



Sörtörkölyvel dúsított kenyér, mint funkcionális élelmiszer

NAGY ÁGNES^{1*}, BARTALOS RÉKA², HANCSNÉ LAKATOS ERIKA³

^{1,2,3}Széchenyi István Egyetem Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar, Élelmiszertudományi Tanszék
Mosonmagyaróvár

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7639-0987>

Email: nagy.agnes@sze.hu

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5148-6715>

*Corresponding author/Levelező szerző

Received/Érkezett: 2024.09.30. Revised/Átdolgozva: 2024.11.03.

Accepted/Elfogadva: 2024.11.15.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az élelmiszeripar nagy mennyiségben állít elő melléktermékeket, amelyek nagy részét takarmányozásra használják fel. Többek között ide tartozik a sörtörköly, ami (a sörgyártás során felhasznált gabonafélék csíráztatás, majd cefrőzés utáni leszűrt része) igen magas rost, vitamin- és ásványianyag-tartalommal bír, ezáltal funkcionális élelmiszerek létrehozásával emberi fogyasztásra is felhasználható. Több kísérlet is született ezzel kapcsolatban a közelmúltban. Többféle élelmiszerhez is hozzáadták, mint a különféle kekszek, pékáruk vagy reggeliző gabonák, javítva általa annak beltartalmi értékeit. Jelen tanulmányban a kenyereket vizsgáltuk, hiszen hazánkban jelentős a kenyérfogyasztás. Különböző mennyiségben sörtörkölyt adtunk a kenyerekhez, mert kíváncsiak voltunk bizonyíthatóan jobb tulajdonságokkal rendelkezik-e, mint a hagyományos kenyér. A mérések alátámasztották, hogy mind a fehérje-, mind a rosttartalom megnövekedett a sörtörkölyt tartalmazó kenyerek esetében, így valóban egy egészségesebb terméket kaptunk. De hogy a fogyasztókat valóban érdekli-e a termék és szívesen fogyasztanak-e, érzékszervi bírálatnak is alávetettük az elkészült kenyereket. A kóstolás eredményeként elmondható, hogy bár nem lettek finomabbak a kenyerek, sőt a nagyobb mennyiségű sörtörköly kifejezetten rontott a kenyér ízvilágán, ugyanakkor az egészségtudatos vásárló annak fényében, hogy egy jobb minőségű élelmiszert eszik, szívesen választaná a sörtörkölyt tartalmazó kenyeret.

Kulcsszavak: élelmiszertudomány, körkörös mezőgazdaság, sörtörköly

1. BEVEZETÉS

1.1 Sörtörköly

Sörgyártás során különböző gabonákat használnak (árpa, búza, kukorica, rizs, köles), eltérő receptúrák alapján a megfelelő ital elkészítéséhez. A cefrőzés végén visszamaradt őrölt gabona magvak összességét hívjuk sörtörkölynek. A sörtörköly a sörgyártás folyamata során keletkező melléktermékek mintegy 85 %-át teszi ki (Shen, 2019; Poreda et al., 2018). Amióta sört készítenek,



ezt a mellékterméket többnyire haszonállatok etetésére használják, mivel rendkívül jó tápanyagértékekkel bír (Ya Pey et al., 2023) (1. táblázat) és nincs alkoholtartalma.

1. táblázat: 1000 g sörtörkölyben található tápanyagok mennyisége

Tápanyagok	1000 g sörtörkölyben
Fehérje	233,0 g
Emészthető fehérje	225,0 g
Zsír	71,0 g
Hamu	46,0 g
Rost	195,0 g
Keményítő	45,0 g
Kalcium	4,0 g
Foszfor	6,2 g
Magnézium	1,7 g
Nátrium	0,18 g
Kálium	0,47 g
Methionin	4,4 g
Lysin	9,7 g
Linolsav	24,0 g
K vitamin	4,5 mg
B1 vitamin	25,0 mg
B2 vitamin	25,0 mg
B6 vitamin	9,0 mg
Karotin	17,0 mg

Forrás: Nagy és Diósi, 2021

Belibasakis et al. (1996) arról számolt be, hogy a tejtermelés megnövekedett anélkül, hogy jelentősen befolyásolta volna az állatok egészségét vagy termékenységét. Kaur et al. (2004) megfigyelték, hogy 30 tömeg % sörtörköly hozzáadása a pontyok napi étrendjéhez a testtömeg növekedéséhez vezetett anélkül, hogy jelentős egészségügyi következményekkel járt volna. Emellett a sörtörkölyt liszthelyettesítőként is használták kenyér, kekszek és rágcsálnivalók gyártása során (Fastnaught, 2001). Például Steinmacher et al. (2012) a sörtörköly jobb fizikai tulajdonságokkal rendelkező kenyér előállítására való felhasználásával foglalkozott egy innovatív extrudálási-biokonverziós eljárással. Nascimento et al. (2017) tanulmányozta a sörtörköly rizshez való hozzáadásának hatását snackek előállítására. Rostban és fehérjében (lizin, metionin) hihetetlenül gazdag. A rostok bevitele nagyon fontos, mert a vízben oldódó rostok stabilizálják a vércukorszintet, csökkentik a vér koleszterinszintjét, valamint prebiotikus hatásúak (béta-glükán), a vízben oldhatatlan (cellulóz) rostok pedig segítik a bélmozgást. Így a megnövekedett rostbevétel jelentősen csökkenti a szívkoszorúér-betegség, a stroke, a magas vérnyomás, a cukorbetegség, az elhízás és bizonyos gyomor-bélrendszeri betegségek kialakulásának kockázatát is. Az utóbbi években növekvő tendenciát mutat az élelmiszeriparban használható rostok felkutatása (Chau és Huang, 2003). A rostok energetikai értéke alacsonynak tekinthető (Pitha és Poledne, 2009), mert vízben oldódó rostokat, pektint tartalmaznak, melyeket csak a vastagbélrendszerünk mikroflórája bont le



részlegesen alacsonyabb zsírsavakra. Az élelmi rostoknak jótékony élettani hatásai vannak, amelyek közé tartozik a hashajtó és alacsonyabb vércukorszint (Misurcová, 2009).

