



**A GYÖMBÉR (*ZINGIBER OFFICINALE*) SÖRTECHNOLÓGIÁBAN VALÓ
ALKALMAZÁSÁNAK HATÁSA A VÉGTERMÉK KÜLÖNBÖZŐ
TULAJDONSÁGAIRA**

SZATHMÁRY MIKLÓS – LAKATOS ERIKA - KAPCSÁNDI VIKTÓRIA

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,
Élelmiszertudományi Tanszék, Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Napjainkban az emberek többségének sajnos nincs lehetősége az egészsége érdekében kiegyensúlyozott életmódot folytatni. A társadalmunk jelentős része túlhajszolja magát és ez az állandó stressz okozta terhelés az emberi egészségre is hatást gyakorol. Ezen információk alapján nem meglepő az egyre nagyobb érdeklődés a természetes eredetű antioxidánsok felderítésében. Ennélfogva egyre inkább előtérbe kerül ezen előnyös tulajdonsággal rendelkező vegyületek vizsgálata különböző élelmiszerekben, vagy akár italokban is.

A kutatás célja a sörgyártás különböző technológiai fázisaiban hozzáadott gyömbér hatásának vizsgálata volt a termékek antioxidáns és fenolos vegyületeinek mennyiségére, valamint organoleptikus tulajdonságaira. A minták összes antioxidáns tartalmát FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma) a polifenolok mennyiségét pedig Folin-Ciocalteu módszer segítségével vizsgáltuk. Az antioxidáns kapacitást és polifenolok mennyiségét ezután L-aszkorbinsav (AAE mg/mL), és galluszsav ekvivalensekben (GAE mg/mL) fejeztük ki.

Az eredmények alapján elmondható, hogy a gyömbér adagolásának időpontja szignifikánsan ($p \leq 0.05$) befolyásolja a végtermékben található vegyületek mennyiségét. Az antioxidánsok 0,21-0,29 mg AAE/mL mennyiségben volt megtalálható, míg a polifenolok 0,24-0,31 mg GAE/mL mennyiségben voltak a mintákban. A mérések során

az is kiderült, hogy a kontroll mintához képest egyes esetekben a gyömbér csökkentette a hasznos vegyületek mennyiségét.

Az eredmények alapján elmondható, hogy a sörgyártás esetén nem mindegy, hogy a gyártás melyik fázisában adagoljuk hozzá az ízesítőanyagot a termékhez. Az erjedés során hozzáadott gyömbéres sör íze sokkal intenzívebb, karakteresebb, a gyömbér jegyei sokkal jobban kiérezhetők a termékből, annak ellenére, hogy ennél a sörnél mértük a legkevesebb antioxidáns és polifenol mennyiséget.

Kulcsszavak: sörtechnológia, *Zingiber officinale*, FRAP, Folin-Ciocalteu, organoleptikus tulajdonság

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A káros környezeti tényezők hatására a szervezetben nagy mennyiségű reaktív oxigén származék alakul ki, amelyeket az endogén sejtes antioxidáns védekező rendszer már nem képes eltávolítani, így ezek a szabad gyökök károsítják a sejtalkotókat és hozzájárulnak számos krónikus betegség kialakulásához (Davies, 2001). Különböző betegségek kialakulásában nagy szerepe van ezeknek a molekuláknak, mint a daganatos megbetegedések, érszűkület, ízületi gyulladás és neurodegeneratív megbetegedések (Aruoma, 1998). Számos vizsgálat folyik napjainkban is a gyümölcsökben, zöldségekben és a különféle élelmiszerekben lévő összes antioxidáns és polifenol tartalom meghatározására (Sik et al., 2021; Székelyhidi et al., 2022).

A sör az egyik legrégebben előállított és fogyasztott alkoholos ital a világon (Cortese et al., 2020; Humia et al., 2020). A 1129/2011/EU rendelet szerint a sör „malátából, valamint pótanyagokból vízzel cefrézett, komlóval ízesített, sörélesztővel erjesztett, széndioxidban dús, általában alkoholtartalmú ital”. Az ízesített sör pedig olyan termék, amelyhez az ízhatás kialakításához a komló helyett vagy mellett egyéb ízesítőanyagot is felhasználhatnak (Magyar Élelmiszerkönyv 2-702, 2013).

A természetben előforduló és ezeket felhasználva az élelmiszerekben található fenolos vegyületek, antioxidánsok segíthetnek számos betegség megelőzésében. A mediterrán étrendben az antioxidáns bevitel igen nagy részét az italok teszik ki (Pulido et al., 2003). Bor, kávé, sör és tea kitűnő forrása lehet ezen vegyületek ital formájában történő fogyasztásának (Piazzon et al., 2010).

A növényi kivonatok antioxidáns hatása általában a fenoltartalmukhoz kapcsolódik. A fenolos vegyületek hidrogén adó tulajdonságai felelősek a lipidek szabad gyök megkötő képességének gátlásáért. Olyan oxigénformákat adnak, mint a szingulett oxigén, szuperoxid szabad gyökök és hidroxil gyökök (Hall, 1997). Bár már az is elfogadott tény, hogy a nem fenolos antioxidánsok szintén hozzájárulhatnak a növényi kivonat antioxidáns aktivitásához (Hassimotto et al., 2005; Harish and Shivanandappa, 2006; Adel and Prakash, 2010).

Különböző típusú és koncentrációjú fenolvegyületek azonosíthatók, elsősorban árpából és komlóból, a felhasznált nyersanyagoktól és a gyártási folyamattól függően. Ez befolyásolhatja az érzékszervi jellemzőket (szín, aroma és íz), a kolloid stabilitást és a fehérjékkel való kölcsönhatás képességét, ami zavarosságot okoz. Ugyanakkor fontosak az antioxidáns tulajdonságok szempontjából is (Goupy et al., 1999; Marques et al., 2017; Cheiran et al., 2019). Kutatások alapján megállapítható, hogy minél sötétebb színű egy sör (pl: Bock) annál nagyobb mennyiségben található meg benne az antioxidáns vegyületek (Piazzon et al. 2010; Loránd et al., 2018). Számos tanulmány foglalkozik a kereskedelmi forgalomban kapható sör fenolösszetételének és antioxidáns kapacitásának értékelésével. A kézműves sörök fenolos profiljának jellemzésére azonban kevés tanulmány készült (Breda et al., 2022).

