

# Optimiranje postupka namakanja i klijanja golozrnog ječma

---

**Kotris, Maja**

## Supplement / Prilog

Publication year / Godina izdavanja: **2020**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:109:833959>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-07**

REPOZITORIJ

**PTF**

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

**dabar**  
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek



Maja Kotris

# Optimiranje postupka namakanja i klijanja golozrnog ječma

Diplomski rad

Osijek, srpanj 2020.

Mentor: prof. dr. sc. Vinko Krstanović

# Golozrni ječam (Hordeum vulgare var.nudum)



## Prednosti:

- odsutnost pljevice
- povišeni udio ekstrakta
- visoka nutritivna vrijednost
- ekonomska prednost

## Nedostaci:

- bogati  $\beta$ -glukanima
- viši udio proteina
- otežano upijanje vode (lošija citolitička razgradnja)

# Zadatak

- ▶ ustanoviti optimalnu shemu za namakanje i klijanje zrna (kako bi se dobile najpovoljnije vrijedosti utjecaja procesnih faktora na uspješnost citolitičke razgradnje zrna)
- ▶ provedena su 3 različita postupka namakanja i klijanja zrna (s obzirom na duljinu trajanja, temperaturu i aeraciju u pojedinim fazama procesa)
- ▶ **Uzorci:** sorta Osvit i sorta Mandatar

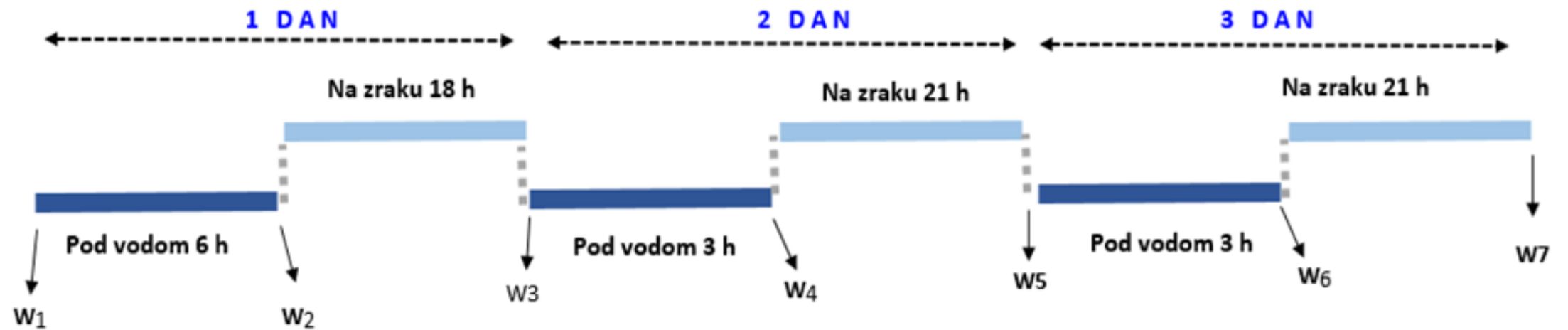


## Metode:

- metode propisane u analitičkom priručniku EBC-a (European Brewery Convention, Analytica 5. ed. (1998) Fachverlag Hans Carl, Nürnberg)
- MEBAK-ovi analitički priručnici (Middle European Brewing Analysis Commission), Brautechnische Analysenmethoden 3. ed. Band I (1997) i Band II (1993), Selbstverlag der MEBAK Freising-Weihenstephan)

# Močenje

- anabioza → stanje aktivnog života zrna
- ravnomjerno i ujednačeno klijanje
- što je ↑ enzimska aktivnost, to je ↑ sposobnost vezanja vode
- Cilj: postići što veću količinu vlage u određenom vremenu



Shema određivanje moći buprenja (MEBAK metoda 2.4.4.)

T močenja = 15-17°C

# Izračun:

- Ukupna masa vode = namočeno zrno - suha masa zrna
- Vлага zrna =  $\frac{\text{ukupna masa vode} \times 100}{\text{masa namočenog zrna}}$

## Ocjena rezultata:

|           |                                |
|-----------|--------------------------------|
| < 45 %    | nezadovoljavajuća moć buprenja |
| 45-47,5 % | zadovoljavajuća moć buprenja   |
| 47,6-50 % | dobra moć buprenja             |
| > 50 %    | vrlo dobra moć buprenja        |

