah pri vseh vzorcih
- jabolčna kislina ni zastopana v vzorcu
- mlečna kislina je nekoliko povišana
- očetna kislina je znižana

# Merjenje sedimentacije

	<b>z magnetom</b>	<b>brez magneteta</b>
<b>vzorec</b>	<b>čas (min)</b>	<b>čas (min)</b>
<b>A</b>	5	30
<b>B</b>	13	95
<b>C</b>	16	120
<b>kontrola</b>	/	240
<b>brez posega</b>	/	> 20 dni



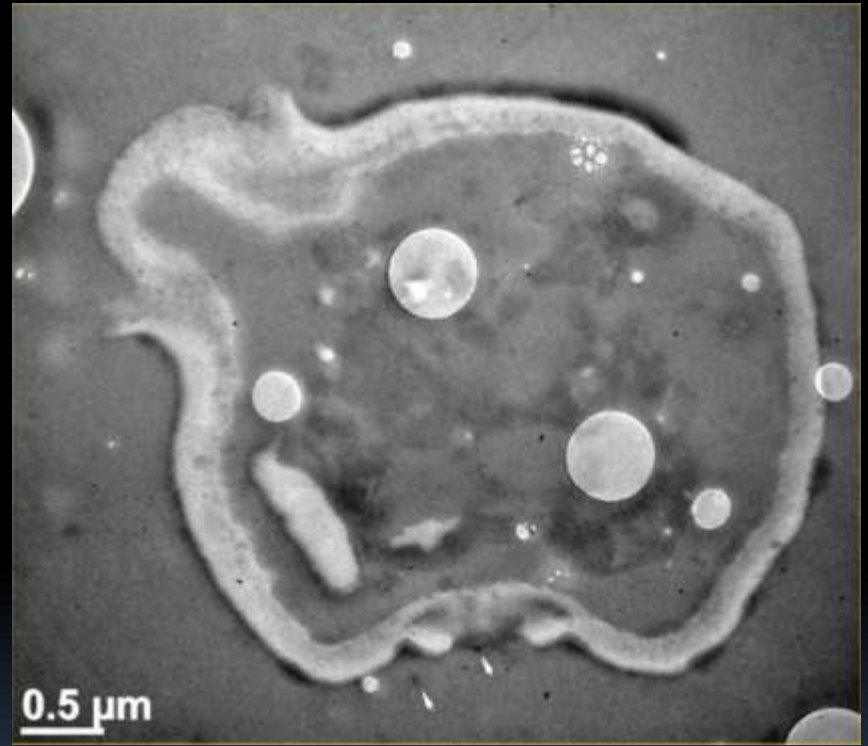
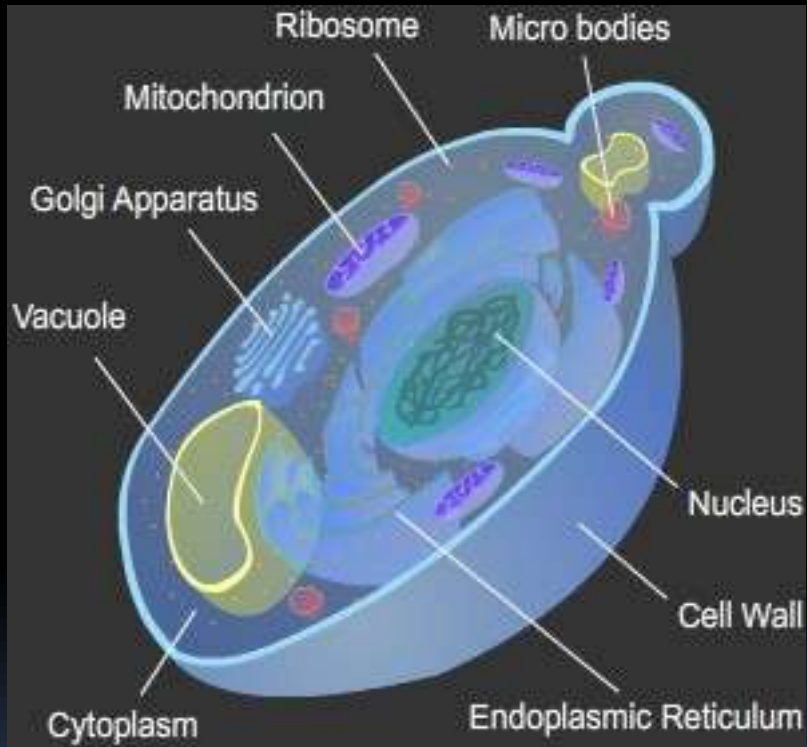