A sörben található fenolos vegyületek nem csak az emberi szervezetre képesek pozitív hatást gyakorolni, hanem az ital élvezeti értékét, színét, ízét és keserűségét is befolyásolják. A nagy antioxidáns tartalom a sör eltarthatósági idejét is meghosszabbítja. Eddig 57 különböző fenolos összetevőt állapítottak meg a különböző típusú termékekben (Cheiran et al., 2019). A leggyakoribb fenolos vegyületek a sörben a flavanoidok, fenolsavak, tanninok, proantocianidinek és aminofenolok, de található még benne epikatechin (flavan-3-ol), galluszsav, protokatekuinsav, (+)-katechin, kávésav, vanillinsav, ferulasav, p-kumarinsav és szirinsav. (Montanari et al., 1999; Humia et al., 2019)

A gyömbér, a *Zingiber officinale* Roscoe növény szárított rizómája és az egyik legszélesebb körben használt fűszer szerte a világon, különféle gyógyszerek, ételek és italok gyakori fűszere (Ali et al., 2008). A gyömbér rizómája, illóolajat, fixált zsíros olajat, csípős vegyületeket, gyantákat, fehérjéket, cellulózt, pentozánokat, keményítőt és ásványi elemeket tartalmaz. A gyömbérnek számos gyógyászati tulajdonsága van, egyes tanulmányok kimutatták például, hogy a gyömbér hosszú távú étrendi bevétele

hipoglikémiás és hipolipidémiás hatással bír (*Ahmed and Sharma, 1997*). A gyömbért farmakológiai hatású növényi gyógyszerként azonosították. A növény gátolja a prosztaglandin (hormonhatással rendelkező lipidmolekulák) szintézist a ciklooxygenáz-1 és a ciklooxygenáz-2 gátlásán keresztül. A hagyományos kínai és indiai orvoslásban a gyömbért számos betegség kezelésére használták, beleértve a gyomorfájást, hasmenést, hányingert, asztmát vagy akár légúti betegségeket (*Grzanna et al., 2005*).

A gyömbér bőségesen tartalmaz aktív összetevőket, például fenol- és terpénvegyületeket (*Prasad and Tyagi, 2015*). A gyömbérben nagy mennyiségben megtalálható fenolos vegyületek a gingerolok, shogaolok és paradolok, kisebb mennyiségben: kvercetin, zingeron, gingerenon-A és 6-dehidrogingerdion (*Ji et al., 2017; Schadich et al., 2016*). Ezen túlmenően számos terpén komponens található benne, mint például a β -bisabolén, az α -kurkumén, zingiberén, α -farnezen és β -szeszkvifellandren, amelyeket a gyömbér illóolajok fő alkotóelemének tartanak (*Yeh, et al., 2014*). Mindezek mellett poliszacharidok, lipidek, szerves savak és nyers rostok is jelen vannak a gyömbérben (*Yeh, et al., 2014; Prasad and Tyagi, 2015; Mao et al., 2019*).

Számos tanulmány számolt be a gyömbér gombaellenes (*Hasan et al., 2005*), antimikrobiális és rovarölő tulajdonságairól (*Ukeh, 2008*). Ezen kívül a gyömbérben található egyes vegyületek bizonyos mátrixok esetén pro-oxidáns tulajdonságokkal is rendelkezhetnek, például a 6-dehidrogingerdione (*Shu et al., 2010; Chen et al., 2010*), 6-gingerol (*Nigam et al., 2009*), 8-shogaol (*Shieh et al., 2010*).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A termék gyártástechnológiája

A kísérletek alapjául szolgáló Pale ale típusú söröket házi körülmények között, kézműves technológiával állítottuk elő. A sörkészítési folyamat során a technológiai lépések különböző szakaszaiban 250-250 g gyömbér adagolása történt (nyers, reszelt formában): cefrézéskor, forraláskor és az erjedés kezdete utáni 5. napon, kontroll mintaként pedig egy alap sör készült, amely hozzáadott gyömbért nem tartalmazott.

Az első munkafolyamat az 5,6 kg Pale ale maláta (Ireks Stamag) előkészítése volt, Grain Gorilla malátaroppantó (Brewferm) eszköz segítségével. A malátaszemeket kétszer roppantottuk az optimális kihozatal elérése érdekében. A cefrőzés első lépéseként a sörfőző készülékbe (Klarstein Manchenfest 25 L) 17 liter víz bemérése történt, majd 54

°C-ra melegítettük és belehelyeztük a szűrő üstöt. Amint a kijelzőn jelzett hőfok 40 °C fölé ért, a roppantott malátaszemek adagolása következett a szűrő üstbe, amelyet ezután elkevertünk a vízben. A cefrézés során több hőlépcső alkalmazása szükséges, ugyanis a különböző hőfokok és hőntartási idők alkalmazása mellett játszódnak le a sörfőzés folyamán szükséges bomlási folyamatok és biokémiai reakciók:

- 40-50 °C-on fehérjepihentetés
- 54 °C-on cefrézési folyamat kezdete – 15 perces hőntartás (árpa gumianyagainak lebontása)
- 60 °C -10 perces hőntartás
- 65 °C - 30 perces hőntartás (maltózképző pihentetés)
- 72 °C - 10 perces hőntartás (cukrosító pihentetés)
- 78 °C - 2 perces hőntartás (a cefrézés befejezésének hőmérséklete).

