

## Néhány paraméter változása a sörfőzés műveletei során

Szabó Edina – Sipos Péter

Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,  
Élelmiszertudományi Intézet, Debrecen  
szabo.edina@agr.unideb.hu

### ÖSSZEFOGLALÁS

*A sör rendkívül népszerű ital, mely összetett folyamatok eredménye. Minősége, és paraméterei számos, az alapanyagokból származó komponens átalakulásának eredménye. Kutatásaink során arra a kérdésre kerestük a választ, hogy hogyan változnak az általunk főzött sörök paraméterei – úgymint összes polifenoltartalma, színe, és az összes cukortartalma – a sörfőzés főbb műveletei során.*

**Kulcsszavak:** sör, polifenol, szín, cukor

### SUMMARY

*Beer is a very popular beverage which is the result of complex processes. Its quality and parameters are the outcomes of transformation of components from raw material. We tried to find out during our research how the parameters – the total polyphenol content, the colour and the total sugar content – of our self-brewed beers change during the brewing.*

**Keywords:** beer, polyphenol, colour, sugar

### BEVEZETÉS

A sör régóta ismert ital, azonban napjainkban ismét előtérbe kerül a benne található értékes komponensek – főként a polifenolok, vagyis antioxidáns hatású vegyületek – miatt (Cortacero-Ramírez et al., 2003; O'Brien és Davies, 2007; Jaskura-Goiris et al., 2010; Iimure és Sato, 2012). A polifenolok a komlóval kerülnek a sörbe, és jelentőségük a sörgyártás szempontjából abban rejlik, hogy késleltetik a sörök öregedési, oxidációs folyamatait, vagyis elősegítik a kémiai stabilitást, továbbá hogy befolyásolják a sörök színét, ugyanis néhány vegyülete a sörfőzés során színes vegyületekké alakul (Cortacero-Ramírez et al., 2003; Gerhäuser, 2005; Montanari et al., 2009; Kalušević et al., 2011).

Szín alapján három nagy csoportba lehet sorolni a söröket. Megkülönböztetünk világos, barna és átmeneti színű söröket. A sörök színét egyrészt az alapanyagként felhasznált gabona, másrészt azon folyamatok határozzák meg, melyeken a gabona keresztülmegy (pl. pörkölés) a sörfőzés során. Színes vegyületek ugyanis a maláta aszalása, pörkölése során, a Maillard reakcióban keletkeznek, de a maghéjban található polifenolok oxidatív lebomlása során is keletkezhetnek (Narziss, 1981; Shellhammer, 2009).

A sörök színanyagai mellett azok fehérje- és szénhidrát-tartalmának jelentős része is a malátából származik (Narziss, 1981; Gerhäuser, 2005; Hofta et al., 2007; Kalušević et al., 2011). Az összetett szénhidrátok a főzés során bomlanak le egyszerűbb cukrokká, melyeket az élesztők az erjesztés során alkohol előállítására használnak fel. Ebből adódóan a fermentálás ideje alatt és után már csak egyszerű cukrok lesznek jelen a sörben (Narziss, 1981; Cortacero-Ramírez et al., 2003; Nogueira et al., 2005).

Kutatásaink célja annak vizsgálata volt, hogy milyen mértékben változik az általunk főzött sörök és a sörfőzés során keletkezett köztes termékek összpolicenol-tartalma, színértéke és összecukor-tartalma.

### ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálataink során hét, különböző alapanyagból főzött, általunk előállított sört és azok főzése közben keletkezett másodlagos terméket vizsgáltunk. A főzés a Debreceni Egyetem Élelmiszertudományi Intézetének Zip's Micro Brewery System típusú mini sörfőző berendezésével történt. Az alapanyagokat a sörfőző berendezés műszerkönyvében leírt receptúrák alapján választottuk ki.

Ahogy az *1. táblázatban* láthatjuk, a sörök az alapanyagok szempontjából eltértek. Az első sört egy debreceni ásványvíz-palackozó cégtől kapott ásványvízből főztük. A második és harmadik sört desztillált vízből, a negyedikről a hetedik mintáig pedig a Debreceni Egyetem vízhálózatának vizéből főztük. Valamennyi sör alapja pilseni maláta (Pilsen, Bohemian Pilsen) vagy bécsi maláta (Vienna) volt. A hét sörből öt alsó erjesztésű (lager) sör, kettő pedig felső erjesztésű (ale) sör volt.

