

Mikrobiološke i kemijsko-fizikalne metode nadzora procesa proizvodnje piva

Izv. prof. dr. sc. Sunčica Beluhan

Značenje mikrobiološkog nadzora tijekom proizvodnje piva

ak. god. 2014/15.

Nadzor proizvodnje piva i gotovog proizvoda

- Mikrobiološki nadzor u svakoj tehnološkoj fazi
- Uklanjanje neželjenih mikroorganizama čišćenjem i dezinfekcijom
- Kemijsko-fizikalni (tehnološki) nadzor
- Organoleptička (senzorska) ocjena gotovog piva
- Praćenje gubitaka tijekom tehnološkog procesa
- Ocjena uspješnosti tehnološkog procesa

Općenito o pivovarstvu

- Pivo i pivu slični napitci mogu se pripraviti od:
 -
 - slađenih žitarica
 - neslađenih žitarica
 - (povijesno) - kruha

Povijest nastajanja piva

- Povjesničari još uvijek raspravljaju o tome jesu li prapovijesni nomadi "proizvodili" pivo prije no što su znali pripremiti kruh
- Noa je "navodno" pivo ponio na Arku
- 5 000 god. pr. Kr. egipatski bog Oziris
- 4 300 god. pr. Kr. Sumerani (Mezopotamija, današnji Irak)
 - 40 % svojih žitarica pretvarali u kruh, zatim od njega proizvodili pivo
- 4 300 god. pr. Kr. Babilonci su isklesali detaljnu recepturu piva
- U doba Kristova rođenja, Gali su poznavali piće od ječma
- Germani pili medovinu začinjenu hmeljem, pa su se pivo i medovina smatrali istim pićem
- Grčka i Rimska kultura ismijavala narode koji su pili pivo i smatrali ih nižim bićima jer nisu pili vino
- 5. st., u doba vladavine Karla Velikog proizvodnja piva razvijena do razine proizvodnje vina



Stručna i znanstvena pozadina pivarstva

- davno, proizvodnja temeljena na principu pokušaja i pogrešaka (tisuće godina za usavršavanje)
- do polovine 19. st. zanatsko umijeće (neznanje o uzrocima i posljedicama promjena tijekom proizvodnje i čuvanja piva)
- do druge polovine 16. st. za kvarenje piva optuživane zle sile, "pivske vještice", posljednja među njima spaljena 1581. god. u Švicarskoj
- znanstvenu osnovu proizvodnje piva čine fundamentalne znanstvene discipline: **KEMIJA, BIOKEMIJA I MIKROBIOLOGIJA**
- primjenjuju se u izučavanju kakvoće i mikrobiološke ispravnosti sirovina, kao i svih tehnoloških postupaka: **SLAĐENJA JEČMA, VARENJA (KUHANJA) SLADOVINE, ALKOHOLNOG VRENJA, DOVIRANJA I DOZRIJEVANJA PIVA**

Mikrobiološka pozadina povijesti pivovarstva

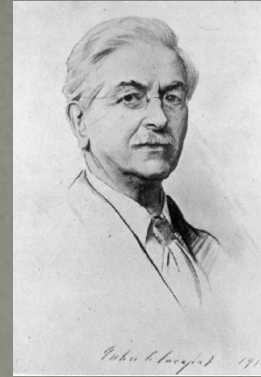
- 1516. god. Bavarski vojvoda Vilhelm IV proglasio je "Zakon o čistoći piva" (*Reinheitgebot*)
kvasac kao glavni čimbenik vrenja nije spomenut - nije bilo mikroskopa
- 1674. god. A. Leewenhoek izumio prvi mikroskop
- 1857. god. Luis Pasteur dokazuje ulogu kvasca u alkoholnom vrenju
- E. C. Hansen iz Zavoda za fiziologiju Carsberg laboratorija prvi uspio izolirati jednu jedinu stanicu pivskog kvasca - izolacija čiste kulture



- 1860. god. L. Pasteur je u svojoj studiji naslovljenoj „*Etudes sur la Bire, ses maladies, Causes qui les Provoquent. Procèdes pour la Rendre Inanterable, avec une Theorie Nouvelle de la Fermentation*”
(Studije o pivu, njegovim bolestima i uzrocima koji ih izazivaju. Postupci za postizanje stabilnosti, s novom teorijom vrenja)
dokazao da je kvarenje piva i vina posljedica razvoja i rasta bakterija octene i mliječne kiseline.