A máslás elvégzéséhez 10 liter máslóvizet 78 °C-ra melegítettünk és a szűrő üstben kialakult maláta réteget átmostuk, hogy a törkölyben lévő extrakt anyagok a sörlébe kerüljenek, ezzel optimalizálva a sörfőzés kihozatalát. Ezután a komlóval való forralás folyamata következett, amely során a sörlét 100 °C-ra melegítettük és 70 percig forraltuk. A forralás kezdetétől számított 10. és 40. percben 12,5 gramm Citra komlót (Yakima Chief, HBC 394), az 55. percben 5 gramm ír moszatot (LD Carlson), a 65. percben pedig ismét Citra komlót (25 gramm) adagoltunk a sörlébe. A forralás befejeztével egy hűtőspirállal a kész cefrét 30 °C-ra hűtöttük, majd ezután keveréssel örvényt képeztünk a sörlében, amelyet 15 percig hagyunk ülepedni. Ülepedés után az elkészült sörlevet egy 30 literes StarSan fertőtlenítő oldattal sterilizált erjesztővödörbe fejtettük át, amelyből mintát vettünk és megmértük sörfokoló segítségével a sörlé eredeti fajsúlyát, amiből a folyadékban lévő cukor és szárazanyagtartalom mennyiségét megállapítottuk. A sörfokolás mérés során a fajsúlyt nem N/m³ -ben kaptuk meg, hanem úgy nevezett specific gravity-ben (S.G). Ez azt jelenti, hogy a mérőeszközünk 1.000 értéken 20 °C-os víz fajsúlyához van kalibrálva és az ehhez viszonyított eltérés mértékét mértük. A mérések pontos értékelése érdekében a 100 ml-es mérőhengerben a mintát 20 °C-ra lehűtöttük. Ezután beoltottuk a rehidratált Safeale US-05 típusú élesztővel (Fermentis), 11,5 g/25 literes adagolási mennyiség alkalmazása mellett. Az erjesztőt lezártuk és sötét, száraz helyen, állandó 21 °C hőmérsékleten erjesztettük, amely folyamat 2 hetet vett igénybe. Erjedés után ismét megmértük a folyadék fajsúlyát, amely után a kezdeti és

erjedés utáni fajsúly különbségből kiszámoltuk a keletkezett alkohol mennyiségét százalékos arányban (1).

$$(Eredeti\ fajsúly - Erjedés\ utáni\ fajsúly) \times 131.25 = Alkohol\ \% \quad (1)$$

Erjesztés után a fermentumot 4 °C-ra helyeztük 4 napra, hogy az élesztő és egyéb a sörlemben lebegő zavarosító anyagok leülepedjenek, majd a tiszta sört 19 literes steril szóda kebbe fejtettük és szén-dioxid palack segítségével, nyomás alatt karbonizáltuk. Palackozásig hűvös, 8-10 °C-os helységben tároltuk. Az üvegebe töltés során a nyomás alatt palackozó eszközt összekötöttük a szén-dioxid palackkal és a szóda keggel, majd belehelyeztük az üvegebe. Feltöltöttük a sörösüveget szén-dioxiddal, átállítottuk a töltő eszköz csapját a folyadék állásra és a nyomást lassan kiengedve feltöltöttük a palackot (0,33 liter) a megfelelő szintig, majd a kupak ráhelyezése után a feltöltött palackokat száraz, hűvös, sötét helyen tároltuk felbontásig.

A sörgyártási folyamatok befejeztével az alábbi termékek készültek el: *K* - kontroll minta (gyömbér nélkül); *C* - cefrézéskor adagolt gyömbér; *F* - forraláskor adagolt gyömbér; *H* - erjedés 5. napján adagolt gyömbér.

A minták antioxidáns és polifenol tartalmának meghatározása

Kísérleteinkben a teljes polifenol tartalom meghatározását Folin-Ciocalteu módszerrel (Singleton *et al.*, 1999; Barba *et al.*, 2013) végeztem. A kalibrációs görbe felvételét ismert koncentrációjú galluszsav mérőoldatokkal valósítottuk meg (25, 50, 150, 300 és 500 mg/L). A törzsoldatok elkészítését követően a különböző sörmintákat 50 ml-es centrifugacsövekbe mértük, majd 15 percre ultrahangos fürdőbe helyeztük a termékekben található CO₂ tartalom eltávolítása érdekében. Ezután 40° fix rotor segítségével 6000 rpm-es fordulatszámon 10 percet centrifugáltuk (Sigma 3K12). A centrifugált minták felülúszó részének 50 µL mennyiségéhez, 1,5 mL nagy tisztaságú vizet pipettáztunk, majd hozzáadtuk a reagenseket. Először 2,5 mL Folin-Ciocalteu reagenst (Fischer Chemical), majd 2 mL Na₂CO₃-ot (Riedel- de Haën). 90 perces inkubációs idő elteltével megmértük a minták abszorbanciáját 750 nm-es hullámhosszon, mintát nem tartalmazó vak mérőoldattal szemben Pharo 100 (Merck) típusú spektrofotométer segítségével.

Az összes antioxidáns tartalom meghatározását FRAP módszerrel (Benzie and Strain, 1996) valósítottuk meg. A kalibrációs görbe felvételét ismert koncentrációjú L-

aszorbinsav mérőoldat sorozattal végeztük (40, 80, 150, 250 és 500 mg/L). Az összes polifenol tartalom meghatározásnál az előbb ismertetett módon történt a minták előkészítése. Elkészítettem a szükséges törzsoldatokat, amelyeket a *1. táblázatban* mutatunk be.

1. táblázat: Törzsoldatok és alkotó elemeik

Table 1: Stock solutions and their constituents

Törzsoldat neve	Oldathoz szükséges anyagok	Mennyiség
Acetát-puffer	nátrium-acetát (Merck)	3,1 g
	ecetsav (Renal)	16 ml
	desztillált víz	1 L
TPTZ oldat	TPTZ (Sigma-Aldrich)	0,312 g
	Sósav (Renal)	336 µl
	desztillált víz	100 ml
Vas-klorid	vízmentes vas-klorid	0,54 g
	desztillált víz	100 ml
FRAP-oldat	acetát puffer	25 ml
	TPTZ-oldat	2,5 ml
	Vas-klorid oldat	2,5 ml

A mintákból kinyert 50 µL mennyiségű felülúszó részéhez 3 mL FRAP oldatot, valamint 100 µL NT vizet mértünk be, majd az abszorbanciát 5 perc elteltével, 593 nm-es hullámhosszon, mintát nem tartalmazó vak mérőoldattal szemben spektrofotométerrel mértük.

Az érzékszervi vizsgálatok körülményei

A minták alkoholtartalmának, antioxidáns és polifenol tartalmának vizsgálatán kívül, kíváncsiak voltunk arra is, hogy a gyártástechnológia különböző szakaszaiban adagolt gyömbér milyen hatással van a termékek organoleptikus tulajdonságaira. A bírálati panel a Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának élelmiszermérnök hallgatóiból, oktatóiból, kutatóiból, azaz összesen 17 főből (4 férfi-10 nő; 20-60 év között) állt.