A mintavételek a sörfőzés egyes lépései után történtek, úgymint a cefrőzés után, a máslás után, a komlóforralás után, és a fermentálás után (a kész sörből).

### Alkalmazott vizsgálatok

A sörök és a sörfőzés másodlagos termékeinek összes polifenol-tartalmát Folin-Ciocalteu kolorimetriás módszerével (760 nm-en) (Kalušević et al., 2011), a színértékét a European Brewery Convention Analytica alapján tízszeres hígítás után (430 nm-en) spektrofotométerrel (Analytica-EBC, 1999), az összes cukortartalmát pedig a Magyar Élelmiszerkönyvi módszerrel (MSZ 6369/12) határoztuk meg. Az eredményeket statisztikailag SPSS programmal egytényezős varianciaanalízissel értékeltük ( $p=0,05$ ).

## Főzött sörök összetétele

|                 | Világos sör<br>ásvány-<br>vízzel(1)                        | Világos sör<br>desztillált<br>vízzel<br>2.(2) | Világos sör<br>desztillált<br>vízzel<br>3.(3) | Világos sör<br>4.(4)                         | Világos sör<br>5.(5)                         | Világos sör<br>6.(6)                              | Barna sör<br>3.(7)                                |
|-----------------|--|---|---|--|--|---|---|
| Cefrésző víz(8) | 30 l<br><sup>1</sup> ásvány-<br>víz(9)                     | 30 l<br>desztillált<br>víz(10)                | 32 l<br>desztillált<br>víz(10)                | 35 l<br>csapvíz(11)                          | 35 l<br>csapvíz(11)                          | 35 l<br>csapvíz(11)                               | 35 l<br>csapvíz(11)                               |
| Maláta(12)      | 5 kg<br>Sima(13)<br><sup>2</sup> Pilsen 3<br>EBC           | 5 kg<br><sup>2</sup> Vienna 7<br>EBC          | 5 kg<br><sup>2</sup> Vienna 7<br>EBC          | 5 kg<br><sup>2</sup> Vienna 7<br>EBC         | 5 kg<br><sup>2</sup> Vienna 7<br>EBC         | 5 kg<br><sup>2</sup> Bohemian<br>pilsner 3<br>EBC | 6 kg<br><sup>2</sup> Bohemian<br>pilsner 3<br>EBC |
|                 | 0,5 kg<br>Karamell(14)<br><sup>3</sup> Carabelge<br>30 EBC | 0,5 kg<br><sup>2</sup> Abbey 40<br>EBC        | 0,5 kg<br><sup>2</sup> Caraamber<br>60 EBC    | 0,5 kg<br><sup>2</sup> Carared 40<br>EBC     | 0,5 kg<br><sup>2</sup> Carared 40<br>EBC     | 0,5 kg<br><sup>2</sup> Carahell 25<br>EBC         | 0,5 kg<br><sup>2</sup> Carahell 25<br>EBC         |
|                 | Festő(15)  | –   | –   | –  | –  | –   | 0,3 kg<br><sup>2</sup> Chateau Black 1500<br>EBC  |
| Komló(16)       | 8 g<br>Keserű(17)<br><sup>4</sup> Spalt Select             | 8 g<br><sup>4</sup> Spalt Select              | 8 g<br><sup>3</sup> Cascade                   | 8 g<br><sup>3</sup> Cascade                  | 8 g<br><sup>3</sup> Cascade                  | 8 g<br><sup>3</sup> Cascade                       | 8 g<br><sup>3</sup> Cascade                       |
|                 | 16 g<br>Aroma(18)<br><sup>3</sup> Saphir                   | 16 g<br><sup>3</sup> Saaz                     | 16 g<br><sup>3</sup> Tettnager                | 16 g<br><sup>3</sup> Hallertau<br>Mittelfrüh | 16 g<br><sup>3</sup> Hallertau<br>Mittelfrüh | 16 g<br><sup>3</sup> Styringian<br>Goldings       | 16 g<br><sup>3</sup> Styringian<br>Goldings       |
| Élesztő(19)     | 12 g<br>Lager<br><sup>5</sup> Brewferm<br>lager            | 12 g<br><sup>5</sup> Brewferm<br>lager        | 12 g<br><sup>5</sup> Brewferm<br>lager        | 12 g<br><sup>5</sup> Brewferm<br>lager       | 12 g<br><sup>5</sup> Brewferm<br>lager       | –   | –   |
|                 | Ale  | –   | –   | –  | –  | 12 g<br><sup>5</sup> Safbrew S33                  | 12 g<br><sup>5</sup> Safbrew S33                  |