## Klijanje zrna

- formiranje enzimskog potencijala zrna

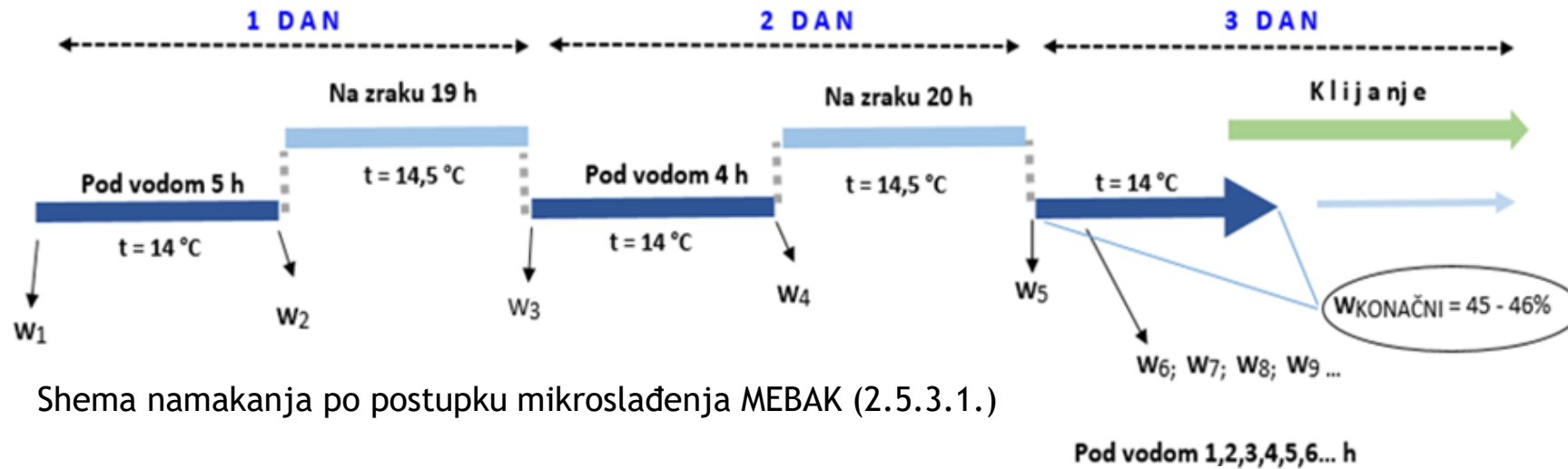


# Mikrosladenje

- ▶ predviditi sadržaj ekstrakta i razviti standardni postupak sladenja
- ▶ 3 faze (močenje, klijanje, sušenje zelenog slada → analiza)
- ▶ ukupno trajanje sladenja iznosi 191 h (oko 8 dana), od čega močenje traje 72 h (3 dana), klijanje 96 h (4 dana) i sušenje 23 h (oko 1 dan)
- ▶ provedena su 3 različita postupka sladenja (MEBAK postupak sladenja, Postupak mikrosladenja 1 i Postupak mikrosladenja 2)

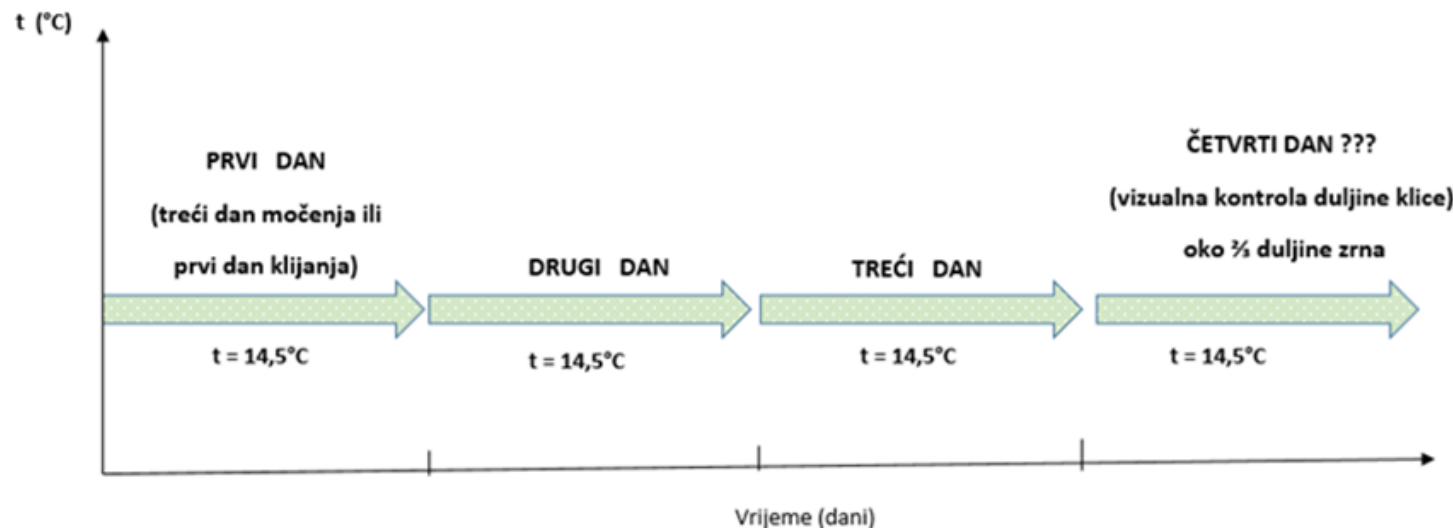


# MEBAK postupak slađenja



Shema namakanja po postupku mikroslađenja MEBAK (2.5.3.1.)