Az élelmi rostok hasznosságáról és élettani sajátosságairól többen is írtak (Chawla és Patil, 2010; Kittnar, 2011). A sörtörköly felhasználás pedig környezetbarát megoldást kínál, mivel csökkenti a sörgyártás hulladéktermelését. Chen et al. (2024) vizsgálatai kimutatták, hogy a belőle készült fehérjekoncentrátumok ígéretesek lehetnek számos élelmiszer-strukturáló alkalmazásban, mint a húsanalógok készítése, valamint rajtuk kívül Falade et al. (2024) is vizsgálta, mely extrakciós módszer a legkedvezőbb a cellulóz és hemicellulóz szálakban lévő bioaktív vegyületek megőrzésében vagy fokozásában. A sörtörköly antioxidánsokat is tartalmaz, amelyek egészségügyi előnyöket nyújthatnak. A sörtörköly kutatásának jövője ígéretes, különösen az alternatív fehérjeforrások keresése terén.

Azonban nem csak az élelmiszeripar számára kiaknázatlan terület, de különböző biotechnológiai folyamatok során is hasznosítható, például bioüzemanyagok – biogáz (Nganyira et al., 2023) – előállítására is alkalmas. Ugyanakkor számos területen vizsgálták annak promotor és segédanyagként történő felhasználását orvosi biológiai szempontból (Rojo et al., 2014) vagy a téglá (Russ et al., 2005) – de a papírgyártás területén (Pejin et al., 2013) is. Biofinomítóknál történő felhasználása is sok szempontból hasznos lehet (Agrawal et al., 2023).

1.2 Funkcionális élelmiszer

Funkcionális élelmiszereknek csak azok az élelmiszerek nevezhetők, amelyeknek bizonyítottan pozitív hatásuk van az emberi szervezetre (Carrillo et al., 2013; Diplock et al., 1999). Céljuk, hogy javítsák az emberek egészségét és közérzetét, ugyanakkor a betegségeket, főleg a civilizációs betegségeket csökkentsék. Funkcionális élelmiszerek alatt minden olyan élelmiszert, vagy olyan élelmiszer-összetevőt értünk, amelyek egészségügyi előnyökkel járhatnak. A funkcionális élelmiszereket nem feltétlenül általános fogyasztásra fejlesztik ki, hanem egy adott célcsoportot céloznak meg velük (Csapó és Albert, 2018; Rodler, 2008). Temple (2022) cikkében kicsit részletesebben összeszedte mit tekintünk funkcionálisnak. Általános definíció szerint „az alapvető táplálkozáson túlmutató” anyagokat tartalmaznak. A FAO szerint: olyan élelmiszerek, amelyek a tápanyagokon kívül olyan egyéb összetevőket is tartalmaznak, amelyek jótékony hatással lehetnek az egészségre. Ezek a meghatározások rendkívül tágak, és az élelmiszereknek csak egy kis részét zárja ki, pl a cukorral édesített élelmiszerek. Temple (2022) új meghatározása: „A funkcionális élelmiszerek olyan új élelmiszerek, amelyeket úgy állítottak össze, hogy olyan anyagokat vagy élő mikroorganizmusokat tartalmaznak, amelyek egészségjavító vagy betegség-megelőző hatással rendelkeznek, és olyan koncentrációban, amely biztonságos és kellően magas a kívánt előny eléréséhez. A hozzáadott összetevők tartalmazhatnak tápanyagokat, élelmi rostokat, fitokemikáliákat, egyéb anyagokat vagy probiotikumokat”. Ugyanakkor problémát jelent a piaci megtévesztés, hiszen számos olyan cukros üdítővel, vagy élelmiszerral találkozni, melyekhez plusz vitamint adagoltak.

Mindezek ellenére a funkcionális élelmiszerek iránt a közelmúltban megnőtt az érdeklődés, és az előrejelzések szerint tovább nő a fogyasztói kereslet, mivel a fogyasztók egészségesebb étkezési szokásokat részesítenek előnyben, hogy kompenzálják a modern életmód okozta problémákat. A fogyasztók csökkentett zsír-, cukor- és só-tartalmú termékeket keresnek, és olyan termékek iránt érdeklődnek, amelyek egészségügyi előnyökkel járhatnak az életükben, általában a táplálkozással összefüggő betegségek megelőzése vagy a modern életmód stresszei elleni küzdelem révén (Chávarri és Villarán, 2017; Hosseini et al., 2021; Temelli, 2018). Jelenleg kevés olyan élelmiszer



összetevő van, ami tudományosan bizonyítottan pozitív hatással van az emberi szervezetre. Ide tartoznak az omega-3 zsírsavak, polifenolok, növényi szterinek, telítetlen zsírsavak és ásványi anyagok (EUFIC, 2006). Sütemények, kekszek, snack-ételek, italok, fagyasztott élelmiszerek, húskonzervek és egyéb élelmiszerek rosttal történő dúsítását is vizsgálták már (Hesser,1994).

1.3 Élelmiszerek dúsítása sörtörkölyel

Lényegében a sörtörköly egy lignocellulóz tartalmú anyag, amely főként ligninből, fehérjékből és rostokból áll (beleértve a hemicellulózt és a cellulózt is). A száraz tömegének nagyjából 50 %-a rost, míg a fehérjék akár 30 %-át is kitehetik (Saberian et al., 2024). A rostoknak és fehérjéknek ez a jelentős jelenléte a sörtörkölyt értékes erőforrássá teszi számos felhasználásra mind az élelmiszer-, mind az egyéb áruk ágazatában (Chetrariu és Dabija, 2020). Számos kutató igyekszik a sörtörkölyt hasznosítani akár az étrendbe kompozitként való beépítésen keresztül (Sobukola, Babajide és Ogunsade, 2013), valamint a bioaktív komponensek más célokra történő kinyerésével (McCarthy et al., 2014), gyümölcslevelek dúsításával (McCarty et al., 2013). Már többen próbálkoztak gabona alapú élelmiszereket sörtörkölyel dúsítani, tésztát (Sobukola et al., 2013, Sahin et al., 2021), granolát, ropit, kekszet vagy pékárut (Nagy és Diósi, 2021; Amoriello et al., 2020). Viszont még alig kapható hazánkban kereskedelmi forgalomban.

