

Különböző fűszerekkel dúsított kenyerek makroelem tartalmának meghatározása és hozzájárulásuk a táplálkozási referencia értékhez

Kulcsszavak: fűszerek, kenyér, dúsítás, makroelem, táplálkozási referenciaérték (NRV)

1. ÖSSZEFOGLALÁS

Az élelmiszerek dúsításával számos tanulmány foglalkozik, hiszen napjainkra központi kérdéssé vált a funkcionális élelmiszerek előállítása, vizsgálata és fogyasztása. A kenyér egyik fontos alapélelmiszerünk, és rendszeresen fogyasztunk különböző fűszereket is. A kenyér tartalmazhat fűszereket. Munkánk során különböző fűszereket, különböző mennyiségben tartalmazó kenyérreceptet dolgoztunk ki. Ebben a vizsgálatban hét fűszer (bazsalikom, kapor, oregánó, kömény, metélőhagyma, rozmaring és fokhagyma granulátum) és 42 dúsított kenyér makroelem tartalmát határoztuk meg induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrométerrel (ICP-OES), valamint kiszámoltuk, hogy milyen mértékben járulnak hozzá a táplálkozási referencia értékhez (NRV – Nutrient Reference Value). A mért koncentrációk alapján az általunk alkalmazott fűszerekben más tanulmányok értékéhez képest magasabb elemtartalmat mutattunk ki. Kiemelkedő eredményeket határoztunk meg a bazsalikomban, kaporban, oregánóban és metélőhagymában.

¹ Debreceni Egyetem, Élelmiszertudományi Intézet

2. Bevezetés

A tudatos élelmiszerfogyasztók felismerték és elfogadták, hogy az „egészségesebb” élelmiszerek fogyasztása megelőzhet bizonyos betegségeket (Az „egészségesebb” élelmiszer kifejezés megtévesztő lehet, mert az EU jogszabályai szerint „egészségtelen” élelmiszert közfogyasztásra bocsájtani tilos. Jelen esetben elfogadom, hogy ez a kifejezés inkább pozitív középfontot jelent. A Szerk.). A kutatók mellett az ipar is törekszik az „egészségesebb” élelmiszerek fejlesztésére és előállításra [1, 2]. A kenyér és a pékáruk fontos szerepet töltenek be az emberi táplálkozásban. A búzakenyér általában hatékony energiaforrás, és pótolhatatlan tápanyagokat tartalmaz. E termékek funkcionális komponensekkel való dúsítása széles körben elterjedt az egészségvédelem javítása érdekében [3]. Ilyen komponensek például a fűszerek és fűszernövények [1, 2], továbbá a gabonafélék melléktermékei, a pseudo-gabonafélék, a zöldség- vagy gyümölcsstermékek [3].

Több közleményben olvashatunk a kenyerek dúsításáról különféle anyagokkal, melyet Varga-Kántor és munkatársai [4] is részleteztek.

A dúsított kenyerek táplálkozás-élettani szempontból értékesebbek egy egyszerű kenyérnél, hiszen olyan összetevőket tartalmaznak, amelyek jótékony hatással vannak az egészségre. Ilyenek például a fűszer- és gyógynövények.

Ezeket a növényeket, amelyek egyaránt fontosak a gyógyszeriparban és a gasztronómiában az emberek régóta használják. Erős, koncentrált illattal és ízzel rendelkeznek, így nagy mennyiségű fűszernövény elfogyasztása akár kedvezőtlen érzékszervi hatású lehet [5]. Az általunk alkalmazott fűszereket és hatóanyagait több betegség kezelésére is használják. Ilyen irányú felhasználásukról számos tudományos könyv és tanulmány számol be.

A kísérleti programunkban mért és felhasznált fűszerekről az alábbi forrásokban lehet részletes leírást találni: Pushpagadan [6], Kurian [7], Peter [8], Charles [9], Gupta [10], Kintzios [11], Chen [12], Sasikumar [13], Pandey [14]. Ezek a művek a fűszerek eredetét, az emberre gyakorolt élettani hatásait és történetét ismertetik.