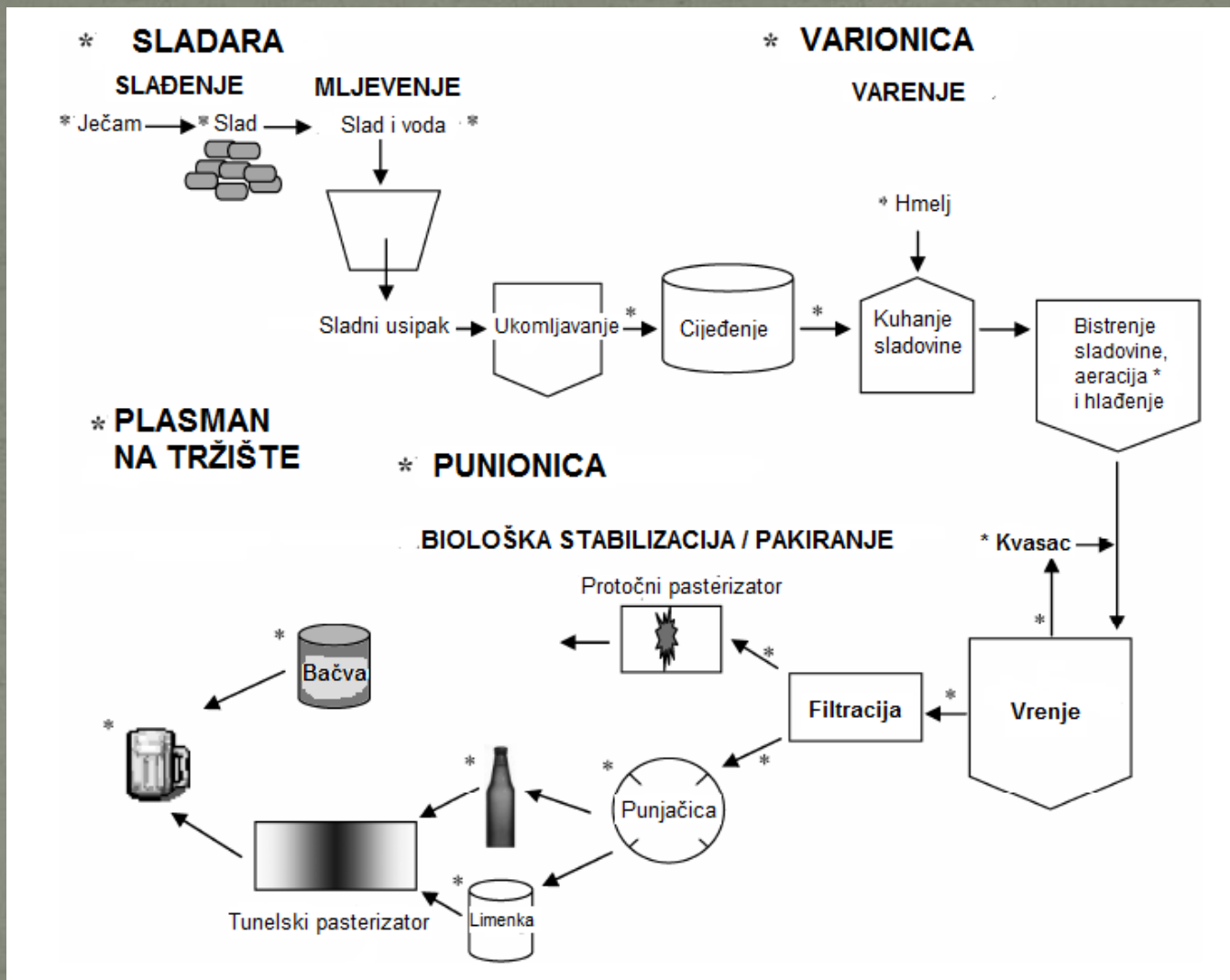
Mikrobiološka pozadina povijesti pivovarstva