Célunk volt megvizsgálni azt, hogy a sörtörkölyel dúsított kenyér milyen beltartalmi értékekkel rendelkezik, ugyanis, ha jóval kedvezőbb a hatása, mint dúsítás nélkül, valamint érzékszervi szempontból sem lesz rosszabb a megítélése, egy új funkcionális élelmiszert vezethetünk be a piacra.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

A sörtörkölyt a Vaskakas Sörfőzdetől szereztük be, mely vegyesen tartalmazott különféle gabonaféléket (árpát és búzát változó arányban). A sörtörkölyt előzetes méréseknek nem vetettük alá, a szakirodalomban talált adatokat vettük alapul (Nagy & Diósi, 2021). A mérések során 3 azonos alapreceptúra alapján készített kenyeret sütöttünk, a kémiai mérések alkalmával 3-3 párhuzamos minta vizsgálatára került sor. Az első kenyér dúsítatlanul, sörtörköly nélkül készült, ez volt a kontroll, a második kenyér 75 g (9,3 m/m%, ST93), míg a harmadik kenyér 100 g (12 m/m%, ST120), sörtörkölyt tartalmazott (2. táblázat).

2.táblázat: Kenyerek összetétele

Alapanyagok	ST93	ST120	Kontroll
BL 80 liszt	52,00 %	50,35 %	57,3 %
Víz	34,54 %	33,60 %	38,1 %
Élesztő	0,34 %	0,35 %	0,4 %
Só	0,86 %	0,83 %	0,9 %
Sörtörköly	9,30 %	12,00 %	0,0 %
Olaj	2,96 %	2,87 %	3,3 %

Az előzetes próbák alapján ennél több sörtörköly már jócskán elrontja a kenyér élvezeti értékét. A méréseket követően leteszteltük az egyik receptúrát (12 m/m%) kisüzemi körülmények között is a zalaegerszegi Korona Pékségben (1. kép).



1. kép: Kisüzemben, 12 % sörtörköly hozzáadásával készült kenyerek

2.1 Kenyerek készítése

420 g szobahőmérsékletű BL 80 búzalisztet átszitáltuk, majd hozzáadtuk a 280 ml langyos vizet, 3 g élesztőt, illetve 7 g sót. Óvatos keverés után 10 percet állni hagytuk. Ezt követően 24 g olajat adtunk hozzá és 15 percig dagasztottuk a tésztát. Majd 1 órás kelesztés és formázás után ismét 1 órás kelesztést követően az előmelegített 200 °C-os sütőbe helyeztük 50 percre.

A sörtörkölyvel készült kenyerek esetén a sörtörkölyt felhasználás előtt szárítottuk és aprítottuk kávédaráló segítségével. Majd a liszthez kevertük a készítés során.

Az elkészült kenyerek tömegét, térfogatát, alaki hányadosát nem mértük, jelen tanulmány a beltartalmi vizsgálatokra terjedt ki. Az alábbi mérésekre került sor:

- rosttartalom,
- fehérjetartalom,
- összpolicenol-tartalom,
- érzékszervi vizsgálat.

2.2 Felhasznált vegyszerek, mérési eszközök

Vegyszerek: metanol (Labomark), Folin-Ciocalteu reagens (Merck Life Science Ltd), galluszsav (Merck Life Science Ltd), kénsav (Sigma-Aldrich), nátrium-hidroxid (Sigma-Aldrich), habzágátló (Levaco), Celite (Merck Life Science Ltd), nátrium-karbonát (Sigma-Aldrich).

Eszközök: Rapid N Cube (Elementar Analysensysteme GmbH, Németország), FOSS Fibertec™ 1020/FT122 or 2010 típusú berendezés, Spekol 11 spektrofotométer, szárítószekrény (Memmert), centrifuga (Biosan), hamvasztó kemence (Nabertherm), analitikai mérleg (Explorer), kávédaráló (CFFG-200, Dyras).

2.3 Rosttartalom mérése

A nyers rosttartalom meghatározása a FOSS Fibertec™ 1020/FT122 or 2010 típusú berendezéssel történt. A tégelybe 1±0,001 g Celitet és 1±0,001 g felaprított mintát mértünk be. Melyre 150 ml előmelegített 1,25 %-os kénsav oldatot 2 csepp habzágátlót adagoltunk, majd 1 órán át tartó forralás után desztillált vízzel átöblítettük a mintát. Ezt követően megismételtük a folyamatot 1,25



%-os nátrium-hidroxid oldattal is. Végül 24 órán át 70 °C-on szárítottuk a mintát, majd exikátorban kihűtve lemértük a tégely tömegét. 3 párhuzamos mérést végeztünk.

2.4 Fehérjetartalom mérése

A kenyér nyersfehérje tartalom meghatározását DUMAS-féle égetéses módszerrel működő rapid N Cube nitrogén meghatározó analizátor segítségével végeztük. A szárított, darált mintákból analitikai mérleggel ón fóliából elkészített tölcserbe kb. $150 \pm 0,001$ mg mennyiséget mértünk a készülékbe, 3 párhuzamos mérés történt minden minta esetében. A minta 900-1000 °C-os hőmérsékleten, ellenőrzött oxigénellátás melletti elégetése inert nitrogénáramban történt. A nitrogéntartalomtól a nyersfehérje-tartalmat fehérjekonverziós faktorok segítségével számíthatjuk ki (1. képlet).

$$W_f = (m_2 - m_3) / m_1 \quad (1)$$

Ahol:

W_f a vizsgált minta nyers rosttartalma (g/kg)

m_1 a vizsgálat minta tömege (g)

m_2 a minta maradék a szárítás után (g)

m_3 a minta maradék a hamvasztás után (g)