Megjegyzés: disztributor – <sup>1</sup>debreceni ásványvíz üzem, <sup>2</sup>Weyermann-Deutschland, <sup>3</sup>nincs adat, <sup>4</sup>Hallertauer-Deutschland, <sup>5</sup>Brouwland

Table 1: Compositions of brewed beers

Light beer from mineral water(1), Light beer from distilled water 2.(2), Light beer from distilled water 3.(3), Light beer 4.(4), Light beer 5.(5), Light beer 6.(6), Brown beer 3.(7), Malting water(8), Mineral water(9), Distilled water(10), Tap water(11), Malts(12), Ordinary malts(13), Caramel malts(14), Coloured malts(15), Hops(16), Bitter hops(17), Aroma hops(18), Yeast(19), Note: distributor – <sup>1</sup>mineral water bottling plant, <sup>2</sup>Weyermann-Deutschland, <sup>3</sup>no data, <sup>4</sup>Hallertauer-Deutschland, <sup>5</sup>Brouwland

## EREDMÉNYEK

## Összpolifenol-tartalom és színérték változása a sör-főzés műveletei során

## Ásványvízből főzött világos sör

Ahogy az 1. ábrán látjuk az összpolifenol-tartalom a máslás hatására csökkent, majd a komlózás hatására szignifikánsan nőtt, azonban a fermentálás hatására ismét csökkent. Ennek magyarázata az lehet, hogy a máslás hatására hígabb lett az oldat, míg a komló hozzáadása növelte az antioxidáns-tartalmat, fermentáláskor pedig elbomolhattak az antioxidáns vegyületek. Az alapanyagként felhasznált maláták 3 és 30 EBC színértékekkel rendelkeztek. Ezen értékek a cefrőzés hatására 87 EBC-re módosultak, majd a máslás hatására szignifikánsan csökkent, azonban a komlóforralás után szignifikánsan nőtt és végül a végtermékben már 99 EBC színértéket lehetett mérni. Ebből arra lehet következtetni, hogy a máslás hatására hígult a sörlé, azonban a komlóval színes vegyületek oldódhattak a sörbe, fermentálás során pedig színes vegyületek keletkeztek.

## Desztillált vízből főzött világos sör 2

Ahogy a 2. ábrán nyomon követhető, az előző sörhöz hasonlóan (az ásványvízből főzött sör) – mely szintén Spalt Select komlóval készült – a máslás hatására először csökkent az összpolifenol-tartalom, majd a komlóforralás és a fermentálás hatására nőtt. Ennek az lehet a magyarázata, hogy a máslás során hígult az oldat, komlózáskor a komlóval polifenolok oldódhattak a sörbe, míg fermentáláskor pedig antioxidáns hatású bomlástermékek keletkeztek.

A színérték ellentétesen változott, a kezdeti 7 és 40 EBC-ről cefrőzés és máslás hatására szignifikánsan nőtt, vagyis további színes vegyületek oldódhattak ki a cefrőből, majd komlóforralás és sörfőzés hatására csökkent, vagyis elbomolhattak a hő és fermentálás hatására.

## Világos sör desztillált vízzel 3

A cefrőzés utáni sörlének viszonylag magas volt az összpolifenol-tartalma, azonban ez az érték máslás hatására kismértékben, míg a komlóforralás hatására szignifikánsan csökkent. A végső érték 348 mg GAE/l volt. A kezdeti polifenol-tartalom máslás hatására azért csökkent, mert alacsonyabb lett a polifenolok koncentrációja, komlózás hatására pedig elbomolhattak (3. ábra).