## HEMA MIKROSLAĐENJA: KLIJANJE

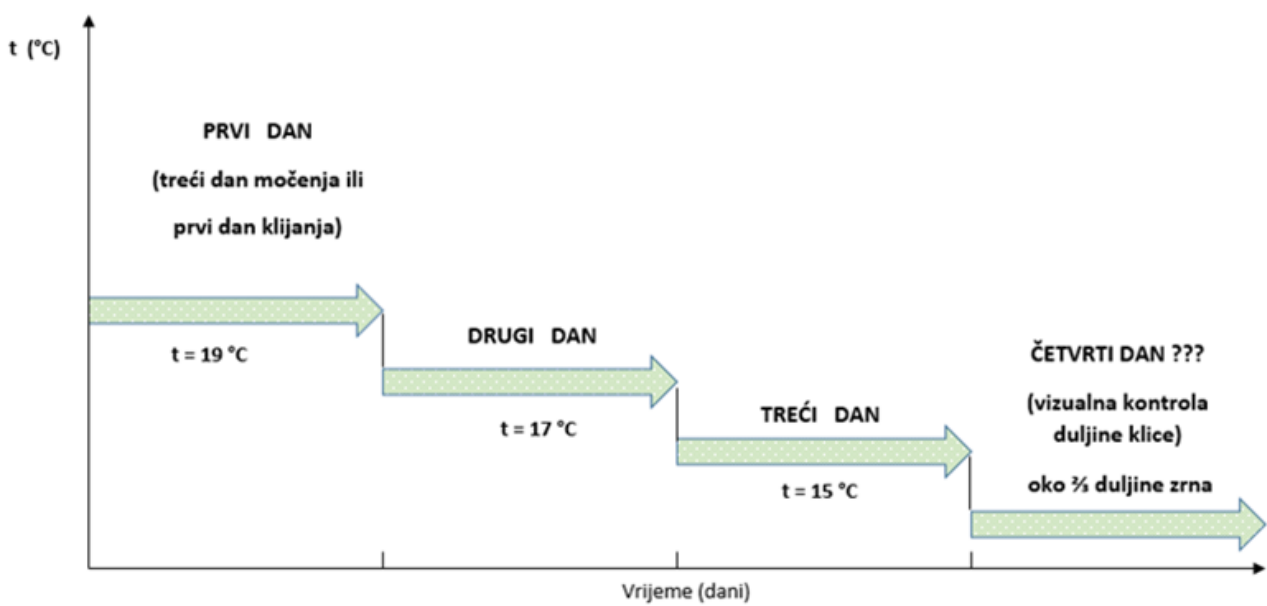
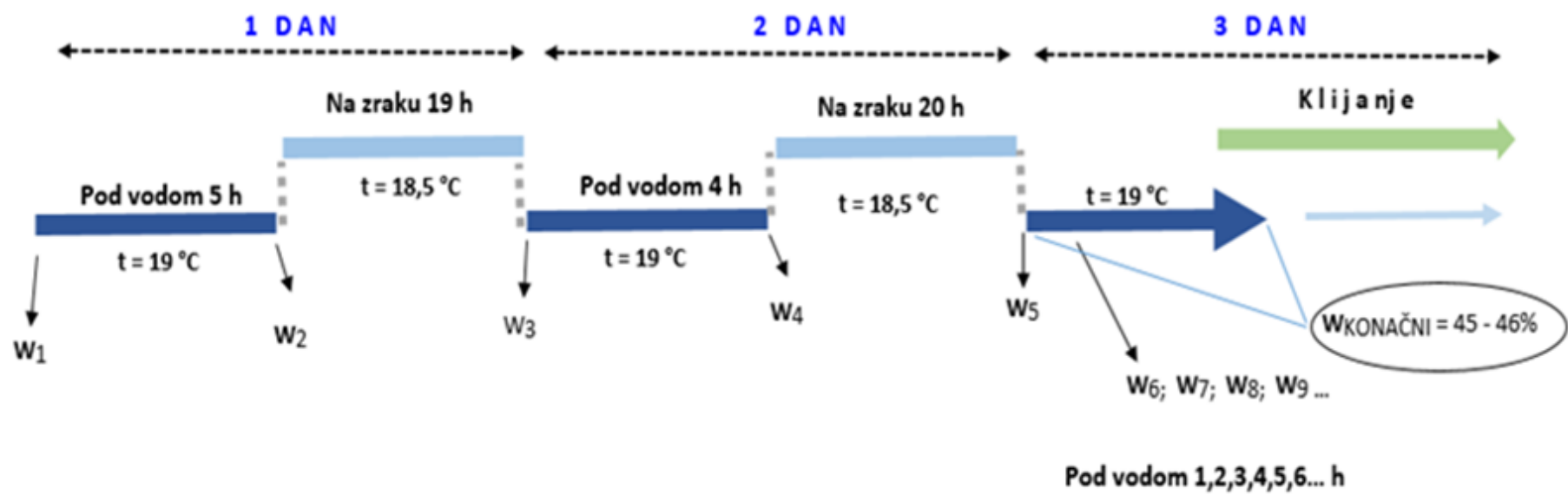


## Shema sušenja:

- 16 h /  $50^{\circ}\text{C}$  ( $\text{H}_2\text{O} < 10\%$ )
- 1h /  $60^{\circ}\text{C}$
- 1h /  $70^{\circ}\text{C}$
- 1h /  $80^{\circ}\text{C}$