2.5 Összpolifenol-tartalom mérése

A polifenol tartalmat a Gao et al. (2000) által korábban leírt Folin–Ciocalteu kolorimetriás módszerrel mértük. A felaprított nedves kenyérmintákat (5 g) 37 °C-on homogenizáltuk 50 ml metanol:víz (8:2) keverékben. Ebből 0,5 ml-t 2,5 ml Folin–Ciocalteu reagenssel (10 %) és 1,5 ml vízzel összekevertünk majd szobahőmérsékleten 3 percig inkubáltuk. Miután 1 ml 20 %-os nátrium-karbonátot adtunk az elegyhez, 90 perc szobahőmérsékleten történő inkubálás után megmértük. A Folin–Ciocalteu reagensben levő sárga színű Mo(VI) ionok az antioxidánsok hatására kékszínű Mo(V)-té redukálódnak. A kapott kék szín abszorbanciáját 765 nm-en spektrofotométerrel mértük. A mennyiségi meghatározást galluszsav standard görbéjére (25–500 mg/l) vonatkozóan végeztük. Az eredményeket galluszsav-ekvivalensben (GAE), milligramm/100 g száraz tömegben fejeztük ki., hozzáadtuk a Folin reagenst. Ezt követően 4500 g-vel 15 percig centrifugáltuk, majd a felülúszót azonnal felhasználtuk a méréseinkhez. A kalibrációt galluszsav standard segítségével készítettük, melyet 765 nm-en Spekol 11 spektrofotométer segítségével mértünk.

2.6 Érzékszervi vizsgálatok leírása

Az élelmiszerek minősítésénél az egyik legjelentősebb szerepe az élvezeti értékeknek van. Az érzékszervi vizsgálatok közül számos módszer áll rendelkezésre, melynek alkalmazása függ a kutatás céljától. A legtöbbször az alábbi eljárásokat használják: a páros preferencia, a rangsorolás vagy a szabad leíró vizsgálat. Jelen kutatást a 20 pontos bírálati módszerrel végeztük, mert ez a leggyakrabban és legkönnyebben alkalmazható mérés. Az egyes tulajdonságokat egy 0-5-ig terjedő skálán lehetett pontozni. A bírálati lap az MSZ 20501-2:2018, Magyar Élelmiszerkönyv 1-3/16-1, Magyar Élelmiszerkönyv 2-103 előírások figyelembevételével készült. 40 fő kóstolta meg a termékeket, bíráltak az íz, illat, állag, kinézet alapján.

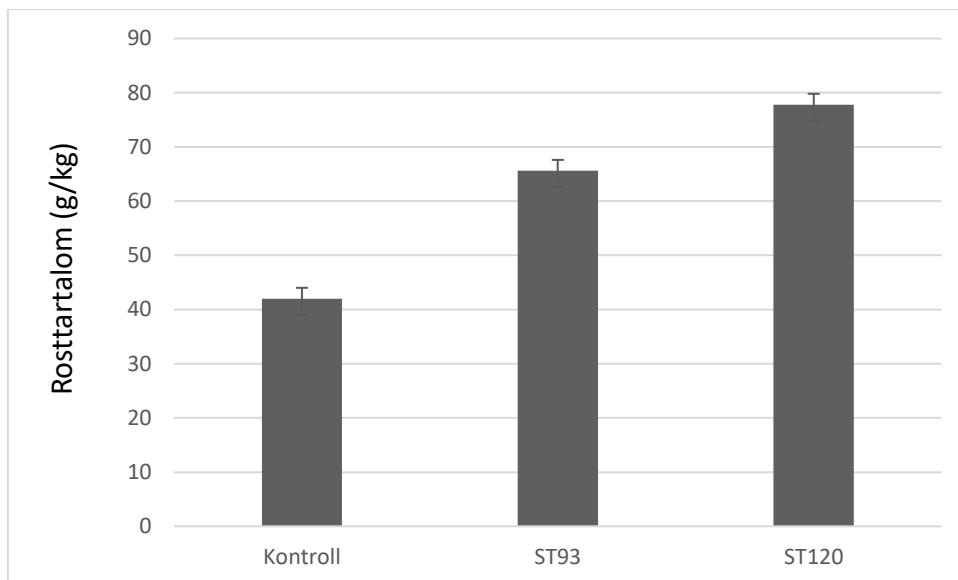


3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

3.1 Rosttartalom mérés eredményei

A 100 g sörtörköly hozzáadásával készült kenyér esetében tapasztalható a legnagyobb rosttartalom növekedés a kontroll mintához képest (1. ábra). Egyértelműen megfigyelhető, hogy a kenyér sörtörkölyvel történő dúsításának növelése egyenesen arányos a kenyér rosttartalmának növekedésével. Tehát a kontroll mintához viszonyítva minden dúsított kenyér esetében magasabb rosttartalom értékeket kaptunk.

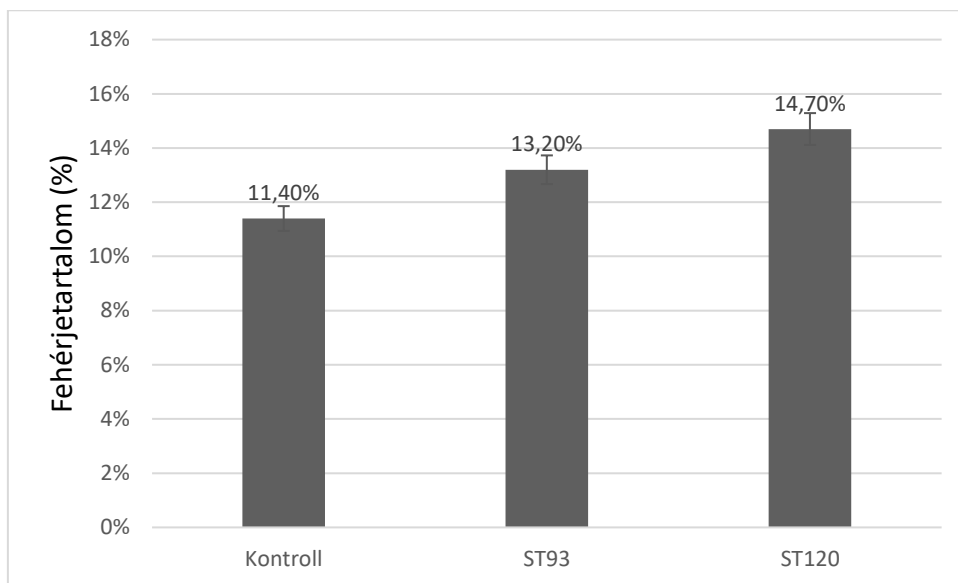
Nagy és Diósi (2021) kutatásuk során megállapították, hogy a sörtörkölyvel dúsított tallérok élelmi rost mennyisége minden esetben magasabb volt, mint a kontroll mintaként szolgáló tallér élelmi rost értéke. A dúsítás mértékével az élelmirost-tartalom is növekedett.