- Horace Brown otkrio "divlje kvasce"



- u vrijeme Pasteura i Browna (druga. pol. 19. st.) bakterije koje kvare pivo nazivane različitim imenima
- između 1930. i 1960. god. J. L. Shimwell ih je klasificirao pod danas poznatim nazivima (*Lactobacillus pastorianus*, *Acetobacter*, *Acetomonas spp.*, *Zymomonas anaerobia*, *Obesumbacterium proteus*)
- kasnije, 1970. god. otkrivene dvije striktno anaerobne bakterije (*Pectinatus cerevisiiphilus* i *Megasphera cerevisiae*)

Slika 1. Shematski prikaz cjelokupnog postupka proizvodnje piva. Moguća mjesta povoljna za mikrobiološko zagađivanje označena su *



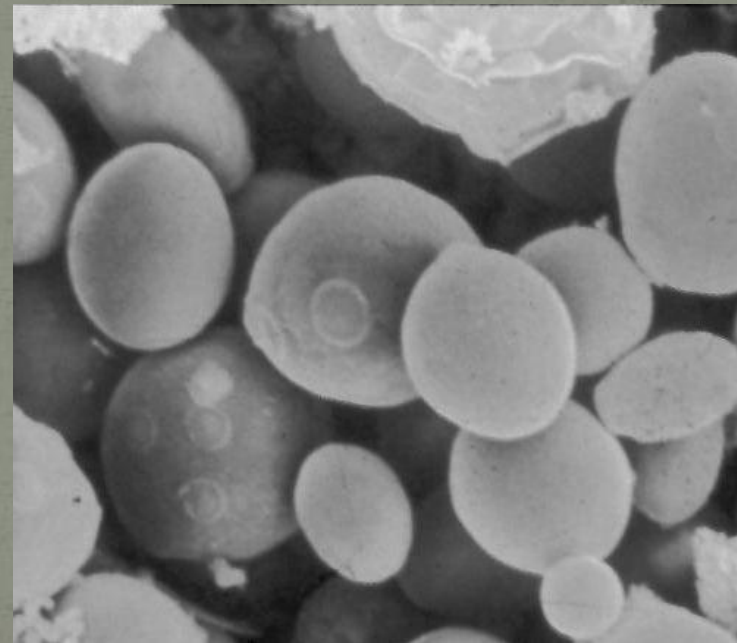
Mikrobiološke i kemijsko-fizikalne metode nadzora proizvodnje piva

26.10.2014.