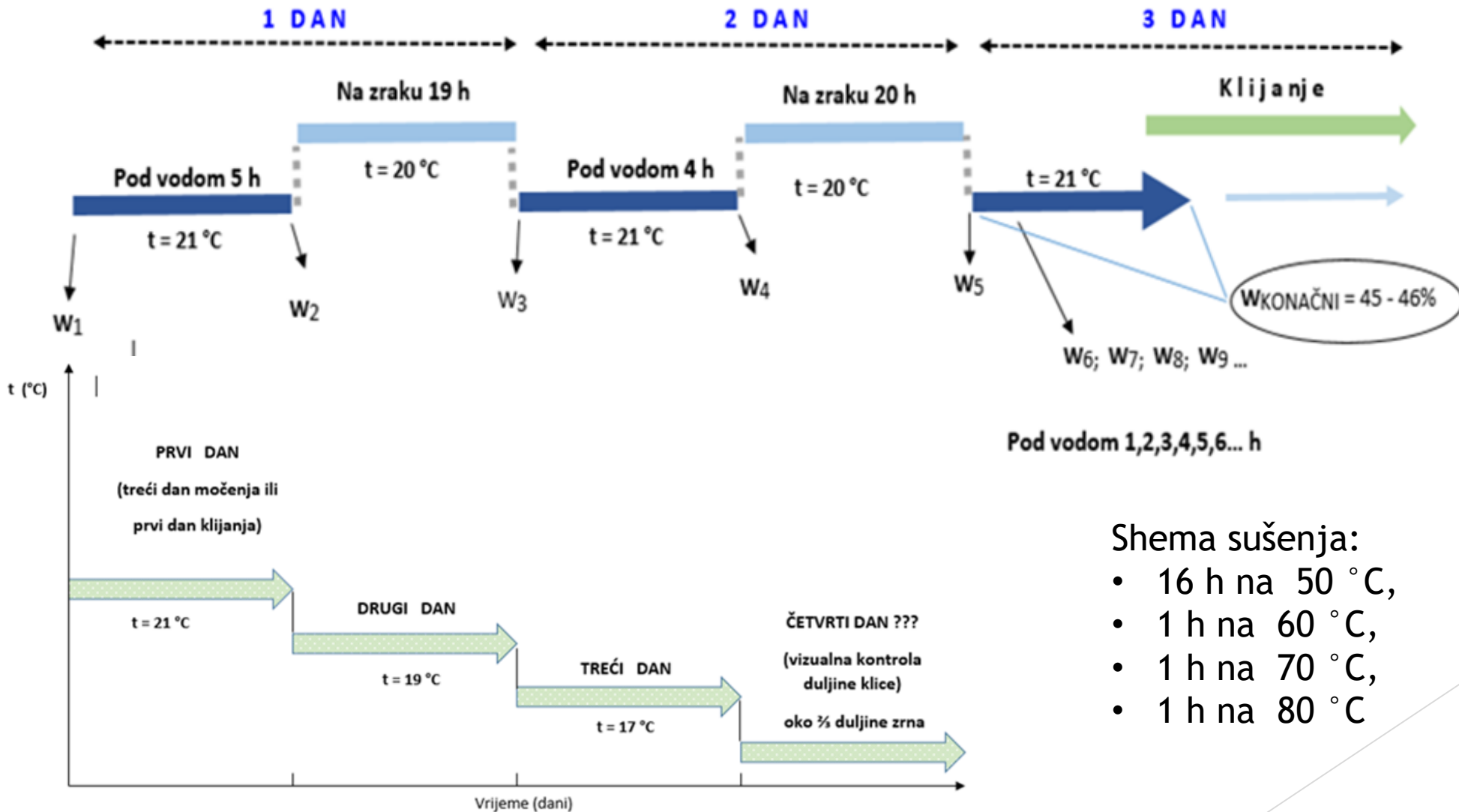


# Postupak mikroslađenja 1



- Shema sušenja:
- 16 h na 50 °C,
  - 1 h na 60 °C,
  - 1 h na 70 °C,
  - 1 h na 80 °C

# Postupak mikroslađenja 2



Shema sušenja:

- 16 h na  $50^\circ\text{C}$ ,
- 1 h na  $60^\circ\text{C}$ ,
- 1 h na  $70^\circ\text{C}$ ,
- 1 h na  $80^\circ\text{C}$

# Pokazatelji kvalitete dobrog pivarskog slada

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Ekstrakt                | > 82 %  |
| Razlika ekstrakta       | 1,2 – 1,8 %   |
| pH sladovine            | 5,6 – 5,9   |
| Viskoznost sladovine    | < 1,55 mPxs   |
| Boja sladovine po EBC   | < 3,4 jedinice po EBC                                 |
| Boja nakon kuhanja      | < 5 jedinica po EBC                                   |
| Bistroća                | Bistar  |
| Vrijeme ošćerenja (min) | Svijetli slad: 10 – 15 min<br>Tamni slad: 20 – 30 min |
| Vrijeme cijedenja (min) | Do 60 min   |

# Analiza slada

## ODREĐIVANJE VLAŽNOSTI ZRNA

2h/132 °C (EBC-V Ann. 4.2.)

