



*A kép illusztráció / Picture is for illustration only
Fotó/Photo: Shutterstock*

Kántor Andrea¹, Fischinger László Ádám¹, Alexa Loránd¹, Papp-Topa Emőke¹, Kovács Béla¹, Czipa Nikolett¹

Érkezett: 2019. július – Elfogadva: 2019. szeptember

Funkcionális kenyér, avagy a fokhagyma és készítményei hatása a kenyér egyes paramétereire

KULCSSZAVAK: Kenyér, fokhagyma, összes polifenol-tartalom, elemtartalom

ÖSSZEFOGLALÁS

Napjainkban a kenyér fogyasztása szinte mindennapos. Mivel a fokhagyma jótékony hatása közismert, ezért is gondoltunk arra, hogy a kenyérbe sütve azt, egy kellemes ízű és élettanilag is kedvező hatású terméket hozhatunk létre. A kísérlethez fokhagymát, fokhagymakrémet és fokhagyma granulátumot használtunk különböző koncentrációkban, melyeket előzetes vizsgálatok alapján választottunk ki. Az elkészült termékeknél vizsgáltuk, hogy a kontroll kenyérünkhöz képest a dúsítások milyen mértékben változtatták meg a termékben az antioxidáns hatású vegyületek, valamint makroelemek mennyiségét. Az eredményeket statisztikai programmal is elemeztük, amelynek alapján megállapítottuk, hogy a vizsgált paraméterekben igazolható különbségeket sikerült kimutatni az egyes kísérleti cipók között. Az összes polifenol-tartalomban egyértelmű növekedést értünk el, az elemtartalom esetében azonban változatos eredményeket kaptunk.

BEVEZETÉS

A fokhagymát (*Allium sativum* L.) ősidők óta termesztik. Számos kultúrában fűszerként, ízesítőként és gyógyszerként használták, és használják a mai napig [1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. A táplálkozási szokások – beleértve a fokhagyma fogyasztását – és a betegségek előfordulása között az epidemiológiai, klinikai és preklinikai kutatások eredményei szoros összefüggést mutatnak. Az elmúlt évtizedekben magát a fokhagymát is széles körben vizsgálták; a témával kapcsolatban több mint ezer tanulmány megjelentetéséről van tudomásunk [1]. A kutatók a fokhagyma számos terápiás hatását vizsgálták, említik többek között vérnyomáscsökkentő, hipoglikémiás, véralvadásgátló, antimikrobiális májvédő és nehézfém-mérgezés elleni hatását is. Az immunrendszer erősítésének segítségével csökkenti a megfázás és influenza tüneteit, valamint antikarcinogén és kemopreventív tevékenységet is kifejt. Ezek alapján megállapítható, hogy a fokhagyma az egyik legjobb betegségmegelőző növény [1, 7, 8, 9]. A felsorolt élettanilag előnyös hatásokat többek között a fokhagymában található antioxidáns hatású és kéntartalmú vegyületek okozzák [3, 4,

5, 6, 7, 8, 9]. Az élelmiszeripari technológiákban a fokhagyma különböző antioxidáns hatású vegyületeit adalékanyagként használják, amelyek alkalmasak például az avasodás szabályozására, a termékek eltarthatóságának, valamint tápértéküknek a növelésére [2].

A kenyér az ember rendszeres táplálkozásának alapvető élelmiszere. Az ősi időkben a gyűjtögető életmód során a magvakat köveken törték, porították, majd vízzel keverték össze [10], kását és lepényt készítve ezáltal. Egyes országokban ezek az ételek manapság is a mindennapi étkezés részét képezik. A kovász és a sütőkemence alkalmazása négyezer éves múltra tekint vissza. Elsőként az ókori egyiptomiak használták [11, 12]. A kenyérből készítés az egyik legrégebbi emberi tevékenységnek tekinthető, amelyet különböző írásos dokumentumok bizonyítanak [13, 14].