1.ábra: Vizsgált kenyerek rosttartalma

3.2 Fehérjetartalom mérés eredményei

A legalacsonyabb fehérjetartalommal a kontroll mintaként szolgáló sörtörkölymentes kenyér rendelkezik (2. ábra). Ezt követi a 75 g sörtörkölyvel dúsított kenyér, összesen 1,8 % fehérje többlettel a kontroll mintához képest. A legmagasabb fehérjetartalommal a 100 g sörtörkölyvel dúsított kenyér rendelkezett. A fehérjetartalom növekedés a 75 g sörtörkölyvel dúsított kenyérhez képest 1,5 %, míg a kontroll mintához képest 3,3 %-os növekedést figyelhetünk meg. Az eredmények alátámasztják, hogy ha több sörtörkölyt adunk a kenyérhez, bár csekély mértékben, magasabb fehérjetartalmat tudunk elérni.

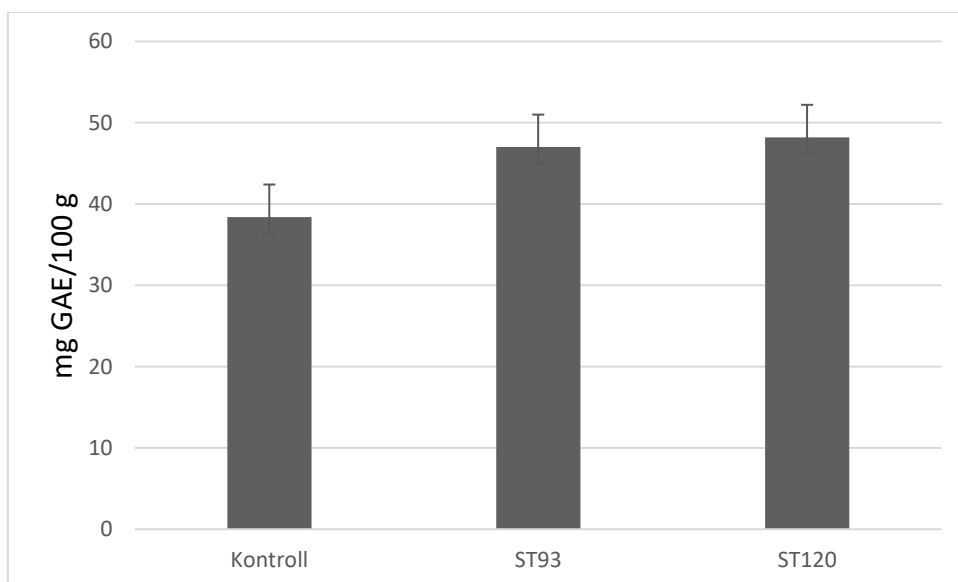


2. ábra: Vizsgált kenyérminták fehérjeteralmának megoszlása

3.3 Összpolifenol-tartalom mérésének eredményei

A szervezetünkben keletkező szabad gyököket bizonyos anyagok képesek semlegesíteni, ezeket hívjuk antioxidánsoknak. Ilyen antioxidáns hatással bírnak a polifenolok is (Zhou et al., 2023). Számos pozitív hatásuk van főként bélrendszeri krónikus betegségek megelőzésében.

A 3. ábra alapján megfigyelhető, hogy bár a kontroll minta is tartalmaz polifenolokat, azért a sörtörkölyel dúsított mintákban jóval nagyobb ez az érték.



3. ábra: Összpolifenol-tartalom a vizsgált kenyérminták esetén

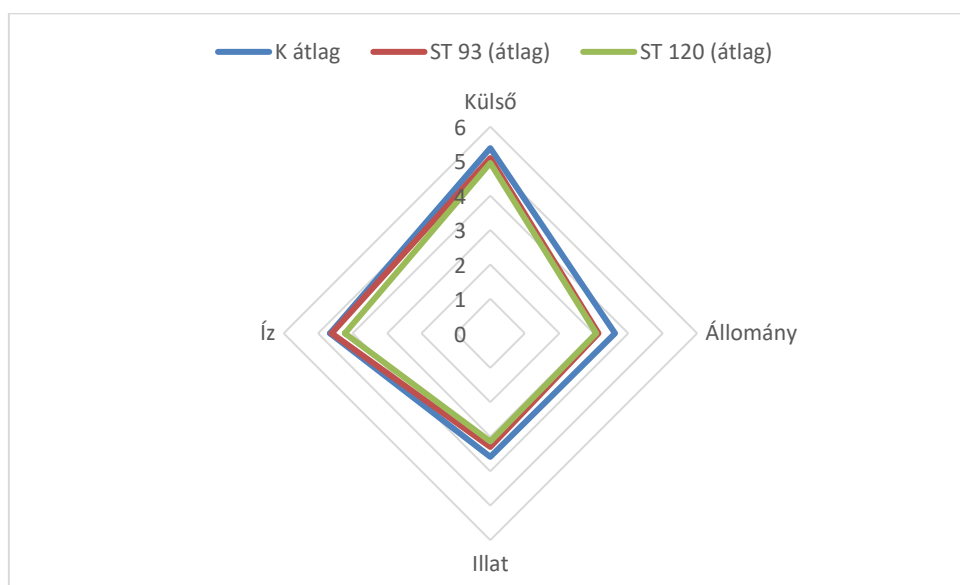
Kenyereket más antioxidáns hatású anyagokkal (fűszerekkel) is dúsítottak (Varga-Kántor et al., 2021). Ők szintén azt találták, hogy az adagolás mértékével nő az összpolifenol-tartalom.