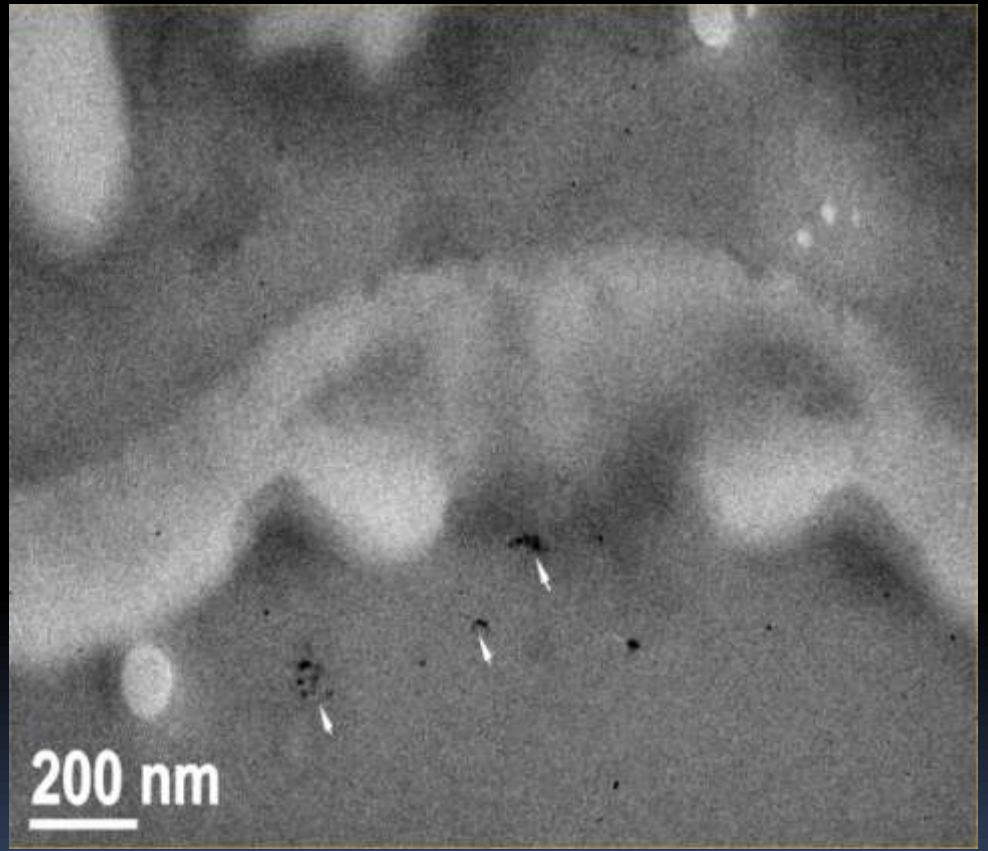
# Merjenje tlaka

vzorec	paralelka 1	paralelka 2
A	5,30 bar	5,25 bar
B	5,25 bar	5,20 bar
C	5,30 bar	5,30 bar