A bírálattal során a termékek illatát, megjelenését, ízét, kortyérzetét és összbenyomását kellett osztályozni egy 0-5-ig terjedő skálán. A mintákat az erre megfelelő helyiségben (szobahőmérsékleten, megfelelő világítás mellett), zavarmentes környezetet biztosítva előkészítettük az érzékszervi bírálatra.

Az adott pontokat érzékszervi tulajdonságcsoportonként összegezni és átlagolni kell. Ezután a kapott átlagértékeket ún. súlyozófaktorral beszorozzuk. A súlyozófaktor a tulajdonságcsoportok fontossági sorrendjét jelzi. A következő súlyozófaktorokat alkalmaztuk a kiválasztott érzékszervi tulajdonságcsoportokra:

- Külső megjelenés: 0,4
- Illat/szag: 0,8
- Íz/aroma: 1,2
- Kortyérzet: 0,6
- Összbenyomás: 1,0

Az érzékszervi bírálattal utolsó lépéseként kiszámoltuk az érzékszervi összpontszámot a vizsgált jellemzők súlyozott értékeinek összegéből.

Statistikai módszerek

Az eredmények kiértékelését Microsoft Office Excel (2016) program segítségével végeztük el. Az adatok átlag ($n=3$) \pm relatív szórás (RSD) értékben fejeztük ki. Az adatok szignifikáns különbségének összehasonlítására egytényezős varianciaanalízist (ANOVA) alkalmaztunk. Az értékeket $p \leq 0.05$ értéknél tekintettük szignifikánsnak.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A termékek alkoholtartalmának eredményei

A termékek alkoholtartalmát a sörfokoló skálájáról leolvasott értékek alapján kaptuk meg és az (1) képlet alapján számítottuk ki. Az eredményeket az 2. táblázatban mutatjuk be.

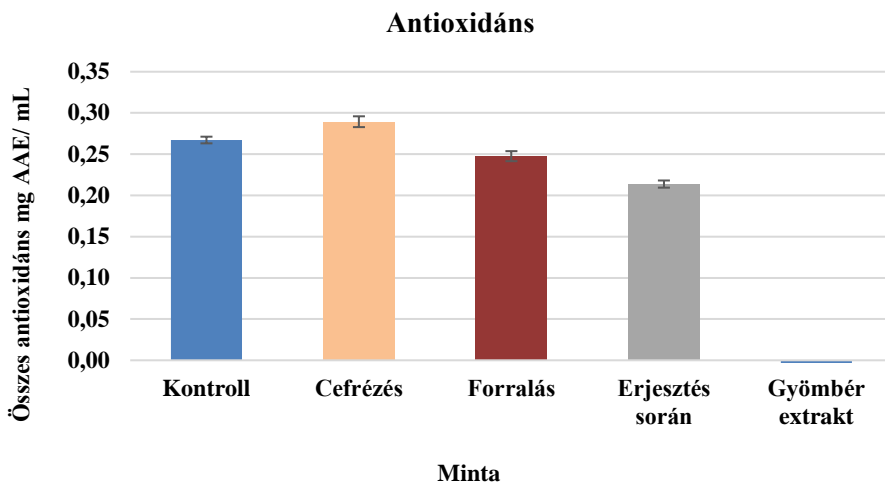
2. táblázat: Készített termékek kezdeti és végső fajsúlya, alkohol tartalma

Table 2: Initial and final specific gravity of prepared products, alcohol content

	Kezdeti fajsúly (S.G)	Végső fajsúly (S.G)	Alkoholtartalom (v/v%)
Kontroll termék	1,046	1,008	4,9
Cefrészéskor			
hozzáadott gyömbéres sör	1,044	1,010	4,4
Forraláskor			
hozzáadott gyömbéres sör	1,040	1,010	3,9
Erjesztéskor			
hozzáadott gyömbéres sör	1,044	1,008	4,7

A termékek antioxidáns tartalmának eredményei

A minták összes antioxidáns tartalmának eredményeiből látható (1. ábra), hogy az egyes minták eredményei közt szignifikáns különbségek mutatkoztak ($p \leq 0.05$). Kontroll termék esetén az összes antioxidáns mennyisége 0,27 mg AAE/mL volt, amelyhez képest a cefrőzés során hozzáadott gyömbéres termék esetében 0,29 mg AAE/mL összes antioxidáns tartalmat detektáltunk. Ennél a mintánál kapott antioxidáns mennyiség volt a legtöbb a vizsgált minták közül. A forraláskor hozzáadott gyömbéres sör esetén a kontrollhoz képest 7,3%, a cefrőzés során adalékolt sörhöz képest pedig 14,4%-os csökkenést tapasztaltunk. Az erjedés során hozzáadott gyömbéres sör esetén volt a legkevesebb a vizsgált jótékony vegyületek mennyisége, amely a legjobb eredményhez képest 26,1%-kal volt kevesebb. A kontrollként használt vizes gyömbérextraktum összes antioxidáns mennyisége kimutatási határ alatti volt.



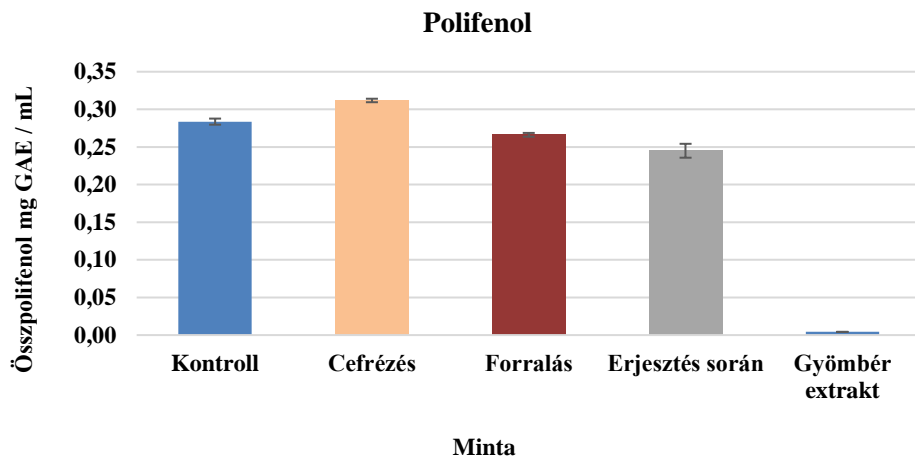
1. ábra: A minták összes antioxidáns tartalmának eredményei a termékgyártás különböző szakaszaiban hozzáadott gyömbér esetén

Figure 1. Results of the total antioxidant content of the samples for ginger added at different stages of product production.