1. ábra: Ásványvízből főzött sör összpolicfenol-tartalmának és színértékének változása a sörfőzés során

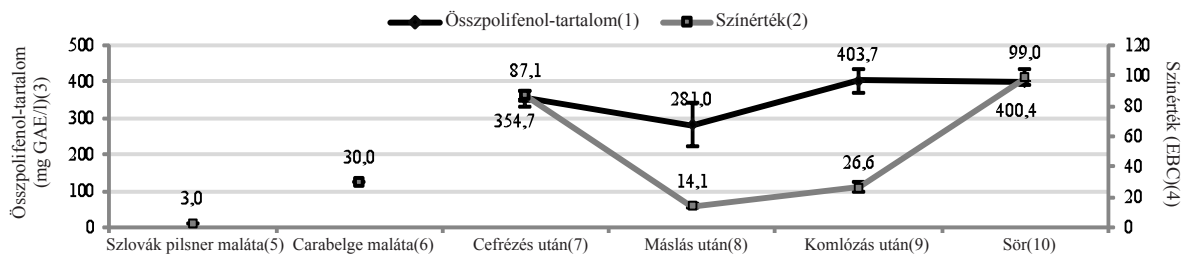


Figure 1: Changing of the total polyphenol content and colour values during the brewing of light beer from mineral water  
 Total polyphenol content(1), Colour value(2), Total polyphenol content (mg GAE l<sup>-1</sup>)(3), Colour value (EBC)(4), Slovak Pilsner malt(5), Caraberge malt(6), After the malting(7), After the mashing(8), After the boiling(9), Beer(10)

2. ábra: Desztillált vízből főzött 2. világos sör összpolicfenol-tartalmának és színértékének változása a sörfőzés során

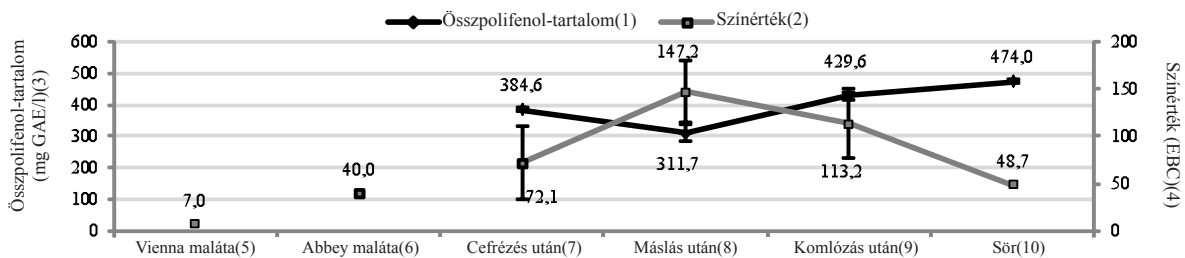


Figure 2: Changing of the total polyphenol content and colour values during the brewing of light beer from distilled water 2  
 Total polyphenol content(1), Colour value(2), Total polyphenol content (mg GAE l<sup>-1</sup>)(3), Colour value (EBC)(4), Vienna malt(5), Abbey malt(6), After the malting(7), After the mashing(8), After the boiling(9), Beer(10)

3. ábra: Desztillált vízből főzött 3. világos sör összpolicfenol-tartalmának és színértékének változása a sörfőzés során