A magas antioxidáns és betegségmegelőző hatású vegyületeket tartalmazó fűszerek magas elemtartalommal rendelkeznek, ami a kiegyensúlyozott táplálkozás és életvitel szempontjából fontos. Az **1. táblázat** más szerzők méréseit tartalmazza ezekre a paraméterekre.

1. táblázat. A vizsgált fűszerek makroelem tartalma más kutatók közleményeiben (mg/kg)

Fűszerek	Ca	K	Mg	Na	P	S
Bazsalikom	22600-24800 ⁽¹⁵⁾ ; 12363 ⁽¹⁶⁾ ; 15759 ⁽¹⁸⁾ ; 10481-10712 ⁽¹⁹⁾ ; 22400 ⁽²¹⁾	24811 ⁽¹⁶⁾ ; 27669 ⁽¹⁸⁾ ; 8708-8726 ⁽¹⁹⁾ ; 26300 ⁽²¹⁾	6150-6810 ⁽¹⁵⁾ ; 5738 ⁽¹⁶⁾ ; 3130 ⁽¹⁸⁾ ; 2193-2197 ⁽¹⁹⁾ ; 7110 ⁽²¹⁾	20.7 ⁽¹⁶⁾ ; 2894 ⁽¹⁸⁾ ; 78.9-83.1 ⁽¹⁹⁾ ; 760 ⁽²¹⁾	4960 ⁽¹⁶⁾ ; 8259 ⁽¹⁸⁾ ; 2740 ⁽²¹⁾	1923 ⁽¹⁶⁾
Kapor	11750 ⁽¹⁶⁾ ; 17800 ⁽¹⁷⁾ ; 17840 ⁽²¹⁾	35723 ⁽¹⁶⁾ ; 72000 ⁽¹⁷⁾ ; 33080 ⁽²¹⁾	4628 ⁽¹⁶⁾ ; 19940 ⁽¹⁷⁾ ; 4510 ⁽²¹⁾	477 ⁽¹⁶⁾ ; 4800 ⁽¹⁷⁾ ; 2080 ⁽²¹⁾	1745 ⁽¹⁶⁾ ; 14600 ⁽¹⁷⁾ ; 5430 ⁽²¹⁾	5699 ⁽¹⁶⁾ ; 24 ⁽¹⁷⁾
Oregánó	10600-11200 ⁽¹⁵⁾ ; 10473 ⁽¹⁶⁾ ; 15970 ⁽²¹⁾	19625 ⁽¹⁶⁾ ; 12600 ⁽²¹⁾	1910-2150 ⁽¹⁵⁾ ; 3268 ⁽¹⁶⁾ ; 2700 ⁽²¹⁾	21.2 ⁽¹⁶⁾ ; 250 ⁽²¹⁾	1609 ⁽¹⁶⁾ ; 1480 ⁽²¹⁾	1947 ⁽¹⁶⁾
Fűszer-kömény	6781 ⁽¹⁶⁾ ; 6890 ⁽²¹⁾	5343 ⁽¹⁶⁾ ; 13510 ⁽²¹⁾	2313 ⁽¹⁶⁾ ; 2580 ⁽²¹⁾	4.74 ⁽¹⁶⁾ ; 170 ⁽²¹⁾	1853 ⁽¹⁶⁾ ; 5680 ⁽²¹⁾	738 ⁽¹⁶⁾
Metélő-hagyma	9260-9490 ⁽¹⁶⁾ ; 8130 ⁽²¹⁾	26900 ⁽²¹⁾	2960-3260 ⁽¹⁵⁾ ; 6400 ⁽²¹⁾	700 ⁽²¹⁾	5180 ⁽²¹⁾	nincs adat
Rozmaring	10899 ⁽¹⁶⁾ ; 8605 ⁽¹⁸⁾ ; 8309-8417 ⁽¹⁹⁾ ; 12800 ⁽²¹⁾	9356 ⁽¹⁶⁾ ; 11116 ⁽¹⁸⁾ ; 5620-5740 ⁽¹⁹⁾ ; 9550 ⁽²¹⁾	3688 ⁽¹⁶⁾ ; 2407 ⁽¹⁸⁾ 869-887 ⁽¹⁹⁾ ; 2200 ⁽²¹⁾	25.6 ⁽¹⁶⁾ ; 4893 ⁽¹⁸⁾ ; 298-303 ⁽¹⁹⁾ ; 500 ⁽²¹⁾	418 ⁽¹⁶⁾ ; 8205 ⁽¹⁸⁾ ; 700 ⁽²¹⁾	1030 ⁽¹⁶⁾
Fokhagyma granulátum	668 ⁽¹⁹⁾ ; 790 ⁽²⁰⁾	11957 ⁽²⁰⁾ ; 11930 ⁽²¹⁾	848 ⁽²⁰⁾ ; 770 ⁽²¹⁾	571 ⁽²⁰⁾ ; 600 ⁽²¹⁾	4091 ⁽²⁰⁾ ; 4140 ⁽²¹⁾	6906 ⁽²⁰⁾