Mivel csupán néhány kutató kísérletezett a fokhagymás kenyér elkészítésével és annak vizsgálatával [15, 16, 17, 18], ezért is tartottuk fontosnak, hogy ezt a terméket előállítsuk, majd megvizsgáljuk beltartalmi jellemzőit.

¹ Debreceni Egyetem Élelmiszertudományi Intézet

ANYAG ÉS MÓDSZER

FOKHAGYMAVIZSGÁLATOK ÉS KENYÉRKÉSZÍTÉS

Vizsgálatainkat fokhagymák (n=7), fokhagyma-krémek (n=4) és granulátumok (n=9) szárazanyag-, összes polifenol-, valamint elemtartalmának a mérésével kezdtük. Ezután mindhárom csoportból kiválasztottunk egy-egy terméket az összes polifenol-tartalom alapján. Ezek felhasználásával egyéni recept alapján különböző fokhagyma-tartalmú kenyereket készítettünk, illetve egy olyan terméket is előállítottunk, amely nem tartalmazott fokhagymát és fokhagymakészítményeket sem (kontroll). A kenyér összetevői: búzaliszt (BL 55), só, étolaj, 10%-os ételecet, 25 °C hőmérsékletű víz, élesztő, kristálycukor, 2,8%-os zsírtartalmú tej. A fokhagymát, a krémet és a granulátumot az **1. táblázat**ban található mennyiségekben adtuk a kenyérhez. A kelesztési idő szobahőmérsékleten 1 óra volt. A formázás után – 10 perc pihentetést követően – a vízzel lekent kenyereket kemencében (RXB 606, Hőlégkeveréses kemence, Budapest, Magyarország) 15 percig sütöttük 210 °C-on, 95%-os relatív páratartalom mellett. A kisült termékeket ezt követően 6 percig a kemencében hagytuk.

Az elkészült kenyerekből a kihülés és szárítás után meghatároztuk az összes polifenol- és elemtartalmat.

SZÁRZANYAG-TARTALOM MEGHATÁROZÁSA

A szárazanyag-tartalmat az MSZ 20501-1:2007-es szabvány előírásai szerint [19] szárítószekrényben

(Memmert UF 75 Universal Oven, Memmert GmbH+Co. KG, Schwabach, Germany) határoztuk meg. Ebben az esetben a mintákat tömegállandóságig szárítottuk és képlet segítségével határoztuk meg azok nedvesség- és szárazanyag-tartalmát.

ÖSSZES POLIFENOL-TARTALOM (TOTAL POLYPHENOL CONCENTRATION - TPC)

A meghatározást Singleton és munkatársai módszere szerint [20] Folin-Ciocalteu-reagens alkalmazásával végeztük. A reagens elkészítéséhez 100 g vízmentes nátrium-wolframátot és 25 g vízmentes nátrium-molibdátot oldottunk fel 700 ml desztillált vízben, amihez 100 ml tömény sósavat és 50 ml 85%-os ortofoszforsavat adtunk. Az oldathoz végül 150 g vízmentes lítium-szulfátot adagoltunk. A reagens akár egy évig is eltartható, ha fénytől és redukáló hatású anyagoktól védve tároljuk.

A vizsgálat során egy 100 ml térfogatú mérőlombikba a desztillált vízzel készített a mintaoldatból 1,00 ml-t mértünk, 60 ml desztillált vízzel felhígítottuk, majd 5,0 ml Folin-Ciocalteu-reagenst adtunk hozzá. A keveréket 5 percig állni hagytuk, majd a reakcióelegyhez 15 ml 25%-os nátrium-karbonát oldatot adtunk, végül desztillált vízzel 100,0 ml-re töltöttük fel. A szín kialakulásához az elegyet 23 °C-on 2 órán át állni hagytuk, majd a kialakult színes vegyület fényelnyelését 1 cm-es küvettában spektrofotométerrel 760 nm-en mértük (Evolution 300 LC, Thermo Electron Corporation, England). Az eredményt mg GAE/100 (gallinsav-egyenérték – Gallic Acid Equivalent) g-ban kaptuk meg.