A termékek polifenol tartalmának eredményei

A minták polifenol eredményei (2. ábra) hasonlóan alakultak, mint az összes antioxidáns mennyiségek esetében. A kontroll termék esetén a polifenol mennyisége 0,28 mg GAE/mL volt, amelyhez képest a cefrőzés során hozzáadott gyömbéres termék esetében 9,9%-kal több polifenol tartalom volt detektálható. Ugyanúgy, ahogy az antioxidánsok esetében, a polifenolok mennyisége is ennél a mintánál volt a legtöbb. Valószínűleg a forralás során a malátából kioldódó polifenolok jelenléte a gyártás ezen szakaszán volt leginkább érzékelhető. A forraláskor hozzáadott gyömbéres sörből 0,27 mg GAE/mL mennyiségű vegyületet azonosítottunk, amely alapján a termékhez adagolt gyömbér csökkenti ezen hasznos összetevők mennyiségét sör esetében. Az erjesztési fázisban lévő termék esetén a kontrollhoz képest 15%-kal, a cefrőzés során adagolt esetén 27%-kal, a forralás során adagolt esetén pedig 8%-kal kevesebb volt a polifenolok mennyisége.

A kontrollként használt vizes gyömbérextraktum összes polifenol mennyisége kimutatási határ alatti volt.



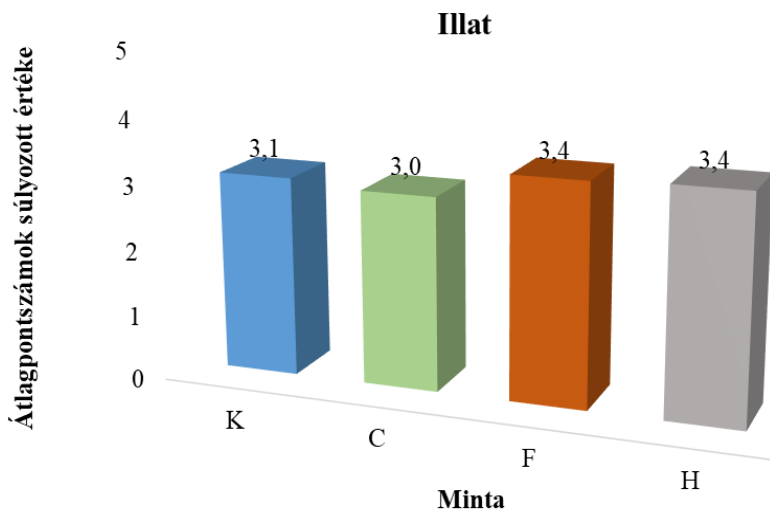
2. ábra: A minták összes polifenol tartalmának eredményei a termékgyártás különböző szakaszaiban hozzáadott gyömbér esetén

Figure 2. Results of the polyphenol content of the samples for ginger added at different stages of product production.

A sörgyártás különböző fázisaiban adagolt gyömbér a minták antioxidáns és polifenol profil mérési eredményei alapján az a következtetés vonható le, hogy a kiválasztott fűszernövény nem növeli, hanem bizonyos esetekben inkább csökkenti a termékben lévő fenolos vegyületek mennyiségét.

A termékek organoleptikus vizsgálatának eredményei

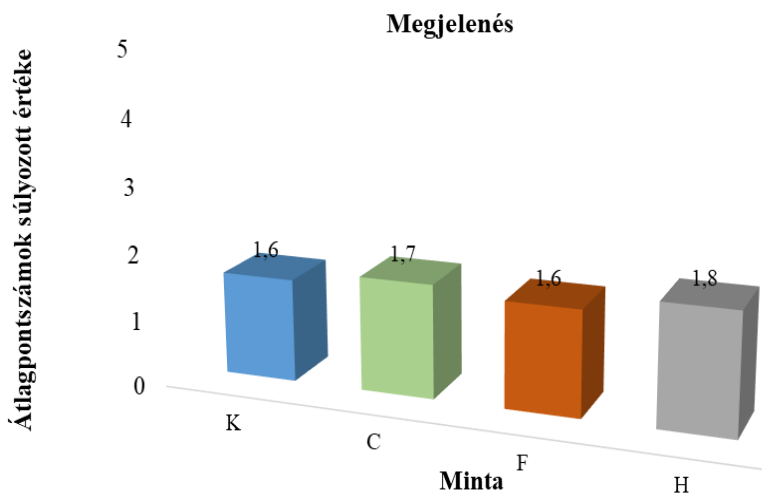
A termékek illatának eredményei alapján (3. ábra) a minták közül az eredmények átlagpontszámának súlyozott értéke 3,4-3,4 ponttal a forralás és az erjedés során hozzáadott gyömbér tetszett a kóstolóknak legjobban, legkevesebb pontszámot (3,0) a cefrőzés során hozzáadott gyömbéres termék kapta.