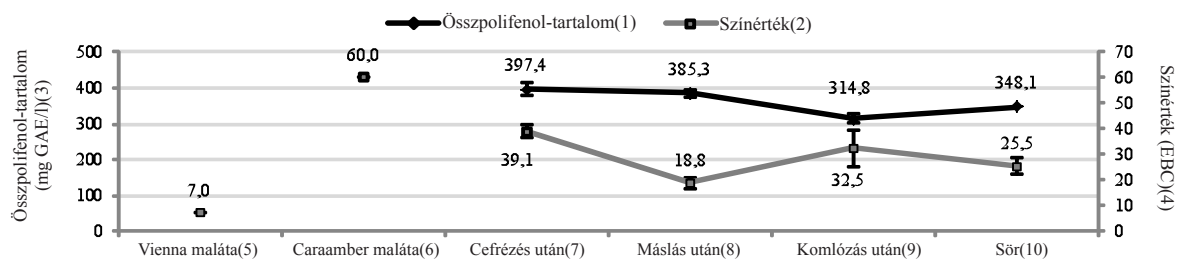


Figure 3: Changing of the total polyphenol content and colour values during the brewing of light beer from distilled water 3  
 Total polyphenol content(1), Colour value(2), Total polyphenol content (mg GAE l<sup>-1</sup>)(3), Colour value (EBC)(4), Vienna malt(5), Caraamber malt(6), After the malting(7), After the mashing(8), After the boiling(9), Beer(10)

Habár a világos sör desztillált vízből főzött 3-as minta alapanyagként alkalmazott maláták színértéke 7 és 60 EBC volt, a sörlé színértéke 60-nál alacsonyabb volt, mely máslás hatására előbb szignifikánsan csökkent, majd komlóforralás hatására szignifikánsan nőtt, azonban fermentálás hatására ismét csökkent. Ezt a 3. ábrán nyomon követhetjük. A színérték változásának az lehetett az oka, hogy máslás hatására hígult a sörlé, komlózásakor színes vegyületek oldódhattak a sörlébe, majd fermentáláskor elbomolhattak ezek a színes vegyületek.

#### Világos sör 4

A 4. ábrán láthatjuk, hogy a csapvízből főzött, világos sör 4. minta antioxidáns-tartalma máslás hatására csökkent a hígulásnak köszönhetően, azonban a kom-

lózás és az erjesztés hatására nőtt, a sörbe oldódó, és sörben keletkező polifenolok miatt.

Az alapanyag maláták színértéke alacsony érték volt, mely az egész főzési folyamat alatt alacsony maradt, de a végső terméknek mégis magasabb volt a színértéke. Ennek az lehet a magyarázata, hogy a fermentálás során színes vegyületek keletkezhetnek.

#### Világos sör 5

Ahogy az 5. ábrán látható a világos sör 5. összpolicfenol-tartalma és színértéke hasonlóan változott, ugyanis mindkét érték szignifikánsan csökkent máslás hatására, hiszen ekkor hígul az oldat, azonban komlóforralás után szignifikánsan nőtt – a komlóból kioldódó vegyületek miatt –, míg a fermentálás hatására ismét szignifikánsan csökkent, az egyes vegyületek elbomlása miatt.

4. ábra: Világos sör 4. összpolicfenol-tartalmának és színértékének változása a sörfőzés során

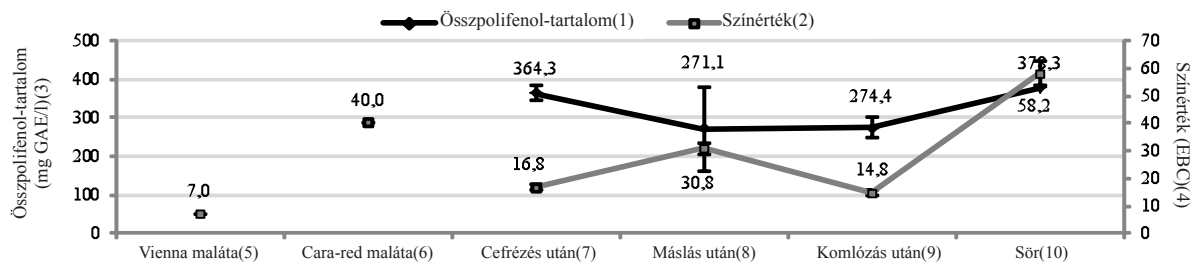


Figure 4: Changing of the total polyphenol content and colour values during the brewing of light beer from tap water 4  
 Total polyphenol content (mg GAE  $dl^{-1}$ )(1), Colour value (EBC)(2), Total polyphenol content (mg GAE  $l^{-1}$ )(3), Colour value (EBC)(4), Vienna malt(5), Cara-red malt(6), After the malting(7), After the mashing(8), After the boiling(9), Beer(10)

5. ábra: Világos sör 5. összpolicfenol-tartalmának és színértékének változása a sörfőzés során