1. táblázat. Felhasznált fokhagymák és készítmények mennyisége és a használt rövidítések.
Table 1. Amount of used garlic and preparations and abbreviations used.

Név Name	Rövidítések Abbreviations	Fokhagyma (g) Garlic (g)	Krém (g) Paste (g)	Granulátum (g) Granulate (g)
Kontroll minta Control sample	Ko	-	-	-
Fokhagyma 1 Garlic 1	F1	17	-	-
Fokhagyma 2 Garlic 2	F2	34	-	-
Fokhagyma 3 Garlic 3	F3	51	-	-
Krém 1 Paste 1	K1	-	17	-
Krém 2 Paste 2	K2	-	34	-
Krém 3 Paste 3	K3	-	51	-
Granulátum 1 Granulate 1	G1	-	-	17
Granulátum 2 Granulate 2	G2	-	-	34
Granulátum 3 Granulate 3	G3	-	-	51

A mintaelőkészítést Kovács és munkatársai módszere (1996) [21] alapján hajtottuk végre. A vizsgálat során 2 g mintát mértünk be egy 500 ml térfogatú roncsolócsőbe. A mintához 10 ml tömény salétromsavat adtunk. A cső tartalmát 30 percre egy 60 °C-os alumínium roncsolóblokkban előroncsoltuk. Ezt követően a mintához 3 ml hidrogén-peroxidot adtunk és a roncsoló hőmérsékletét 120 °C-ra emelve az anyagot 90 percen át tovább roncsoltuk. A roncsolási idő letelte után az elegyhez 50 ml nagy tisztaságú vizet adtunk, majd MN 640W szűrőn átszűrtük. A minta végső térfogatát 100,0 ml-re állítottuk be. A minták elemtartalmát ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer) (Thermo Scientific iCAP 6300, Cambridge, UK) készüléssel mértük, a következő hullámhosszokon: Ca (317,9 nm), K (766,4 nm), Mg (279,5 nm), Na (589,5 nm), P (185,9 nm), S (180,7 nm). Az ICP készülék gerjesztési energiáját 1200 W-ra állítottuk be.

STATISZTIKA

Az analitikai vizsgálatokat három ismétlésben végeztük el. Az eredmények kiértékeléséhez az SPSS statisztikai szoftvert használtuk (version 13; SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA), amellyel meghatároztuk az átlagot és a szórást. A kapott eredmények közötti statisztikailag igazolható különbségek meghatározására egytényezős varianciaanalízist (Tukey és Dunnett's T3 teszt) alkalmaztunk.