3. ábra: A termékek illatának pontszámai (K-kontroll; C-cefrézés során adagolt; F-forralás során adagolt; H-erjesztés során adagolt)

Figure 3. Odor scores of products (K-control; D-dosed during mashing; F- dosed during boiling; H- dosed during fermentation)

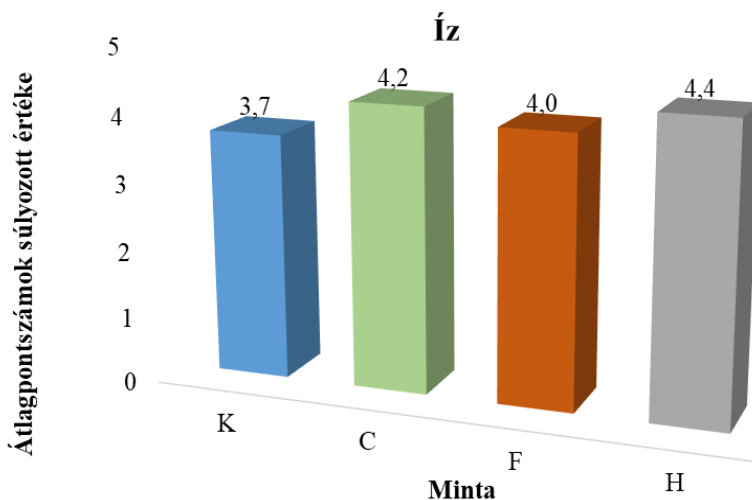
A termékek közül azok megjelenése szempontjából (4. ábra) szintén az erjedés során hozzáadott (1,8), majd a cefrőzés közben gyömbérrel kiegészített termék (1,7) eredményt ért el. Legkevésbé a kontroll, valamint a forralás közben kiegészített minta tetszett a bírálóknak (1,6-1,6 pont).



4. ábra: A termékek megjelenésének pontszámjai (K-kontroll; C-cefrézés során adagolt; F-forralás során adagolt; H-erjesztés során adagolt)

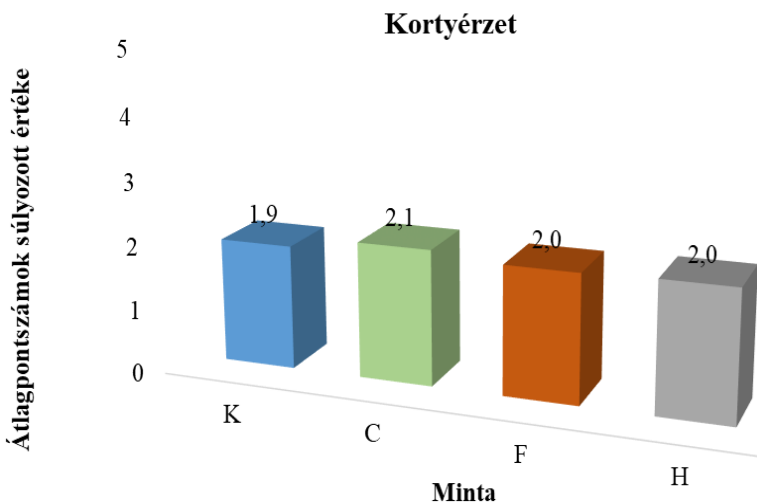
Figure 4. Scores for external properties of products (K-control; D-dosed during mashing; F- dosed during boiling; H-dosed during fermentation)

Íz alapján (5. ábra) szintén az erjedés során hozzáadott gyömbéres termék kapta a legtöbb pontot 4,4-et, majd a cefrézés során, forralás során, végül a kontroll termék következett. Kortyérzet esetében (6. ábra) a cefrézés során hozzáadott gyömbéres termék 2,1 ponttal végzett az első helyen.



5. ábra: A termékek ízének pontszámjai (K-kontroll; C-cefrzés során adagolt; F-forralás során adagolt; H-erjesztés során adagolt)

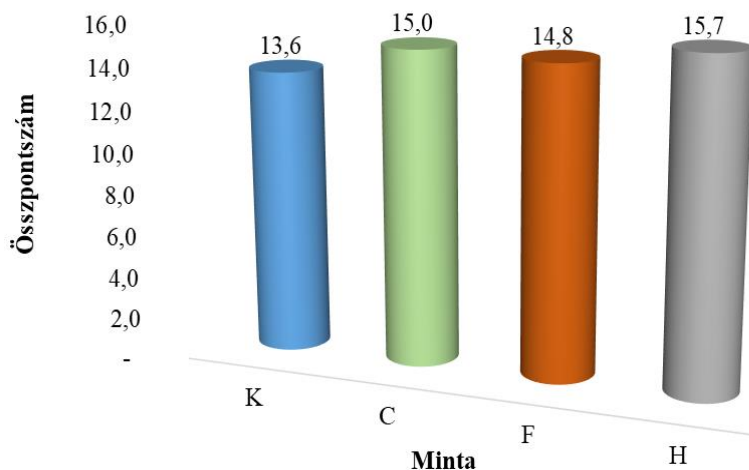
Figure 5. Taste scores of products (K-control; D-dosed during mashing; F- dosed during boiling; H- dosed during fermentation)



6. ábra: A termékek kortyérzetének pontszámjai (K-kontroll; C-cefrzés során adagolt; F-forralás során adagolt; H-erjesztés során adagolt)

Figure 6. Sip effect scores of products (K-control; D-dosed during mashing; F- dosed during boiling; H- dosed during fermentation)

A termékek érzékszervi összpontszámok (7. ábra) súlyozott értékei alapján a kóstolóknak az erjedés során hozzáadott gyömbéres sör 15,7 ponttal ízlett a legjobban. Ezt követte 15,0 ponttal a cefrőzés során hozzáadott gyömbéres termék, harmadik helyen 14,8 ponttal a forralás során hozzáadott gyömbéres sör végzett. Legkevesebb pontszámot a kontroll termék érte el 13,82 ponttal.



7. ábra: A termékek összpontszámai (K-kontroll; C-cefrőzés során adagolt; F-forralás során adagolt; H-erjesztés során adagolt)

Figure 7. Total scores of products (K-control; D-dosed during mashing; F- dosed during boiling; H- dosed during fermentation)

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Eredményeink alapján megállapítható, hogy a legmagasabb antioxidáns és polifenol tartalmat akkor kapjuk, ha cefrőzés során adjuk hozzá a gyömbért a sörhöz. Ebben az esetben a gyömbér több időt tölt a folyadékban, jobban ki tudnak oldódni a hatóanyagai. Az eredmények alapján az is levonható következtetésképp, hogy a sörgyártás esetén nem mindegy, hogy a gyártás melyik fázisában adagoljuk hozzá az ízesítőanyagot a termékhez. Az organoleptikus vizsgálat alapján, viszont az élvezeti értéke nem a legjobb. Az erjedés során hozzáadott gyömbéres sör íze sokkal intenzívebb, karakteresebb, a

gyömbér jegyei sokkal jobban kiérezhetők a termékből, annak ellenére, hogy ennél a sörnél mértük a legkevesebb antioxidáns és polifenol mennyiséget.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-21-3-I-SZE-11 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