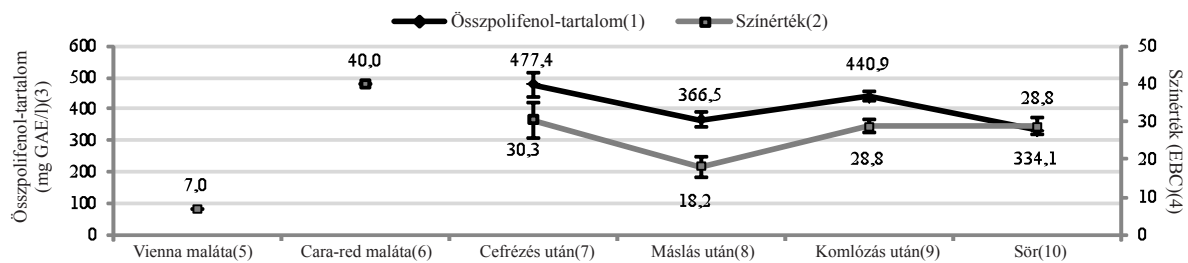


Figure 5: Changing of the total polyphenol content and colour values during the brewing of light beer from tap water 5  
 Total polyphenol content (mg GAE  $dl^{-1}$ )(1), Colour value (EBC)(2), Total polyphenol content (mg GAE  $l^{-1}$ )(3), Colour value (EBC)(4), Vienna malt(5), Cara-red malt(6), After the malting(7), After the mashing(8), After the boiling(9), Beer(10)

#### Világos sör 6

Ahogy a 6. ábrán láthatjuk a világos sör 6. összpolicfenol-tartalma a máslás során csökkent, mely annak köszönhető, hogy hígabbá vált a sör. A komlóforralás során szignifikánsan nőtt az antioxidáns-tartalom abból adódóan, hogy a komlóból antioxidánsok oldódhattak a sörlébe, azonban a végtermékben ismét kisebb mennyiségben voltak jelen, mely azok elbomlását feltételezi.

A színérték máslás hatására előbb szignifikánsan csökkent, majd komlózás és fermentálás hatására nőtt. Ennek magyarázata az lehet, hogy a másláskor hígított

oldat színanyag-koncentrációja növekedhetett a komló és az élesztő hozzáadásával.

#### Barna sör 3

A 7. ábrán láthatjuk, hogy a barna sör 3. összpolicfenol-tartalma és színértéke máslás hatására szignifikánsan csökkent, hígulhatott a sörlé, azonban komlóforralás hatására szignifikánsan, fermentálás hatására pedig kismértékben nőtt, vagyis a komlóból kioldódhattak, míg fermentáláskor keletkezhetnek antioxidáns és színes vegyületek.

6. ábra: Világos sör 6. összpolicfenol-tartalmának és színértékének változása a sörfőzés során

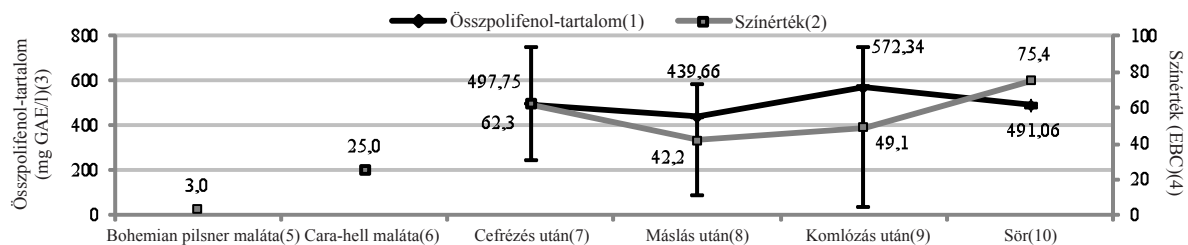


Figure 6: Changing of the total polyphenol content and colour values during the brewing of light beer from tap water 6  
 Total polyphenol content (mg GAE  $dl^{-1}$ )(1), Colour value (EBC)(2), Total polyphenol content (mg GAE  $l^{-1}$ )(3), Colour value (EBC)(4), Bohemian Pilsner malt(5), Cara-red malt(6), After the malting(7), After the mashing(8), After the boiling(9), Beer(10)