Kántor et al. (2019) pedig szintén mérték antioxidáns tartalmat a kontroll mintájukban. A mérési eredményeket galluszsav ekvivalens egységben (mg GAE/100 g) adjuk meg.

3.4 Az érzékszervi vizsgálatok eredményei

Az érzékszervi bírálatban 40 személy vett részt, a nemek eloszlása szinte fele-fele aránynak mondható, hiszen 21 férfi és 19 nő vett részt. A korcsoportok eloszlása vegyes volt, 18-25 év között 7 személy, 26-35 év között 12 személy, 36-50 év között 19 személy, 51-70 éves korcsoportban pedig 2 személy vett részt az érzékszervi bírálat során. Az értékek súlyozása alapján 3 kategóriát különböztetünk meg:

- Átlagos 12,3 – 15,2 pont
- Átlag feletti 15,3 – 17,7 pont
- Kiválóan megfelelt 17,8 – 20,0 pont



4. ábra: Érzékszervi bírálat eredményei (súlyozófaktorral)

Az 4. ábrán látható, hogy mind a három minta átlag feletti besorolást kapott a vizsgálaton résztvevő bírálóktól. Azonban a sörtörköly növekvő adagolási mennyiségével egyenesen arányos sorrendben csökkent a kedveltség a kontrolltól az ST 120-as mintáig. Ezt követően tulajdonságcsoportokon belül is megvizsgáltuk egytényezős varianciaanalízis és t-próba segítségével a szignifikáns különbségeket (3. táblázat).



3.táblázat: Variancia analízis eredményei

	Összehasonlított termékek	p-érték	Bonferroni-korrekción
I. külső	K-ST93	0,2035	0,6107
	K-ST120	0,0954	0,2863
	ST93-ST120	0,6011	1,8034
II. állomány	K-ST93	0,0152	0,0456
	K-ST120	0,0026	0,0079
	ST93-ST120	0,7614	2,2843
III. illat	K-ST93	0,0954	0,2863
	K-ST120	0,0192	0,0578
	ST93-ST120	0,3793	1,1379
IV. íz	K-ST93	0,8857	2,6572
	K-ST120	0,2397	0,7192
	ST93-ST120	0,2984	0,8952

4. KÖVETKEZTETÉS

A sörtörkölyvel dúsított kenyerek tudományos és élelmiszertudományi szempontból számos előnnyel bírnak a hagyományos kenyerekkel szemben. Méréseink alapján jelentős mennyiségű fehérjét, rostot tartalmaznak a hagyományos kenyerekhez képest, amelyek hozzájárulnak a táplálódás élelmiszerbeviteléhez. Bár a sörtörkölyvel készült kenyerek érzékszervi bírálat alapján nem értek el jobb minősítést a hagyományos kenyerekhez képest, de egészségesebb mivoltjuk révén vonzóbb alternatívát kínálnak az egészségtudatos fogyasztók számára, ami elősegítheti a kenyérfogyasztás növelését és a táplálódás ételek iránti keresletet. Ezen kívül a sörtörkölyvel való dúsítás fenntarthatóbb megoldást kínál az élelmiszeripar számára, mivel csökkenti a sörgyártás során keletkező hulladék mennyiségét, ezzel hozzájárulva a környezetvédelmi célok eléréséhez. Összességében a sörtörkölyvel dúsított kenyerek nemcsak táplálódás, hanem fenntarthatóbbak is, ami egy új lehetőséget teremt a modern élelmiszertermelésben. A jövőben érdemes lenne további kutatásokat végezni az íz javításának lehetőségeiről, valamint a sörtörköly további előnyeinek kiaknázásáról, hogy minél szélesebb fogyasztói réteg számára váljon vonzóvá.

Bread Enriched with Brewer's Spent Grain (BSG) as Functional Food

ABSTRACT

The food industry produces a large amount of by-products, most of which are used for animal feed. This includes, among others, beer dregs, which (the filtered part of the grains used in beer production after germination and then mashing) have a very high fibre, vitamin and mineral content, and thus can be used for human consumption by creating functional foods. There have been several attempts in this regard recently. It has been added to several types of food, such as various biscuits, baked goods or breakfast cereals, thereby improving its content values. In the present study, we examined bread, since bread consumption is significant in our country. We added different amounts of beer dregs to the breads because we were curious if it had demonstrably better properties than



traditional bread. The measurements confirmed that both the protein and fibre content increased in the case of breads containing beer pomace, so we really got a healthier product. But to see if consumers are really interested in the product and would like to consume it, we also subjected the finished breads to a sensory evaluation. As a result of the tasting, it can be said that although the breads did not become tastier, and in fact, the larger amount of beer dregs significantly worsens the taste of the bread, at the same time, the health-conscious customer would like to choose the bread containing beer dregs in light of the fact that they are eating a higher quality food.