THE EFFECT OF GINGER (*ZINGIBER OFFICINALE*) DOSAGE IN BEER MAKING TECHNOLOGY ON DIFFERENT PROPERTIES OF THE FINAL PRODUCT

MIKLÓS SZATHMÁRY - ERIKA LAKATOS - VIKTÓRIA KAPCSÁNDI

Széchenyi István University, Faculty of agricultural and Food Sciences,

Mosonmagyaróvár

SUMMARY

Unfortunately, most people today don't have the opportunity to lead a balanced lifestyle for their health. A significant portion of our society is overworking, and this constant stress load also impacts human health. Aware of this information, it's not surprising that there is a growing interest in discovering antioxidants from natural origins. Therefore, the study of compounds with these advantageous properties in various foods or even beverages is becoming more and more relevant.

The research aimed to investigate the effect of ginger added at different technological stages of brewing on the amount of antioxidants and phenolic compounds in the product, as well as their organoleptic properties. The total antioxidant content of the samples was analysed by FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma) and the amount of polyphenols by the Folin-Ciocalteu method. Antioxidant capacity and the amount of polyphenols were then expressed in L-ascorbic acid (AAE mg/mL) and gallic acid equivalents (GAE mg/mL).

Based on the results, it can be said that the time of ginger addition significantly ($p \leq 0.05$) influences the amount of compounds in the final product. Antioxidants ranged from 0.21 to 0.29 mg AAE/mL, while polyphenols ranged from 0.24 to 0.31 mg GAE/mL. The measurements also showed that the ginger reduced the amount of useful compounds compared to the control sample in some cases.

It matters at which stage of the manufacturing is the flavouring added to the product. Ginger added during fermentation has much more intense and characteristic taste, and the notes of ginger can be felt much better in the product, although the lowest amounts of antioxidants and polyphenols were measured in this beer.

Keywords: beer technology, *Zingiber officinale*, FRAP, Folin-Ciocalteu, organoleptic properties

IRODALOMJEGYZÉK

A BIZOTTSÁG 1129/2011/EU RENDELETE (2011): az 1333/2008/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet II. mellékletének az élelmiszer-adalékok uniós jegyzékének létrehozásával történő módosításáról

Adel, S.P.R. - Prakash, J. (2010): Chemical composition and antioxidant properties of ginger root (*Zingiber officinale*), *Journal of Medicinal Plants Research* Vol. 4(24) 2674-2679.

Ahmed, R. – Sharma, S. (1997). Biochemical studies on combined effect of garlic (*Allium sativum* Linn.) and ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) in albino rats. *Indian journal of experimental biology* 35: 841-843.

Ali, B.H., - Blunden, G. - Tanira, M.O. - Nemmar, A. (2008): Some phytochemical, pharmacological and toxicological properties of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.): a review of recent research, *Food Chem. Toxicol.*, 46:409-420.

Aruoma, O.I. (1998): Free Radicals, Oxidative Stress, and Antioxidants in Human Health and Disease, *J Am Oil Chem Soc*, 75(2): 199–212.

Barba, F.J. - Esteve, M.J. - Tedeschi, P. - Brandolini, V. - Frígola, A. (2013): A comparative study of the analysis of antioxidant activities of liquidfoods employing spectrophotometric, fluorometric, and chemiluminescent methods. *Food Anal Methods* 6:317–327.

- Benzie, I.F.F. - Strain, J.J.* (1996): The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Anal Biochem* 239(1):70–76.
- Breda, C. - Barros, A.I. – Gouvinhas, I.* (2022): Characterization of bioactive compounds and antioxidant capacity of Portuguese craft beers, *International Journal of Gastronomy and Food Science* 27:100473.
- Cheiran, K.P. - Raimundo, P.V. - Manfroi, V. - Anzanello, M.J. - Kahmann, A. - Rodrigues, E. - Frazzon, J.* (2019): Simultaneous identification of low-molecular weight phenolic and nitrogen compounds in craft beers by HPLC-ESI-MS/MS, *Food Chemistry* , 286:113–122.
- Chen, C.Y. – Tai, C.J. – Cheng, J.T. - Zheng, J.J. – Chen, Y.Z. Liu, T.Z. – Liin, S.J. – Chern, C.L.* (2010): 6-dehydrogingerdione sensitizes human hepatoblastoma Hep G2 cells to TRAIL-induced apoptosis via reactive oxygen species-mediated increase of DR5. *J Agric Food Chem* 58: 5604-11.
- Cortese, M. - Gigliobianco, M.R. - Peregrina, D.V. - Sagratini, G. - Censi, R. - Di Martino P.* (2020): Quantification of phenolic compounds in different types of crafts beers, worts, starting and spent ingredients by liquid chromatography-tandem mass spectrometry, *J. Chromatogr. A*, 1612: 460622.
- Davies, K.* (2001): Oxidative stress, antioxidant defenses, and damage removal. Repair, and Replacement Systems. *Iubmb Life*. 50(4): 279-289.
- Goupy, P. - Hugues, M. - Boivin, P. – Jose, M.* (1999): Antioxidant Composition and Activity of Barley (*Hordeum Vulgare*) and Malt Extracts and of Isolated Phenolic Compounds, 79:1625-634
- Grzanna, R. – Lindmark, L. – Frondoza, C.* (2005). Ginger-A herbal medicinal product with broad anti-inflammatory actions. *J. Med. Food*, 8(2): 125-132.
- Hall, C.* (1997). Structure-Activities of natural antioxidants. In" *Antioxidant Methodology. in vivo and in vitro. concepts.*, Ed. by Aruoma, OI and Cuppett, SL, AOAC press: Champaign, IL
- Harish, R. – Shivanandappa, T.* (2006). Antioxidant activity and hepatoprotective potential of *Phyllanthus niruri*. *Food Chem*. 95(2): 180-185.
- Hasan, M.M. - Chowdhury, S.P. - Alam, S. - Hossain, B. - Alam, M.S.* (2005): Antifungal effects of plant extracts on seed-born fungi of wheat seed regarding seed Germination, seedling health and vigour index. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8(9): 1284-128.