Radni mikroorganizam

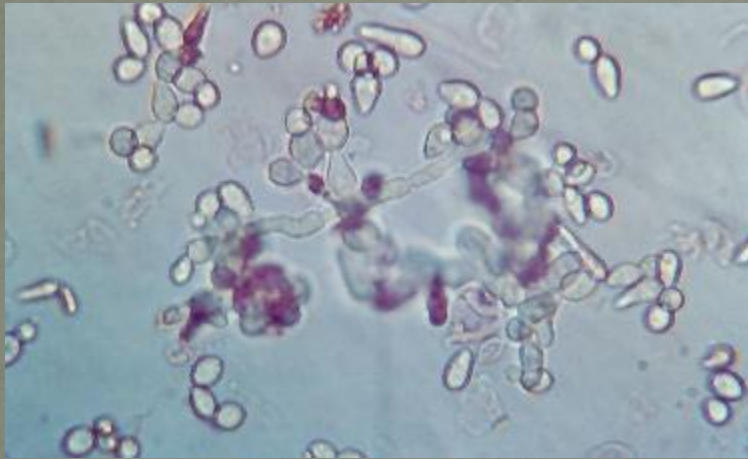
Kvasac

-poželjan samo radni soj kvasca – ale ili lager, ovisno o željenom okusu piva



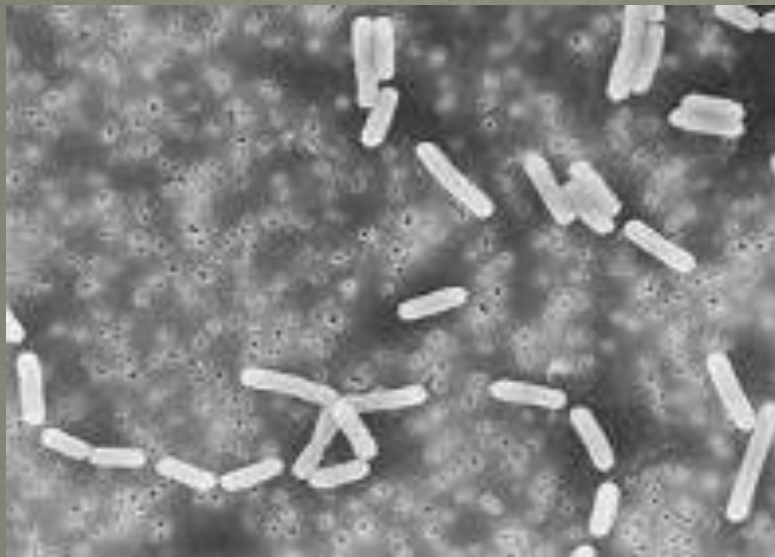
Divlji kvasci

- mogu izazvati pojavu neželjenog okusa piva (fenolni okus)

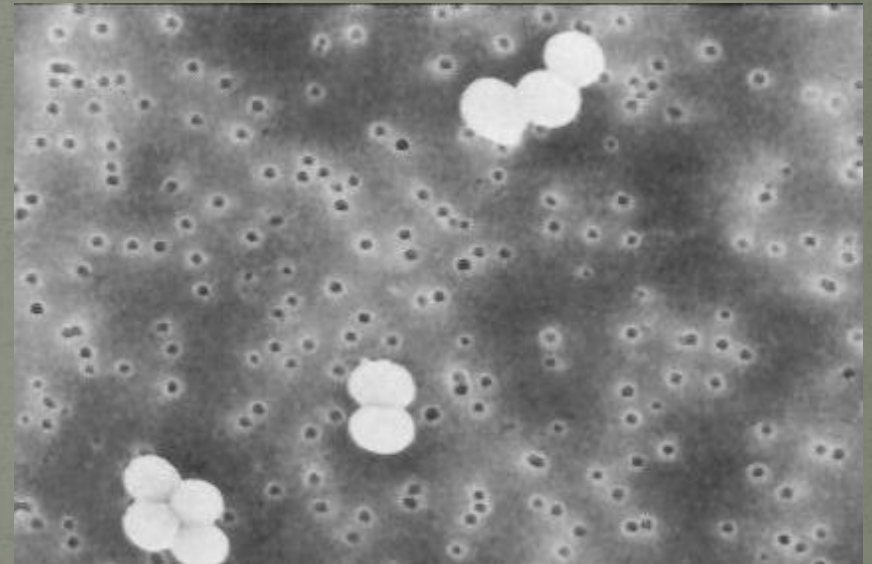


Bakterije i alge

-najčešći kontaminanti su bakterije iz rodova *Pediococcus* i *Lactobacillus*

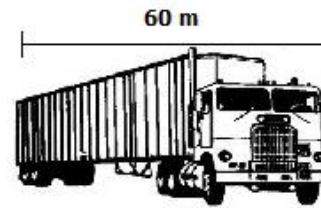


- alge su prisutne kao posljedica vlage na radnim površinama i ambalaži



“Hair analogy”

Kamion-dostava piva



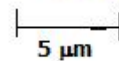
Vozač kamiona



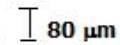
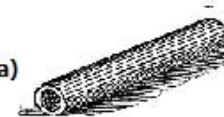
visina glave



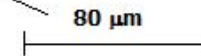
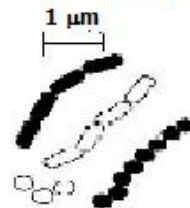
Gosp. *Saccharomyces*



kosa (dlaka)