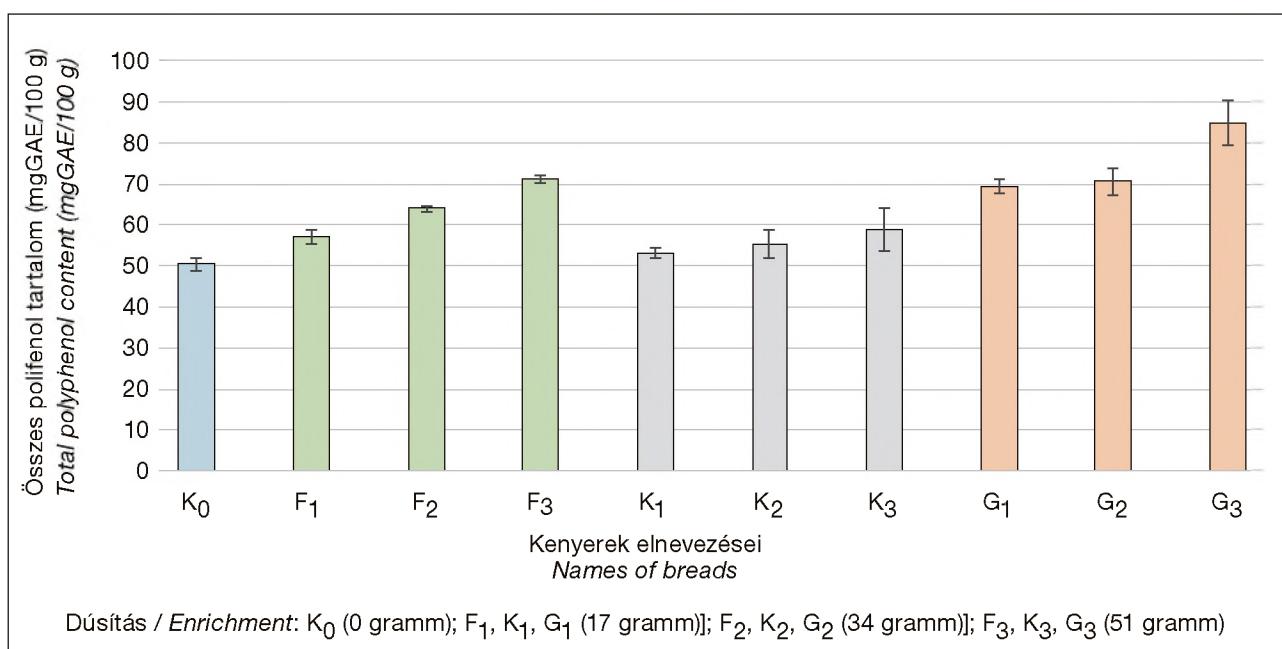
EREDMÉNYEK

A FOKHAGYMA ÉS FOKHAGYMAKÉSZÍTMÉNYEK VIZSGÁLATÁNAK EREDMÉNYEI

A fokhagymakrémek és fokhagymák szárazanyag-tartalma közel azonos volt (34,3-39,9%). A granulátumok esetében ez az érték 94,9 és 97,0% között változott. Ahhoz, hogy az összes polifenol vegyület- és elemtartalom összehasonlítható legyen, az eredményeket szárazanyag-tartalomra átszámolva elemeztük. Ez alapján az összes polifenoltartalom szempontjából a legalacsonyabb értékeket a granulátumok adták (61,9-161 mg GAE/100 g). A krémek esetében viszonylag magasabb értékeket kaptunk (155-260 mg GAE/100 g). A legmagasabb TPC-értéke a fokhagymáknak volt, 295 és 418 mg GAE/100 g között. Elemtartalom szempontjából változó eredményeket kaptunk. Statisztikai szempontból a krémeket minden esetben el tudtuk különíteni a fokhagymáktól, illetve a granulátumoktól. Magnézium, kalcium, kálium és foszfor esetében azonban a granulátumok eredményei nem különböztek a fokhagymák elemtartalmához képest. A termékek kiválasztásánál az összes polifenoltartalmat vettük figyelembe. A kísérlet elvégzéséhez a legmagasabb értékekkel rendelkező fokhagymát és fokhagyma alapú készítményt választottuk ki. Az általunk kiválasztott termékek elemtartalma a következőképp alakult (mg/kg-ban kifejezve):

Fokhagyma: Ca: 408±8; K: 20691±114; Mg: 1032±4; Na: 286±4; P: 4864±100; S: 9730±67;

Fokhagymakrém: Ca: 2191±4; K: 6210±87; Mg: 242±2; Na: 65524±233; P: 1211±4; S: 3332±78; granulátum Ca: 668±8; K: 11957±71; Mg: 848±6; Na: 571±18; P: 4091±51; S: 6906±12.