kontrolna penina (brez magnetnih nanodelcev) = 5,30 bar









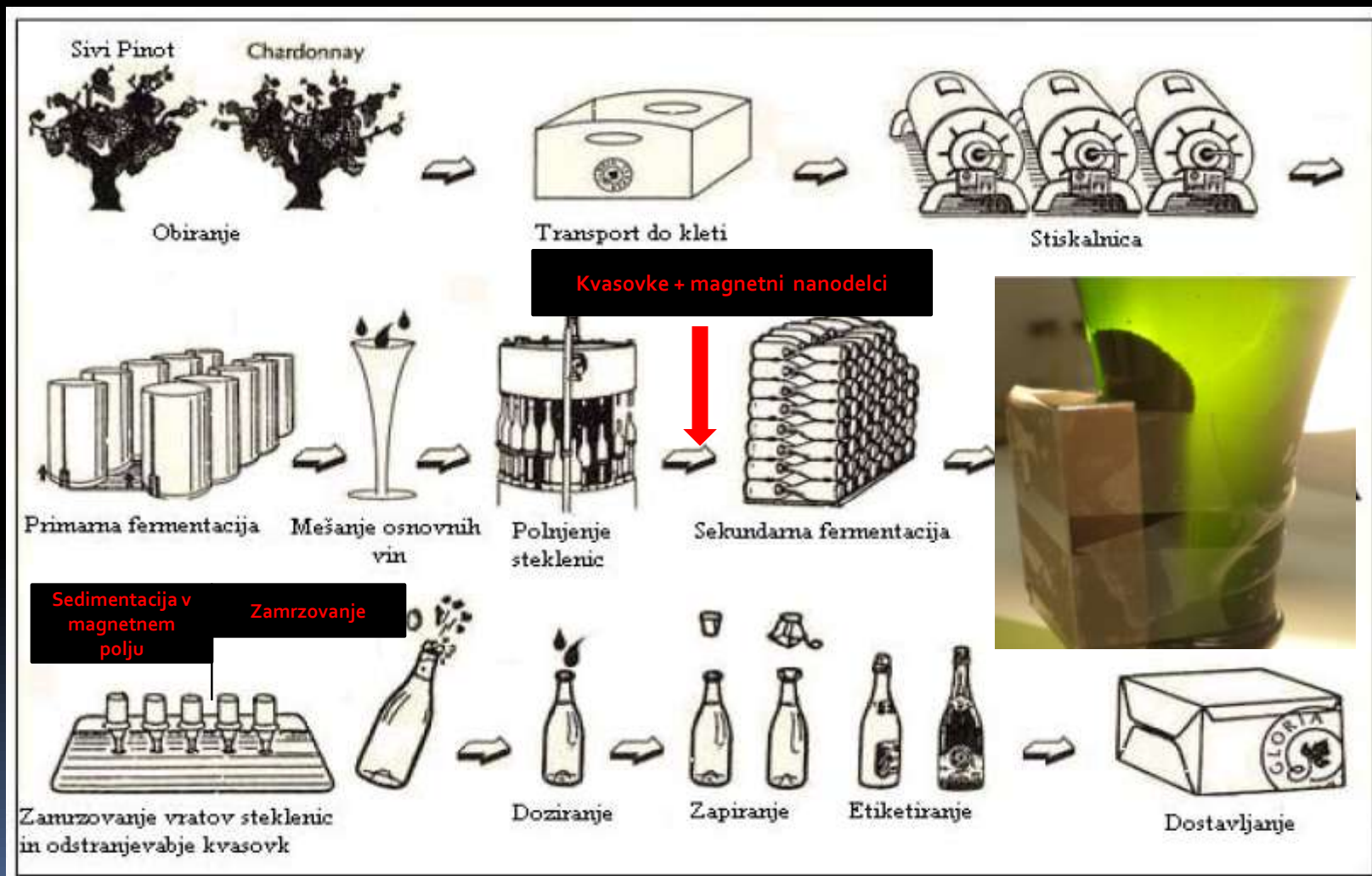
# ZAKLJUČKI

- ❑ Vezava magnetnih nanodelcev MD-Si-APMS, ki imajo pozitiven površinski naboj na površino kvasovk z negativnim površinskim nabojem.
- ❑ Optimalno masno razmerje med magnetnimi nanodelci in kvasovkami je približno 1:50, saj v tem primeru nanodelci niso v prebitku in prav tako jih je dovolj za separacijo kvasovk.
- ❑ S pomočjo magnetnih nanodelcev kvasovke izločimo iz vina oziroma penine v 15 minutah – običajni postopek pa traja najmanj 20 dni.
- ❑ Magnetni nanodelci med alkoholno fermentacijo odpravijo premlade in prestare kvasovke.
- ❑ Magnetni nanodelci ne vplivajo na potek alkoholne fermentacije, saj je tlak v steklenicah enak ob njihovi prisotnosti in brez njih.

# ZAKLJUČKI

- ❑ Magnetni nanodelci pospešijo kinetiko alkoholne fermentacije ter povečajo produkcijo.
- ❑ Hitrost porabe sladkorjev med alkoholno fermentacijo je večja in intenzivnejša.
- ❑ Z magnetnimi nanodelci dosežemo večjo metabolno aktivnost vinskih kvasovk.
- ❑ Dodatek magnetnih nanodelcev ne vpliva na končni pH.
- ❑ Magnetni nanodelci ne vplivajo na dihanje.
- ❑ Magnetni nanodelci ne vplivajo na končno koncentracijo glicerola in etanola.
- ❑ Na nastanek kislin imajo magnetni nanodelci zelo majhen vpliv: mlečna kislina je nekoliko povišana, koncentracija očetne kisline je nekoliko nižja, ostale kisline pa so zastopane v enakih koncentracijah (ni spremembe).

# Izboljšava tehnološkega postopka





# Analiza železa

Vzorec	Fe (mg/l)
Penina brez magnetnih kvasovk	0.40
Penina z magnetnimi kvasovkami	0.60