Gđa bakterija



Metaboličke faze tijekom fermentacije

AEROBNA

Šećer (glukoza)

Vitamini

Minerali

Kisik

Voda



(bahat)

Temperatura 18 oC

pH 5,0

ANAEROBNA



(premoren)

Temperatura 20 oC

pH 4,0

Ugljični dioksid

Etanol

Organske kiseline

Uklanjanje nepoželjnih mikroorganizama

1. ultraljubičastim svjetlom

- razaranje staničnih membrana i/ili jezgre (DNA)
- ovisno o vremenu kontakta i intenzitetu svjetla
- zahtijeva održavanje i čišćenje da bi ispravno djelovalo

2. mehaničkim putem

- filtracija: porozne nehrđajuće sterilne membrane, reverzna osmoza
- ribanje površina s kemikalijama

Uklanjanje nepoželjnih mikroorganizama

3. kemijskim putem

- kemikalijama: klor, lužine, alkohol, jod, peroksidi, kvaterne amonijeve soli, peroctena kiselina

4. zagrijavanjem (sterilizacijom)

- učinkovito ako su prethodne metode već izvedene
- parom
- vrućom vodom – 80 °C tijekom minimalno 20 minuta

Mikrobiološki kontrolni program

1. Kontrola naseljavanja (invazije):

- dizajn postrojenja tako da se onemogući invazija nepoželjnih mikroorganizama
 - sterilne prostorije za punjenje (punionice)
 - sigurnosni ventili da ne može doći do miješanja različitih šarži
 - dobro dizajniran sustav cjevovoda (što manje “koljena”)

Mikrobiološki kontrolni program

2) Kontrola razmnožavanja

- cjelokupno čišćenje, sterilizacija i uklanjanje mikroorganizama
 - ✓ CIP sustav s verificiranim nadzorom
 - ✓ ATP validacija brisova i zadnje vode za ispiranje
 - ✓ sustavi za sterilizaciju
 - ✓ ručno ribanje pumpi
 - ✓ čišćenje punjačica i površina pjenom

Mikrobiološki kontrolni program

3) Dnevno praćenje higijenskog statusa

- opreme – bris, uzorkovanje
- sirovina – pivo u svim fazama proizvodnje, zrak, CO₂, voda i dr.
- ambalaže – limenke, boce, krunski čepovi, voda za ispiranje ambalaže

4) Detekcija i identifikacija

- kontrola rasta kontaminanata u pivu

Mikrobiološki kontrolni program

5) Upozorenje na moguću štetu

- svi mikroorganizmi su potencijalno štetni, mogu se razmnožavati i prouzročiti loše okuse proizvoda
- identifikacija upozorava na prisutnost potencijalnih zagađivača piva

6) Informacije o načinu pakiranja

- dobivanje najnovijih (“up to date”) informacija
- korištenje tih informacija za donošenje odluka
- primjena odluka u rješavanju problema

Mikrobiološki kontrolni program

7) Edukacija

- dobra oprema, zadovoljavajuća čistoća i optimalni sustavi za sterilizaciju nisu uvijek jamstvo!
- svi moraju razumjeti važnost sanitacije
- radni standardi moraju biti zadovoljeni bez “prečica”

Uobičajeni problemi u sustavu

- dizajn CIP-a nije prilagođen inženjerskom dizajnu pogona
- sigurnosni ventili mogu zakazati
- protok vode u pivovari i za čišćenje
- CIP sustave moraju nadgledati (svaki ciklus) djelatnici i nadglednici

Zaključci

- SVAKI DAN DONOSI MOGUĆNOST IZAZIVANJA KVARA NA PROIZVODU!
- Važno je održati zadovoljavajuću razinu uspješnosti. Ne zanositi se prošlim uspjesima!
- Nužno je rutinsko nadgledanje i trenutno djelovanje
- Moraju se poznavati, razumjeti i pratiti ustaljeni postupci koji su se pokazali ispravnima.