1. ábra. Fokhagymával és fokhagymakészítményekkel dúsított kenyerek összes polifenol tartalma
Figure 1. Total polyphenol content of bread enriched with garlic and garlic preparations

A KENYEREK VIZSGÁLATÁNAK EREDMÉNYEI

Az elkészült kenyerek szárazanyag-tartalmában nem voltak jelentős különbségek (61,5-71,7%). Ez természetesen a hozzáadott fokhagymától és fokhagyma-készítményektől függött. A 70% körüli értékeket a granulátumos kenyerekben, a további paramétereket pedig az előszárított mintából mértük. Mivel szárazanyag-tartalom szempontjából ezek nem tértek el egymástól számottevően, ezért a mért értékek az előszárított minták eredményei.

ÖSSZES POLIFENOL-TARTALOM EREDMÉNYEI

Az **1. ábrán** látható, hogyan alakult a kenyerek összes polifenol-tartalma: a kontroll kenyér esetében 50 mg GAE/100 g értéket mértünk, a fokhagyma és fokhagyma-készítmények mennyiségének növelésével pedig ennél magasabb összes polifenol-tartalmat kaptunk.

A kontroll kenyérhez képest látható a folyamatos növekedés. A krémes termékek esetében a növekedés mértéke nem volt szignifikáns, azonban a fokhagymás és a granulátumos minták esetében a kontrollhoz képest igazolható különbségek voltak. Az azonos ízesítéseket összevetve a statisztikai eredményeink azt bizonyították, hogy a fokhagymás termékek esetében az F_1 és F_2 ízesítés között szignifikáns eltérés nem volt tapasztalható. Ezzel szemben az F_1 és F_3 , valamint az F_2 és F_3 kenyereknél az összes polifenol-tartalomban igazolható a különbségek. A krémes ízesítésnél és a granulátumos dúsításoknál a koncentráció növekedésével szignifikáns eltérés nem tapasztalható. Az azonos mennyiségű, ám különböző típusú dúsítás esetében statisztikailag igazolható különbség csak két esetben állt fenn, mégpedig a 17 grammal dúsított kenyereknél (F_1 és G_1),

valamint a K_1 és G_1 kenyereknél. Az összes többi esetben nem látható szignifikáns eltérés.

AZ ELEM-TARTALOM VIZSGÁLATÁNAK EREDMÉNYEI

Az elem-tartalom vizsgálati eredményeit a **2. táblázat** tartalmazza. Több elem mérését is elvégeztük, a tanulmányban azonban ezek közül csak a fontosabbakat említjük meg. A kenyerek kalcium tartalma 453 ± 12 és 518 ± 16 mg/kg közötti értéket adott. Ahogyan azt az eredmények is mutatják, a kontroll kenyérhez képest a fokhagymás és a granulátumos kenyerek alacsonyabb kalcium tartalommal rendelkeztek, amelyet a statisztikai elemzés is igazolt. A krémes termékek esetében a kontrollhoz képest igazolható különbség nem állt fenn. Az azonos ízesítéseket összevetve a fokhagymás és a granulátumos minták esetében látható, hogy az alacsonyabb koncentrációt tartalmazó termékek kalcium tartalma magasabb volt a 34 és 51 g-os dúsításokhoz képest, melyet a statisztikai számítások szintén igazoltak. Az F_1 - F_2 , F_1 - F_3 , G_1 - G_2 és G_1 - G_3 kenyereknél kalciumtartalomban szignifikáns különbség volt tapasztalható. A krémes termékek esetében a legnagyobb koncentrációjú dúsításból kaptuk a legmagasabb kalcium tartalmat, amely a kevesebb krémét tartalmazó kenyerekhez képest szignifikáns eltérést mutatott. Az azonos koncentrációkat tekintve a 17 grammos dúsítás esetében a krémes és granulátumos kenyértípusoknál nem tudunk szignifikáns különbséget kimutatni, a többi esetben azonban a statisztikailag igazolható a különbség. A 34 grammos dúsítás esetében kalcium-tartalom szempontjából a minták mindíg elkülönültek. 54 gramm fokhagyma és granulátum hozzáadása során szignifikáns eltérés nem volt tapasztalható, a többi esetben azonban kalciumtartalom szempontjából igazolható különbségek mutatkoztak.