Míg Barin és munkatársai [15] és az USDA [21] 22.000 mg/kg, a többi szerző 10.000 és 15.000 mg/kg kalcium koncentrációt mért a bazsalikomban. A kapor esetében Rahmatollah és Mahbobeh [17] valamint az USDA [21] eredményei hasonlóak voltak, míg Özcan [16] alacsonyabb koncentrációt mért. Az USDA adatbázisa [21] magasabb kalciumtartalmat adott meg oregánó esetében, mint Barin és munkatársai [15] és Özcan [16]. A fűszerkömény kalciumtartalma hasonló volt [16, 21], míg a metélőhagyma esetében [15, 21] 1.000 mg/kg különbség volt. A rozmaringot vizsgálva az eredményekből látható, hogy két szerző hasonló, körülbelül 8.000 mg/kg-os eredményt mért [18, 19], a másik két esetben azonban magasabb kalciumtartalmat határoztak meg [16, 21]. A fokhagyma granulátum esetében nem volt szignifikáns különbség a mért koncentrációk között [20, 21].

A káliumtartalom esetében a legmagasabb koncentrációt a kaporban mérték. Két szerző 34.000 mg/kg-hoz közeli káliumtartalmat határozott meg [16, 21], de Rahmatollah és Mahbobeh [17] értékei ennél kétszer magasabbak voltak. A bazsalikom esetében három szerző 24.000 mg/kg feletti koncentrációt mért [16, 18, 21], azonban Ozygit és munkatársai [19] csak 8.000 mg/kg káliumtartalmat mértek. Az oregánó esetében a mért paraméter értékei 12.000 és 19.000 mg/kg között voltak. A kömény esetében a kapott eredmények jelentősen eltértek. A metélőhagymában az USDA adatbázisa [21] több mint 26.000 mg/kg káliumtartalmat írt le. A rozmaring kálium koncentrációja két esetben [16, 21] hasonló volt. Ozygit és munkatársai [19] ettől kisebb értéket mértek, míg Özcan [16] körülbelül 2.000 mg/kg-mal magasabbat. A fokhagyma granulátum eredményeiben nem volt jelentős eltérés.

A magnéziumtartalom eredményeit vizsgálva minden fűszer esetében jelentős eltérések mutatkoztak a kutatók által mért, és közzétett koncentrációkban. A meghatározott értékek a fokhagyma granulátum kivételével ezres nagyságrendűek voltak.

Hasonló tendencia figyelhető meg a nátriumtartalomnál is, mivel a mért koncentrációk jelentősen eltérnek a vizsgálatokban.

Foszfor esetében a szerzők hasonló értékeket mértek az oregánónál, valamint a fokhagyma granulátumnál. A többi fűszernövénynél jelentős, akár ezres nagyságrendű eltérések is voltak a szerzők eredményei között.