Keywords: food waste, circular agriculture, brewers spent grain

IRODALOMJEGYZÉK

- Agrawal, D., Gopaliya, D., Willoughby, N., Khare, S. K., & Kumar, V. (2023). Recycling potential of brewer's spent grains for circular bioreineries. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 40, <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2022.100748>
- Ahmad, A., Khan, A., Samber, N., & Manzoor, N. (2014). Antimicrobial activity of *Mentha piperita* essential oil in combination with silver ions. *Synergy*, 1(2), 92-98. <https://doi.org/10.1016/j.synres.2014.11.001>
- Amoriello, T., Mellara, F., Galli, V., Amoriello, M. & Ciccoritti, R. (2020). Technological properties and consumer acceptability of bakery products enriched with brewers spent grains. *Foods*, 9(10), 1492. <https://doi.org/10.3390/foods9101492>
- Belibasakis, N. G., & Tsirgogianni, D. (1996). Effects of wet brewers grains on milk yield, milk composition and blood components of dairy cows in hot weather. *Anim Feed Sci Technol*, 57, 175-181. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00860-8](https://doi.org/10.1016/0377-8401(95)00860-8)
- Carrillo, E., Prado-Gascó, V., Fiszman, S., & Varela, P. (2013). Why buying functional foods? Understanding spending behaviour through structural equation modelling. *Food Research International*, 50, 361-368. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.10.045>
- Chau, C. F., & Huang, Y. L. (2003). Comparison of the chemical composition and physicochemical properties of different fibres prepared from peel of the *Citrus sinensis* L. Cv. Liucheng. *Agric. Food Chem.*, 51, 2615–2618. <https://doi.org/10.1021/jf025919b>
- Chávarri, M., & Villarán, M. C. (2017). Encapsulation technologies for resveratrol in functional food. *J. Ruiz, M. Campos (Eds.), New Polymers for Encapsulation of Nutraceutical Compounds* (pp. 159-194). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781119227625.ch8>
- Chawla, R., & Patil, G. R. (2010). Soluble Dietary Fiber. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 9, 178-196. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00099.x>
- Chetrariu, A., & Dabija, A. (2020). Brewer's spent grains: Possibilities of valorization, a Review. *Applied Sciences*, 10(16), 5619. <https://doi.org/10.3390/app10165619>
- Chin, Y. L., Keppler, J. K., Dinani, S. T., Chen, W. N., & Boom, R. (2024). Brewers' spent grain proteins. The extraction method determines the functional properties. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 94, <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2024.103666>
- Csapó, J., & Albert, Cs. (2018). *Funkcionális élelmiszerek*. Scientia Kiadó, Kolozsvár. pp. 282.
- Diplock, A. T., Agget, P. J., Ashwell, M., Bornet, F., Fern, E. B., & Roberfroid, M. B. (1999). Scientific concepts of functional foods in Europe. Consensus document. *British Journal of Nutrition*, 81. pp. 1-27.



- Ehret, D. L., Hill, B. D., Helmer, T., & Edwards, D. R. (2011). Neural network modeling of greenhouse tomato yield, growth and water use from automated crop monitoring data. *Computers and electronics in agriculture*, 79(1), 82-89. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2011.07.013>
- EUFIC (2006, June 08). *What are Functional Foods and How Can They Help Us?* EUFIC, European Food Information Council. <https://www.eufic.org/en/food-production/article/functional-foods>
- Falade, E. O., Kouamé, K. J. E.-P., Zhu, Y., Zheng, Y., & Ye, X. (2024). A review: Examining the effects of modern extraction techniques on functional and structural properties of cellulose and hemicellulose in *Brewer's Spent Grain* dietary fiber. *Carbohydrate Polymers*, 122883. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2024.122883>
- FAO. (2024). *Functional food*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Terminology Portal. <https://www.fao.org/faoterm/viewentry/en/?entryId=170967>
- Fastnaught, C. E. (2001). Barley fiber. In *Handbook of Dietary Fiber* (1st ed., Chapter 27). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203904220>
- Gao, X., Ohlander, M., Jeppsson, N., Björk, L., & Trajkovski, V. (2000). Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) during maturation. *Journal of the Agricultural and Food Chemistry*, 48, 1485–1490. <https://doi.org/10.1021/jf991072g>
- Hesser, J. M. (1994). Applications and usage of dietary fibre in the USA. *Int. Food Ingrid.* 2, 50-52.
- Hosseini, S. F., Ramezanzade, L., & McClements, D. J. (2021). Recent advances in nanoencapsulation of hydrophobic marine bioactives: Bioavailability, safety, and sensory attributes of nano-fortified functional foods. *Trends in Food Science & Technology*, 109, 322-339. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.045>
- Kántor, A., Fischinger, L. Á., Alexa, L., Papp-Topa, E., Kovács, B., & Czipa, N. (2019). Funkcionális kenyér, avagy a fokhagyma és készítményei hatása a kenyér egyes paramétereire. *Élelmiszervizsgáló közlemények*, 65(4), 2704-2714.
- Kaur, V. I., & Saxena, P. K. (2004). Incorporation of brewery waste in supplementary feed and its impact on growth in some carps. *Bioresource Technology*, 91(1), 101-104. [https://doi.org/10.1016/s0960-8524\(03\)00073-7](https://doi.org/10.1016/s0960-8524(03)00073-7)
- Kittnar, O. (Ed.) (2011). *Lekárská fyziológia*. Grada Publishing.
- Magyar Élelmiszerkönyv 2/103. (2012). Codex Alimentarius Hungaricus. <https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/4/3b/a2000/2-103.pdf>
- Magyar Élelmiszerkönyv 1-3/16-1. (2016). Codex Alimentarius Hungaricus. <https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/1/75/71000/Szegedyn%C3%A9%20F%20C%81%20M%C3%89%20s%C3%Bct%C5%91ipari%20term%C3%A9kek%202016%2006%2016.pdf>
- Magyar Élelmiszerkönyv MSZ 20501-2:2018 szabvány. (2018). Codex Alimentarius Hungaricus. <https://ugyintezes.mszt.hu/webaruhaz/szabvany-adatok?standard=135082>
- McCarthy, A. L., O'Callaghan, Y. C., Connolly, A., Piggott, C. O., FitzGerald, R. J., & O'Brien, N. M. (2014). Phenolic-enriched fractions from brewers' spent grain possess cellular antioxidant and immunomodulatory effects in cell culture model systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(7), 1373-1379. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6421>
- McCarthy, A. L., O'Callaghan, Y. C., Neugart, S., Piggott, C. O., Connolly, A., Jansen, M. A. K., Krumbein, A., Schreiner, M., Fitzgerald, R. J., & O'Brien, N. M. (2013). The hydroxycinnamic acid content of barley and brewers' spent grain (BSG) and the potential to incorporate phenolic extracts of BSG as antioxidants into fruit beverages. *Food Chemistry*, 141(3), 2567-2574. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.05.048>