2. táblázat. A fokhagymával és fokhagyma alapú készítményekkel dúsított kenyerek elem-tartalmi eredményei
Table 2. Element results of bread enriched with garlic and garlic preparations

Jelölés és dúsítás marking and enrichment	Ca (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)	P (mg/kg)	S (mg/kg)
K_0 -0 g	510±14	2418±6	285±5	3180±5	1512±4	948±7
F_1 - 17 g	473±2	2359±33	275±2	2283±32	1520±17	988±1
F_2 - 34 g	454±9	2410±54	269±6	2390±36	1514±39	1013±5
F_3 - 51 g	453±12	2528±59	274±8	2383±50	1580±38	1107±20
K_1 - 17 g	493±7	2359±46	268±4	2979±57	1457±23	973±14
K_2 - 34 g	497±6	2445±25	266±4	3467±27	1478±16	1031±3
K_3 - 51 g	518±16	2519±41	260±5	4206±73	1437±25	1053±20
G_1 - 17 g	488±4	2461±57	279±5	2273±53	1546±33	1045±25
G_2 - 34 g	472±8	2711±1	286±3	2232±2	1636±11	1191±5
G_3 - 51 g	467±4	2784±9	289±3	2075±2	1680±12	1264±18

Eltérés a káliumtartalom eredményeiben is tapasztalható. A kontrollhoz képest az F_1 , F_2 , K_1 , K_2 és G_1 kenyerek voltak azok, amelyek esetében nem tapasztaltunk szignifikáns eltérést. A többi esetben káliumtartalom szempontjából igazolható a különbségek. Azonos ízesítéseknél azt tapasztaltuk, hogy az F_1 - F_2 között nem tapasztalható szignifikáns különbség, a többi minta esetében azonban igazolható a különbségek. Az azonos koncentrációk alkalmazása során káliumtartalom esetében azonos tendencia mutatkozik meg. Eredményeink alapján elmondható, hogy szignifikáns eltérés csak a fokhagymás és a krémes kenyerek eredményei között nem volt igazolható.

Termékeink magnéziumtartalmát tekintve a kontrollhoz képest a fokhagymás és a krémes kenyerek eredményei szignifikánsan eltértek, míg a granulátummal dúsított minták hasonló értékekkel rendelkeztek. Az azonos ízesítéseknél a fokhagymás és a krémes termékeknél nem volt statisztikailag igazolható különbség. A granulátumos kenyereknél magnéziumtartalom tekintetében a G_1 - G_3 minta eredményei különültek el. Az azonos koncentrációkat tekintve a legalacsonyabb dúsítások esetében a krémes és a granulátumos, 34 gramm alkalmazásánál a fokhagymás és a granulátumos, a krémes és a granulátumos kenyerek esetében pedig - a legnagyobb koncentrációkat alkalmazva - minden esetben szignifikáns különbségek mutatkoztak a termékek magnéziumtartalma között.

Nátriumtartalom esetében – ahogyan az az eredményekből is látható – a kenyerek a kontrollhoz képest minden esetben elkülönültek. Az azonos ízesítések nátriumtartalmát vizsgálva látható és statisztikailag is igazolható, hogy a fokhagymával dúsított kenyereknél a 34 és 51 grammos kezelés között nem tapasztalható szignifikáns eltérés, az első koncentráció alkalmazása azonban a többihez képest igazolható különbséget eredményezett. A krém használata során az összes koncentráció között eltérést tapasztaltunk. A koncentráció növekedésével emelkedett a nátriumtartalom is. A granulátumos minták esetében a G_1 és a G_2 között azok nátriumtartalmát tekintve nem volt eltérés, minden más esetben azonban szignifikáns különbség mutatkozott. Azonos koncentrációk alkalmazásánál azt tapasztaltuk, hogy a 17 grammos dúsításnál a fokhagymás és a granulátumos minták között nincs igazolható különbség, az összes többi esetben azonban eltérés mutatkozott.