$$\text{Proračun: Vлага (\%)} = \frac{m_0 - m_1}{m_0}$$

$m_0$  = masa prekrupe prije sušenja;

$m_1$  = masa prekrupe poslije sušenja

## VLAGA ZRNA NAKON 48 SATI

*Ukupna masa vode = namočena zrna – suha masa zrna*

$$\text{Vлага zrna} = \frac{\text{ukupna masa vode} \times 100}{\text{masa namočenog zrna}}$$

## EKSTRAKT

$$\text{Ekstrakt slada zračno suhi, } E \text{ (\% zr.)} = \frac{e \times (800 + W)}{100 - e}$$

$$\text{Ekstrakt slada, } E \text{ (\% s. t.)} = \frac{100 \times E \text{ (\% zračno suhi)}}{100 - W}$$

$e$  = sadržaj ekstrakta u sladovini, % m/m;

$W$  = vlaga slada, % m/m;

$E$  = sadržaj ekstrakta u sladu, zračno suhi slad (% zr. suh.);

$800 + W$  = količina vode u komini preračunata na 100 g slada (g)

## RAZLIKA EKSTRAKTA FINO I GRUBO MLJEVENOG SLADA

## VISKOZNOST

## pH KONGRESNE SLADOVINE

## BOJA KONGRESNE SLADOVINE

Proračun: Boja (EBC jedinice),  $C = 25 \times E_{430}$

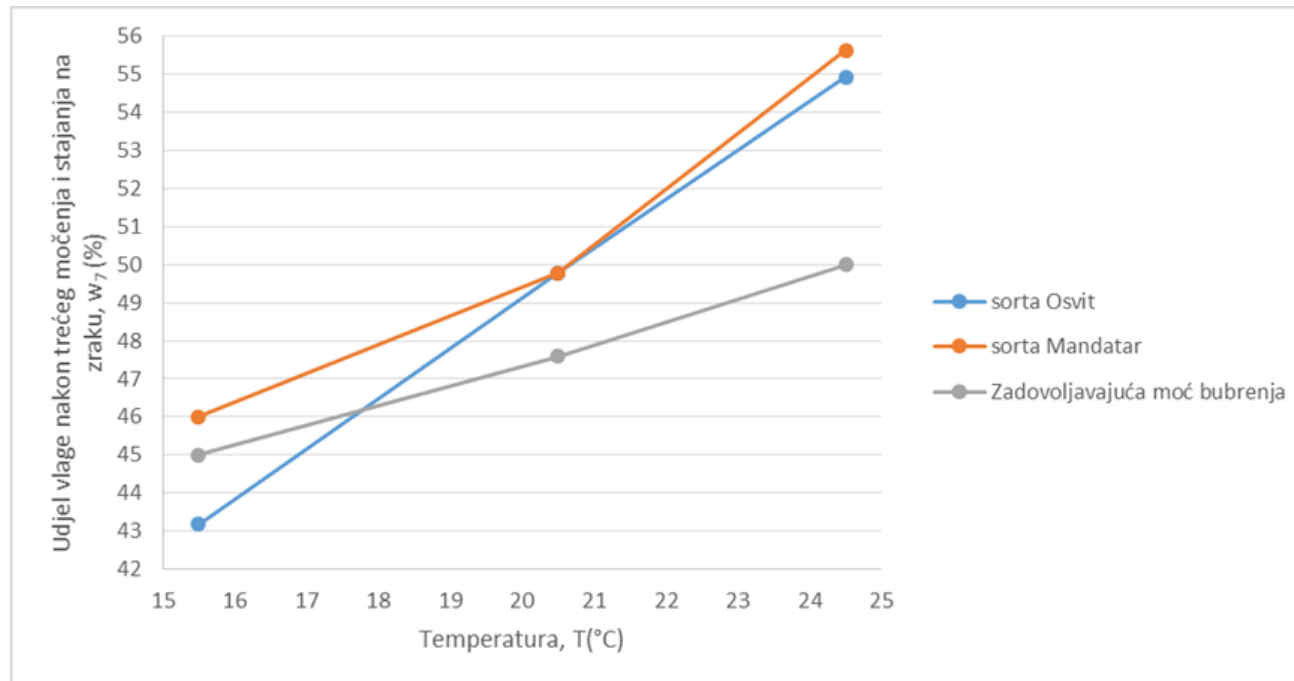
## BOJA NAKON KUHANJA

## BISTROĆA

# Rezultati

## ODREĐIVANJE MOĆI BUBRENJA

|       | Vlažnost uzorka [%] |              |              |              |              |              |
|-------|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|       | t = 15,5 °C         |              | t = 20,5 °C  |              | t = 24,5 °C  |              |
|       | OSVIT               | MANDATAR     | OSVIT        | MANDATAR     | OSVIT        | MANDATAR     |
| $W_1$ | 12,23               | 12,59        | 12,27        | 13,36        | 10,34        | 10,83        |
| $W_2$ | 24,48               | 24,03        | 28,01        | 35,00        | 28,37        | 28,93        |
| $W_3$ | <b>33,94</b>        | <b>35,25</b> | <b>36,64</b> | <b>38,46</b> | <b>37,79</b> | <b>37,83</b> |
| $W_4$ | 36,48               | 37,15        | 40,16        | 41,45        | 40,22        | 40,93        |
| $W_5$ | <b>39,80</b>        | <b>41,24</b> | <b>44,93</b> | <b>43,27</b> | <b>45,17</b> | <b>47,03</b> |
| $W_6$ | 41,61               | 43,83        | 46,07        | 46,08        | 48,54        | 49,53        |
| $W_7$ | <b>43,19</b>        | <b>46,01</b> | <b>49,79</b> | <b>45,88</b> | <b>54,92</b> | <b>55,63</b> |