7. ábra: Barna sör 3. összpolicfenol-tartalmának és színértékének változása a sörfőzés során

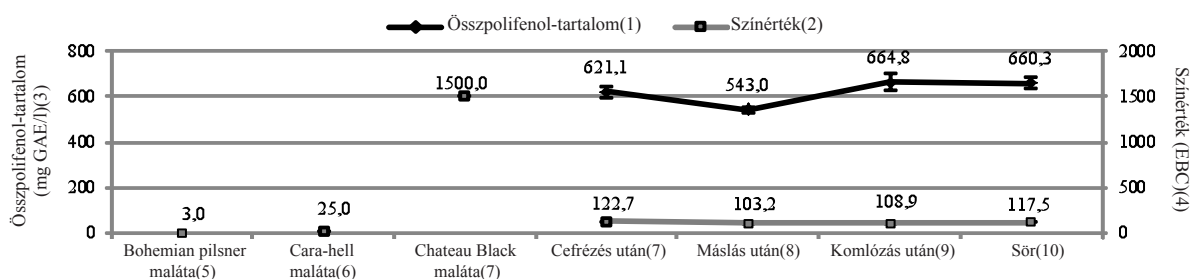


Figure 7: Changing of the total polyphenol content and colour values during the brewing of brown beer 3

Total polyphenol content (mg GAE 2 dl<sup>-1</sup>)(1), Colour value (EBC)(2), Total polyphenol content (mg GAE l<sup>-1</sup>)(3), Colour value (EBC)(4), Bohemian Pilsner malt(5), Cara-red malt(6), Chateau Black malt(7), After the malting(8), After the mashing(9), After the boiling(10), Beer(11)

### Összcukor-tartalom

A sörgyártás során keletkezett köztes sörlevek cukortartalmát meghatározva elmondható, hogy a hét sörből négyben hasonlóan változott a cukortartalom (8. ábra).

Máslás hatására a legtöbb esetben szignifikánsan nőtt a cukortartalom, mely valószínűleg annak köszön-

hető, hogy máslás, vagyis a cefre másodlagos átöblítése révén további cukrok oldódhattak a sörlebe, míg komlózás során szignifikánsan csökkent, a forraláskor történő elbomlás hatására, ugyanakkor fermentálás hatására ismét szignifikánsan nőtt, egyes vegyületek elbomlásának következtében.

8. ábra: Sörök cukortartalmának változása a sörfőzés során

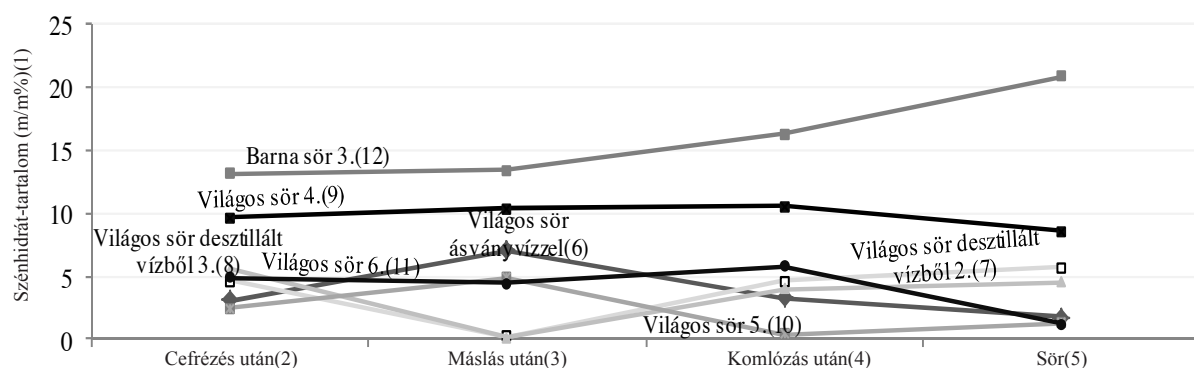


Figure 8: Changing of the sugar content during the brewing of beers

Sugar content (m/m%)(1), After the malting(2), After the mashing(3), After the boiling(4), Beer(5), Light beer from mineral water(6), Light beer from distilled water 2(7), Light beer from distilled water 3(8), Light beer 4(9), Light beer 5(10), Light beer 6(11), Brown beer 3(12)