A kenyerek foszfortartalma a következőképpen alakult: a kontroll kenyérhez képest az F_3 , K_1 , K_3 , G_2 és a G_3 kenyerek jelentős eltérést mutattak. Az azonos ízesítések esetében a fokhagymás termékeknél az F_1 és az F_2 mintáknál, továbbá a krémes dúsításoknál szignifikáns eltérés nem volt kimutatható. Minden más esetben a foszfortartalomban igazolható különbség mutatkozott. Azonos koncentrációk alkalmazása mellett eltérés csupán két esetben nem

volt tapasztalható: a legkisebb dúsításnál az F_1 és a G_1 , továbbá a 34 grammos kezelésnél az F_2 és a K_2 mintáknál. A többi kenyérnél és koncentrációnál szignifikáns eltérést mutattunk ki.

Kéntartalom esetében a kontrollhoz képest az összes minta eltérést mutatott. Azonos dúsítások alkalmazásánál a fokhagymás és a granulátumos kezelésnél minden esetben szignifikáns eltérést tapasztaltunk. A krémes kenyerek esetében a kéntartalomban csak a K_2 és a K_3 esetében nem volt igazolható különbség. Azonos koncentrációk alkalmazása mellett két esetben nem volt szignifikáns eltérés: 17 grammos dúsítás esetében az F_1 és a K_1 , 34 grammos kezelésnél pedig az F_2 és a K_2 minták esetében.

KÖVETKEZTETÉSEK

Vizsgálatainkat fokhagymák és fokhagymaalapú készítmények vizsgálatával kezdtük; összes polifenoltartalmuk alapján ezek közül egy fokhagymát, egy fokhagymakrémet és egy fokhagymagranulátumot választottunk ki. Az itt felsorolt összetevőket különböző koncentrációkban alkalmazva kenyereket sütöttünk. A dúsított termékek mellett kontroll mintát is készítettünk. Célunk az volt, hogy olyan kenyereket állítsunk elő, amelyeknek megnöveljük antioxidáns hatású vegyületeit, valamint a dúsítási eljárás során elemtartalmi változásokat érjünk el. Vizsgálati eredményeink alapján megállapítottuk, hogy az összes polifenoltartalmat tekintve a kontroll kenyérhez képest a fokhagymás és a granulátumos kenyerek mutattak szignifikáns eltérést. Elemtartalom szempontjából a kontrollhoz képest minden esetben a legnagyobb mennyiséget tartalmazó fokhagymás kenyér mutatott eltérést. Ennél a terméknél a kalcium-, magnézium- és nátriumtartalom csökkent, a kálium, foszfor és kén mennyisége azonban nőtt. A granulátumos kenyerek esetében a 34 és 51 grammos dúsítások voltak azok, amelyek – a magnéziumtartalmat leszámítva – mind TPC-ban, mind elemtartalomban szignifikánsan eltértek a kontrollhoz képest. Eredményeink alapján ezért leginkább a fokhagymás és a granulátumos kenyerek fogyasztását ajánljuk, hiszen ízben és illatban egyaránt különleges termékeket sikerült készíteni. A fokhagymakrémmel készített kenyerek nátriumtartalma magasabb volt a többi termékhez képest, ami a krémelek gyártása során hozzáadott sónak köszönhető. A szokványosnál nagyobb nátriumklorid-tartalom azonban aggályos lehet, mert az élelmiszereket fogyasztók többségére egyébként is a magas nátriumbevitel jellemző, pedig a túlzott konyhasó-bevitel szív- és érrendszeri kockázattal járhat. Ennek a kenyértípusnak az elkészítését és a fogyasztását éppen ezért csak kis mértékben ajánljuk. Úgy véljük azonban, hogy a vizsgálat során kitűzött célt sikerült megvalósítanunk, és ezt a vizsgálatok eredményei is igazolták.