Odnos vlažnosti,  $w_7$  (%) i temperature,  $T$  (°C) ovisno o sorti ječma

## Pokazatelji uspješnosti citolitičke razgradnje za ispitivane uzorke slada tijekom namakanja na različitim temperaturama vode i slađenja standardnim postupkom po MEBAK-u

| Pokazatelj                          | Temperatura namakanja i slađenja |      |             |      |             |      |
|-------------------------------------|----------------------------------|------|-------------|------|-------------|------|
|                                     | t= 15,5 °C                       |      | t = 20,5 °C |      | t = 24,5 °C |      |
|                                     | 3                                | 4    | 5           | 6    | 7           | 8    |
| Ekstrakt fini (% suh. tv.)          | 72,2                             | 73,3 | 75,8        | 73,6 | 74,8        | 75,3 |
| Razlika ekstrakta (% suh. tv.)      | 1,5                              | 2,1  | 4,07        | 1,9  | 2,5         | 2,1  |
| pH sladovine                        | 5,07                             | 5,85 | 5,90        | 5,92 | 6,01        | 6,00 |
| Viskoznost sladovine (mPa×s 8,6 %e) | 2,76                             | 2,00 | 2,11        | 2,84 | 4,00        | 3,59 |

Broj uzorka: 3, 5 i 7 su sladovi od Osvita; 4, 6 i 8 su sladovi od Mandatara

# MIKROSLAĐENJE

Rezultati za vrijednosti vlažnosti zrna kod namakanja za postupke slađenja po MEBAK-u (metoda 2.5.3.1.), Postupku 1 i Postupku 2

|                           | Vlažnost uzorka [%] |       |       |       |       |       |
|---------------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                           | 1                   |       | 2     |       | MEBAK |       |
|                           | 3                   | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| $W_1$                     | 12,99               | 13,01 | 11,79 | 12,74 | 11,43 | 12,26 |
| PRVO MOČENJE; $W_2$       | 24,30               | 25,07 | 25,18 | 26,75 | 25,5  | 28,39 |
| $W_3$                     | 32,16               | 31,32 | 30,04 | 31,40 | 31,42 | 30,42 |
| DRUGO MOČENJE; $W_4$      | 35,10               | 36,73 | 35,20 | 36,69 | 36,54 | 37,19 |
| $W_5$                     | 37,83               | 40,07 | 37,73 | 38,28 | 39,79 | 41,94 |
| TREĆE MOČENJE; $W_6$      | 39,29               | 41,29 | 39,74 | 41,87 | 41,09 | 41,78 |
| PRVI DAN KLIJANJA; $W_7$  | 41,85               | 43,96 | 40,94 | 45,41 | 41,88 | 45,62 |
| DRUGI DAN KLIJANJA; $W_8$ | 42,11               | 43,11 | 41,31 | 46,73 | 42,33 | 46,07 |
| TREĆI DAN KLIJANJA; $W_9$ | 43,25               | 45,30 | 43,28 | /     | 43,86 | /     |
| $W_{10}$                  | /                   | /     | /     | /     | /     | /     |

1, 2, MEBAK = postupak mikroslađenja

Broj uzorka:

3. slad od OSVITA (shema slađenja 1. )

4. slad od MANDATARA (shema slađenja 1. )

5. slad od OSVITA (shema slađenja 2. )

6. slad od MANDATARA (shema slađenja 2. )

7. slad od OSVITA (shema slađenja po MEBAK-u )

8. slad od MANDATARA (shema slađenja po MEBAK-u )

## Pokazatelji uspješnosti citolitičke razgradnje za ispitivane uzorke slada i postupke slađenja po MEBAK-u, postupku 1 i postupku 2:

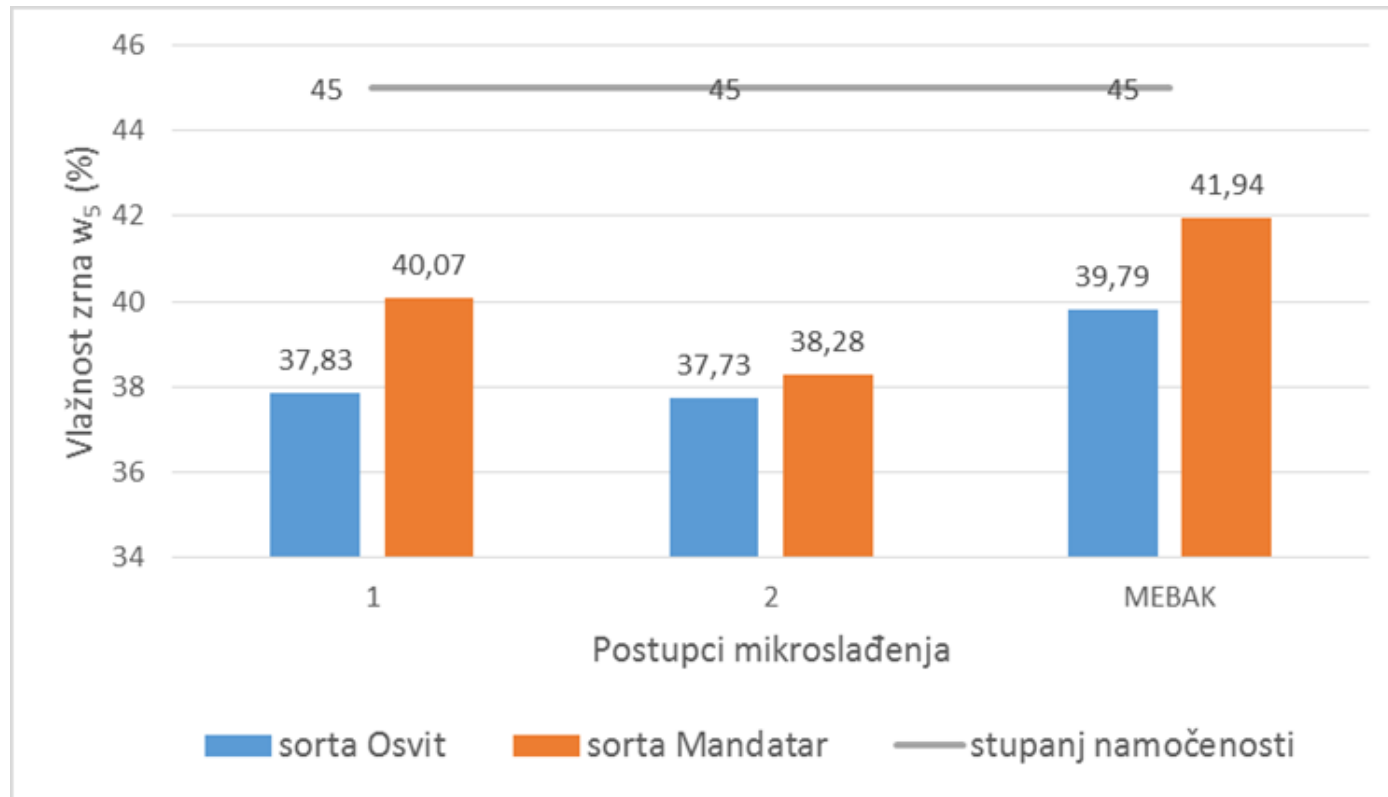
| Pokazatelj                         | Postupak slađenja |       |         |         |       |       |
|------------------------------------|-------------------|-------|---------|---------|-------|-------|
|                                    | 1                 |       | 2       |         | MEBAK |       |
|                                    | 3                 | 4     | 5       | 6       | 7     | 8     |
| Ekstrakt grubi (% suh. tv.)        | 74,7              | 74,2  | 72,8    | 73,8    | 71,3  | 73,4  |
| Ekstrakt fini (% suh. tv.)         | 76,2              | 76,3  | 75,1    | 75,6    | 73,8  | 71,3  |
| Razlika ekstrakta (% suh. tv.)     | 1,5               | 2,1   | 2,4     | 1,9     | 2,5   | 2,1   |
| Vrijeme ošećerenja (min)           | 5-10              | 35-40 | 45-50   | 45-50   | 45-50 | >60   |
| Vrijeme cijedenja (min)            | 42                | 57    | >60     | 59      | >60   | >60   |
| Bistroća sladovine (EBC u)         | 12,7              | 13,4  | 5,8     | 19,6    | 3,7   | 11,3  |
| Boja sladovine (EBC u)             | 1,5-2,4           | 2-2,3 | 1,5-2,1 | 1,5-1,7 | 1-1,5 | 1,5-2 |
| Ph sladovine                       | 5,05              | 5,92  | 5,91    | 5,95    | 6,06  | 5,95  |
| Viskoznost sladovine (mPaxs 8,6%e) | 2,76              | 2,00  | 4,11    | 2,84    | 10,00 | 3,59  |

Broj uzorka:

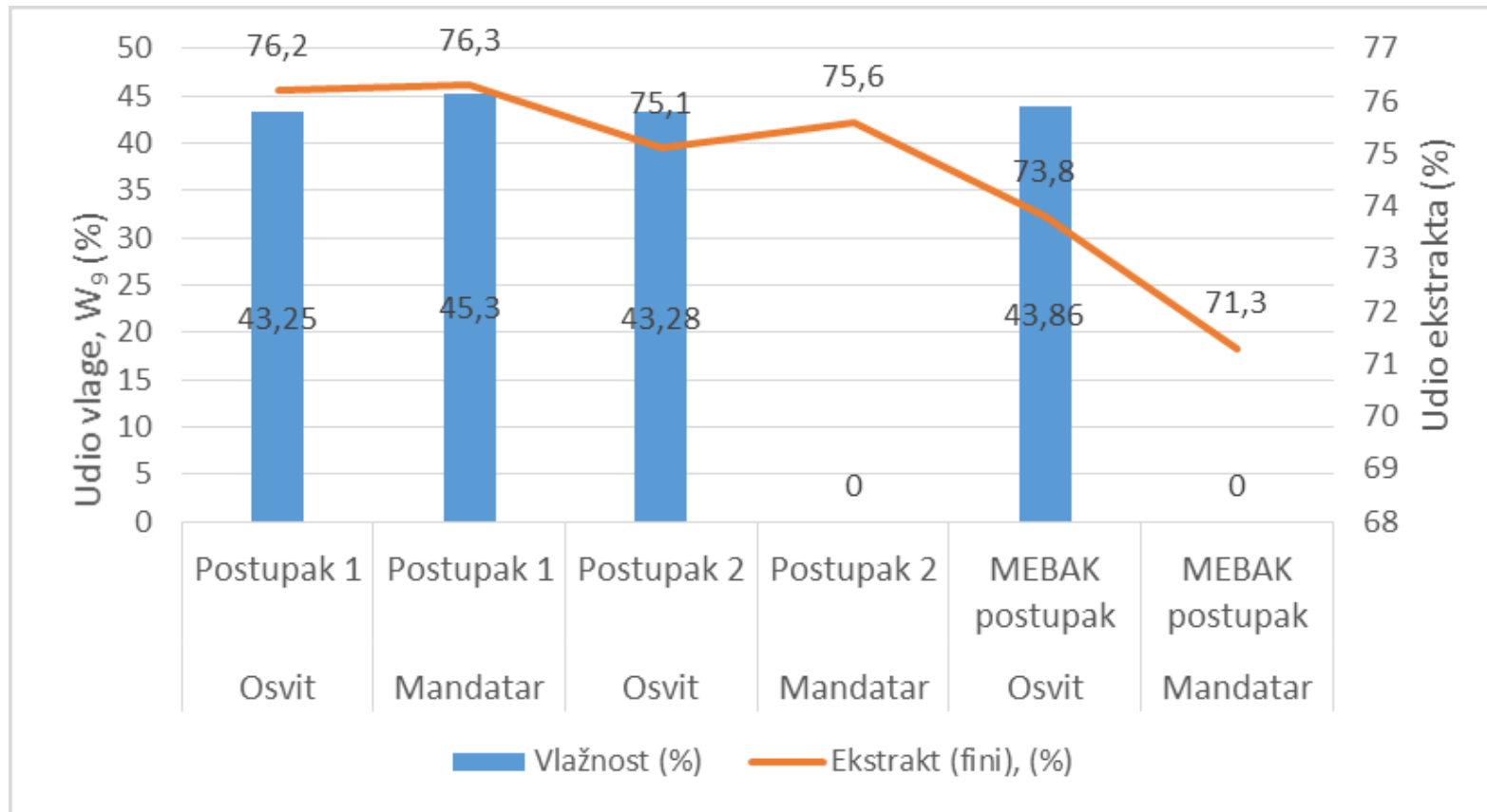
3. slad od OSVITA (shema slađenja 1)
4. slad od MANDATARA (shema slađenja 1)
5. slad od OSVITA (shema slađenja 2)
6. slad od MANDATARA (shema slađenja 2)
7. slad od OSVITA (shema slađenja po MEBAK-u)
8. slad od MANDATARA (shema slađenja po MEBAK-u)



# Ovisnost postupka mikroslađenja o postignutom stupnju namočenosti



# Odnos udjela vlage zrna ( $W_9$ ) i finog ekstrakta u ovisnosti o postupku slađenja



# Zaključci:

- Temperatura namakanja značajno utječe na moć bubrenja golozrnog ječma, na način da povećava moć bubrenja i ubrzava dosezanje maksimuma povećanja udjela vode u zrnu
- Zrno sorte Mandatar ima značajno veću moć bubrenja u odnosu na sortu Osvit pri svim postupcima namakanja
- Porastom temperature namakanja dolazi do porasta udjela ekstrakta, razlike ekstrakta i pH kongresne sladovine
- Viskoznost sladovine najprije pada s porastom temperature namakanja, a potom s njezinim daljnjim porastom raste do neprihvatljivih vrijednosti
- Najbolje rezultate za moć bubrenja zrna u prvom i drugom danu mikroslađenja dao je postupak namakanja pri najvišoj temperaturi, dok su se kod trećeg moćenja i tijekom klijanja vrijednosti za moć bubrenja praktički izjednačile za sva tri postupka namakanja
- Najbolje rezultate za pokazatelje uspješnosti citolitičke razgradnje zrna dao je postupak slađenja 1
- Sorta Osvit daje sladove boljih svojstava po sva tri postupka slađenja
- Primjenom odgovarajućih postupaka slađenja golozrnog ječma moguće je znatno poboljšati kakvoću gotovih sladova i dobiti sladove slične kakvoće kao i kod običnog ječma



Hvala na pažnji!