### KÖVETKEZTETÉSEK

Következésképpen elmondható, hogy a polifenol-tartalom és a színérték között nincs szoros korreláció. A polifenol-tartalom egy kivételével (a desztillált vízből főzött 3. sör) valamennyi sörnél hasonlóan alakult, vagyis máslás hatására csökkent a cefrőzés kori polifenol-tartalom, azonban komlóforralás és fermentálás hatására nőtt. Ez annak tulajdonítható, hogy a hőkezelés, és az élesztők tevékenysége során antioxidáns hatású vegyületek keletkeztek.

A színértékek egy sör kivételével (a desztillált vízből főzött 2. sör) hasonlóan alakultak, vagyis a legtöbb

sör esetében a máslás hatására csökkent, azonban komlózás és fermentálás hatására nőttek a színértékek, vagyis a komlóból színes vegyületek oldódhattak ki, fermentáláskor pedig színes vegyületek keletkeztek.

A cukortartalom a legtöbb esetben máslás hatására nőtt, komlózáskor csökkent, azonban fermentálás hatására ismét nőtt a cukortartalom.

Összességében tehát elmondható, hogy komplex folyamatok eredménye a sör, melyek megismerése, kiismerése révén jobban érthetnénk, minek is köszönhetjük ezt a kedvelt nedűt.

## IRODALOM

- Analytica-EBC (1999): Method 9.24.2. Verlag Hans Carl Getranke-Fachverlag. Nürnberg
- Cortacero-Ramírez, S.–Hernández-Bermúdez de Castro, M.–Segura-Carretero, A.–Cruces-Blanco, C.–Fernández-Gutiérrez, A. (2003): Analysis of beer components by capillary electrophoretic methods. *Trends in Analytical Chemistry*. 22. 7–8: 440–455.
- Gerhäuser, C. (2005): Beer constituents as potential cancer chemopreventive agents. *European Journal of Cancer*. 41: 1941–1954.
- Hofta, P.–Dostalek, P.–Sykora, D. (2007): Liquid chromatography-diode array and electrospray high-accuracy mass spectrometry of iso- $\alpha$ -acids in DCHA-Iso standard and beer. *Journal of the Institute of Brewing*. 113: 48–54.
- Iimure, T.–Sato, K. (2012): Beer proteomics analysis for beer quality control and malting barley breeding. *Food Research International*. 1–8.
- Jaskura-Góris, B.–Aerts, G.–De Cooman, L. (2010): Hop  $\alpha$ -acids isomerisation and utilisation: an experimental review. *Cerevisia*. 35: 57–70.
- Kalušević, A.–Uzelac, G.–Veljović, M.–Despotović, S.–Milutinović, M.–Leskošek-Čukalović, I.–Nedović, V. (eds.) (2011): The antioxidant properties of honey beer. in *Food Process Engineering a Changing World. Proceedings of the 11th International Congress on Engineering and Food (ICEF11)*. Greece. 3: 2057–2058.
- Montanari, L.–Mayer, H.–Marconi, O.–Fantozzi, P. (2009): Minerals in beer. [In: (Preedy V. R. (ed.) *Beer in health and disease prevention*.] 359–365.
- MSZ 20501-1:2007: Sütőipari termékek vizsgálati módszerei.
- Narziss L. (1981): *A sörgyártás*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Nogueira, L. C. – Silva, F. – Ferreira, I. M. P. L. V. O.–Trugo, L. C. (2005): Separation and quantification of beer carbohydrates by high-performance liquid chromatography with evaporative light scattering detection. *Journal of Chromatography A*. 1065: 207–210.
- O'Brien, G.–Davies, M. (2007): Nutrition knowledge and body mass index. *Health Education Research*. 22: 571–575.
- Shellhammer, T. H. (2009): Beer color. [In: Charles, W. et al. (eds.) *Beer A Quality Perspective – A volume in Handbook of Alcoholic Beverages*.] 213–227.