- Hassimotto, N. – Genovese, M. – Lajolo, F. (2005). Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. *J. Agric. Food Chem.*, 53(8): 2928-2935.
- Hsu, Y.L. – Chen, C.Y. – Hou, M.F. – Tsai, E.M. – Jong, Y.J. – Hung, C.H. – Kuo, P.L. (2010): 6-Dehydrogingerdione, an active constituent of dietary ginger, induces cell cycle arrest and apoptosis through reactive oxygen species/c-Jun N-terminal kinase pathways in human breast cancer cells. *Mol Nutr Food Res*; 54: 1307-17.
- Humia, B.V. - Santos, K.S. - Barbosa, A.M. - Sawata, M. - Mendonça, M. - Padilha, F. F. (2019): Beer Molecules and Its Sensory and Biological Properties: A Review. *Molecules*, 24(8), 1568.
- Humia, B.V. - Santos, K.S. - Schneider, J.K. - Lessa, I. - De Abreu, G. - Batista, T. - Aparecida, B. - Machado, S. - Izabel, J. - Canielas, L. - Mendonça, C. - Ferreira, F. (2020): Physicochemical and sensory profile of Beaugard sweet potato beer, *Food Chem.*, 312 (2020) 26087.
- Ji, K. - Fang L. - Zhao H. - Li Q. - Shi Y. - Xu C. - Wang Y. - Du L. - Wang J. - Liu Q. (2017): Ginger oleoresin alleviated gamma-ray irradiation-induced reactive oxygen species via the Nrf2 protective response in human mesenchymal stem cells. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2017:1480294.
- Loránd, A. – Kántor, A. – Kovács, B. – Czipa, N. (2018): Determining the antioxidant compounds of beer, *Acta Agraria Debreceniensis*, 2018/74.
- Magyar Élelmiszerkönyv - Codex Alimentarius Hungaricus* (2013): 2-702 számú irányelv – Sör
- Mao, Q.Q. - Xu, X.Y. - Cao, S.Y. - Gan, R.Y. - Corke, H. - Beta, T. - Li, H.B. (2019). Bioactive Compounds and Bioactivities of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Foods*, 8(6), 185.
- Marques, D.R. - Cassis, M.A. - Quelhas, J.O.F. - Bertozzi, J. - Visentainer, J.V. - Oliveira, C.C. - Monteiro A.R.G., - Cara, C. - Cara, C. - Brewer, N. – Brewer, N. (2017): Characterization of craft beers and their bioactive compounds, *Chem. Eng. Trans.*, 57
- Montanari, L. - Perretti, G. - Natella, F. - Guidi, A. - Fantozzi, P. (1999): Organic and Phenolic Acids in Beer, *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 32, 535-539 .
- Nigam, N. – Bhui, K. – Prasad, S. – George, J. – Shukla, Y. (2009): [6]-Gingerol induces reactive oxygen species regulated mitochondrial cell death pathway in human epidermoid carcinoma A431 cells. *Chem Biol Interact*; 181: 77-84.

- Piazzon, A. - Forte, M. - Nardini, M. (2010): Characterization of Phenolics Content and Antioxidant Activity of Different Beer Types, *J. Agric. Food Chem.*; 58, 10677–10683
- Prasad, S. – Tyagi, A.K. (2015): Ginger and its constituents: role in prevention and treatment of gastrointestinal cancer. *Gastroent. Res. Pract.* 2015:142979.
- Pulido, R. - Hernandez-Garcia, M. - Saura-Calixto, F. (2003): Contribution of beverages to the intake of lipophilic and hydrophilic antioxidants in the Spanish diet. *Eur. J. Clin. Nutr.*; 57, 1275–1282.
- Schadich E. - Hlavac J. - Volna T. - Varanasi L. - Hajduch M. - Dzubak P. (2016): Effects of ginger phenylpropanoids and quercetin on Nrf2-ARE pathway in human BJ fibroblasts and HaCaT keratinocytes. *Biomed Res. Int.*, 2016:2173275.
- Shieh, P.C. – Chen, Y.O. – Kuo, D.H. – Chen, F.A. – Tsai, M.L. – Chang, I.S. – Wu, H. – Sang, S. – Ho, C.T. – Pan, M.H. (2010): Induction of apoptosis by [8]- shogaol via reactive oxygen species generation, glutathione depletion, and caspase activation in human leukemia cells. *J Agric Food Chem*; 58: 3847-54.
- Sik, B. - Székelyhidi, R. - Lakatos, E. - Kapcsándi, V. - Ajtony, Zs. (2021): Analytical procedures for determination of phenolics active herbal ingredients in fortified functional foods: an overview, *European Food Research Technology*, 248, 329–344.
- Singleton, V.L. - Orthofer, R. - Lamuela-Raventos, R.M. (1999): Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol* 299:152–178.
- Székelyhidi, R. - Lakatos, E. - Sik, B. - Nagy, Á. - Varga, L. - Molnár, Z. - Kapcsándi, V. (2022): The beneficial effect of peppermint (*Mentha X piperita* L.) and lemongrass (*Melissa officinalis* L.) dosage on total antioxidant and polyphenol content during alcoholic fermentation, *Food Chemistry X*, 13: 100226.
- Ukeh, D.A. (2008): Bioactivity of essential oils of *Aframomum melegueta* and *Zingiber officinale* both (Zingiberaceae) against *Rhyzopertha dominica* (Fabricius). *Journal of Entomology*, 5(3): 193-199
- Yeh H. - Chuang C. - Chen H. - Wan C. - Chen T. - Lin L. (2014): Bioactive components analysis of two various gingers (*Zingiber officinale* Roscoe) and antioxidant effect of ginger extracts. *LWT-Food Sci. Technol.*; 55:329–334.

A szerzők címe – Adress of the author:

Szathmáry Miklós – Lakatos Erika - Kapcsándi Viktória

Széchenyi István Egyetem,

Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,

Élelmiszertudományi Tanszék,

9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

- szathm1897@gmail.com
- lakatos.erika@sze.hu
- kapcsandi.viktoria@sze.hu