- Misurcová, L. (2009). *Nové nutriční aspekty a využití mořských a sladkovodních řas ve výživě člověka. UTB Zlín, ISBN 978-7318-874-0*
- Nagy, V. & Diósi, G. (2021). A sörtörköly, mint söripari melléktermék sütőiparban történő alkalmazása. *Élelmiszervizsgálati közlemények*, 67(1), 3327-3338. <https://doi.org/10.52091/EVIK-2021/1-5-HUN>
- Nascimento, T. A., Calado, V., & Carvalho, C. W. P. (2017). Effect of Brewer's spent grain and temperature on physical properties of expanded extrudates from rice. *LWT - Food Science and Technology*, 79, 145-151. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.01.035>
- Nganyira, P. D., Mahushi, D. J., Balengayabo, J. G., Shao, G. N., & Emmanuel, J. K. (2023). Quality of biogas generated through co-digestion of brewer's spent grain and cattle dung. *Energy Reports*, 10, 2330-2336. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.09.012>
- Oyediji, A. B., & Wu, J. (2023). Food-based uses of brewers spent grains: Current applications and future possibilities. *Food Bioscience*, 54, 102774. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102774>
- Pei, Y., Balogun, O., Otieno, D., Parks, J. S., & Kang, H. W. (2022). The effects of brewers' spent grain on high-fat diet-induced fatty liver. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 616, 49-55. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2022.05.056>
- Pejin, D., Radosavljevic, M. S., Grujic, O. S., Mojovic, L. V., Kocic-Tanackov, S. D., Nikolic, S. B., & Djukić-Vuković, A. J. (2013). Possible application of brewer's spent grain in biotechnology. *Hemijska Industrija*, 67(2), 277-291. <https://doi.org/10.2298/HEMIND120410065P>
- Pitha, J. & Poledne, R. (2009). *Zdravá Vyziva pro kazdy den*. Grada Publishing. pp. 144.
- Poreda, A. & Zdaniewicz, M. (2018). *Advances in brewing and malting technology*. Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kollataja w Krakowie, Kraków. pp. 453.
- Rodler, I. (2008). *Élelmész- és táplálkozás-egészségtan*. Medicina Könyvkiadó, Budapest. pp. 548.
- Rojo, E. S., Ramos, M., Yates, M., Martin-Luengo, M. A., Martinez Serrano, A. M., Civantos, A., López-Lacomba, J. L., Reilly, G., Vervaet, C., Tarterra, J. L., Luis, B. F., & Argomaniz, L. V. (2014). Preparation, characterization and in vitro osteoblast growth of waste-derived biomaterials. *RSC Advances*, 4, 12630-12639. <https://doi.org/10.1039/C3RA47534D>
- Russ, W., Mörtel, H., & Meyer-Pittroff, R. (2005). Application of spent grains to increase porosity in bricks. *Construction and Building Materials*, 19(2), 117-126. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2004.05.014>
- Saberian, H., Yazdi, A. P. G., Nejatian, M., Bazsefidpar, M., Mohammadiam, A. H., Rahmati, M., Assadpour, E., & Jafari, S. M. (2024). Brewers' spent grain as a functional ingredient in bakery, pasta, and cereal-based products. *Future Foods*, 10, 100479. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100479>
- Sahin, A. W., Hardiman, K., Atzler, J. J., Vogelsang-O'Dwyer, M., Valdeperez, D, Münch, S., Cattaneo, G., O'Riordan, P., & Arendt, E. K. (2021). Rejuvenated Brewer's Spent Grain. The impact of two BSG-derived ingredients on techno-functional and nutritional characteristics of fibre-enriched pasta. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 68, 102633. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102633>
- Sahin, O. (2023). Analysis of the effect of region, province and breed on somatic cell count in dairy cattle in Turkey by regression tree method. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 35(6), 588-597. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2023.v35.i6.3100>
- Shen, Y., Abeynayake, R., Sun, X., Ran, T., Li, J., Chen, L., & Yang, W. (2019). Feed nutritional value of brewers' spent grain residue resulting from protease aided protein removal. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 10(78), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s40104-019-0382-1>



- Sobukola, O. P., Babajide, J. M., & Ogunsade, O. (2013). Effect of brewers spent grain addition and extrusion parameters on some properties of extruded yam starch-based pasta. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37(5), 734-743. <https://doi.org/10.1111/J.1745-4549.2012.00711.X>
- Steinmacher, N. C., Honna, F. A., Gasparetto, A. V., Anibal, D., & Grossmann, M. V. E. (2012). Bioconversion of brewer's spent grains by reactive extrusion and their application in bread-making. *LWT - Food Science and Technology*, 46(2), 542-547. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2011.11.011>
- Temelli, F. (2018). Perspectives on the use of supercritical particle formation technologies for food ingredients. *J. Supercrit. Fluids*, 134, 244-251. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2017.11.010>
- Temple, N. J. (2022). A rational definition for functional foods: A perspective. *Frontiers in Nutrition*, 9, 957516. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.957516>
- Varga-Kántor, A., Alexa, L., Topa, E., Kovács, B., & Czipa, N. (2021). Szárított bazsalikkal dúsított kenyerek vizsgálata és eredményeinek értékelése. *Élelmiszervizsgálati közlemények*, 67(4), 3665–3671., <https://doi.org/10.52091/EVIK-2021/4-3-HUN>
- Zhou, Y., Zhang, Y., Zhou, M., Wu, Y., & Guan, X. (2023). Study on the interaction between *grain polyphenols* and intestinal microorganisms: A review. *Food Bioscience*, 53, 102536. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102536>

©Copyright 2024 by the Authors.

The journal is Open Access (Platinum). This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