A fűszerek kéntartalmánál látható, hogy a kaporban igen eltérő koncentrációkat határoztak meg, valamint a fokhagyma granulátum igen magas értékkel rendelkezett.

3. Anyag és módszer

3.1. A kenyerek elkészítése

Ebben a vizsgálatban hét szárított fűszer (bazsalikom, kapor, oregánó, fűszerkömény, metélőhagyma, rozmaring és fokhagyma granulátum) és 42 dúsított kenyér makroelem tartalmát határoztuk meg.

A termékek alapanyagait egy debreceni szupermarketekben szereztük be. A fűszerek vizsgálata után a kenyereket Varga-Kántor és munkatársai [4] és Kántor és munkatársai [20] receptje alapján készítettük el.

Ezek a minták különböző koncentrációban tartalmaztak szárított fűszereket (0, 2, 4, 6, 8, 10 és 12 g). A további összetevők: 500 g búzaliszt (BL 55), 8 g 10%-os ecet, 44 g napraforgóolaj, 5 g só, 5 g kristálycukor, 30 g élesztő, 150 ml tej (2,8% zsír) és 25 °C-os, 100 ml víz. Az összetevőket szobahőmérsékleten, eredeti csomagolásukban, sötétben vagy hűtőben tároltuk a termékek elkészítéséig. A dagasztás után a kelesztési idő szobahőmérsékleten 1 óra volt. A következő lépés a kenyerek formázása és egy tízperces pihentetés volt. A kenyereket légkeveréses sütőben, 210 °C-on, 95%-os páratartalom mellett 15 percig sütöttük (RXB 606, légkeveréses sütő, Budapest, Magyarország). Sütés után a termékeket 6 percig a sütőben hagytuk.

3.2. Az elemtartalom meghatározása

A fűszerek esetében a boltban vásárolt mintákat nem szárítottuk ki, de a kenyereket az MSZ 20501-1 [22] szerint szárítottuk. A minták előkészítését Kovács és munkatársai [23] módszere alapján végeztük. A kenyerek roncsolócsőbe történő bemérése után, 10 ml salétromsavat (69% v/v; VWR International Ltd., Radnor, USA) adtunk a mintákhoz, majd egy éjszakán át állni hagytuk. Az előroncsolást 60 °C-on 30 percig végeztük. Kihűlés után, a főroncsolás előtt 3 ml hidrogén-peroxidot (30% v/v; VWR International Ltd., Radnor, USA) használtunk, majd a mintákat 120 °C-on tartottuk 90 percig. Lehűlés után nagy tisztaságú vízzel történő hígítást végeztünk (Millipore SAS, Molsheim, Franciaország) majd szűrőpapíron (388, Sartorius Stedim Biotech SA, Gottingen, Németország) leszűrtük az elegyet. Az elemtartalmat ICP-OES (Induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrométer, Thermo Scientific iCAP 6300, Cambridge, UK) segítségével határoztuk meg. Az alkalmazott hullámhosszok a következők voltak: Ca (315.8 nm), K (769.8 nm), Mg (280.2 nm), Na (818.3 nm), P (185.9 nm) és S (180.7 nm).

3.3. Statisztikai elemzés

Az eredményekből átlagot, szórást, valamint a statisztikailag igazolható különbségek meghatározására egytényezős varianciaanalízist (Tukey és Dunnett's T3 teszt) alkalmaztunk SPSS statisztikai szoftverrel (version 13; SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA). A vizsgálatokat három ismétlésben végeztük.

3.4. Napi beviteli érték számítása napi beviteli referencia értékéből (NRV)

Az NRV értékeket az 1169/2011-es rendelet [24] valamint az EFSA tudományos közleménye [25] tartalmazza. Az adatokat százalékban tüntettük fel 100 g termékre vonatkoztatva, mely körülbelül 1,5 szelet kenyér elfogyasztását jelenti. Ez az alábbi képlettel számítható ki:

$$NRV(\%) = (\text{kenyerek elemtartalma/napi referencia bevitel}) \times 100$$

Nátrium esetében 2000 mg a napi referenciabevitel [25], míg kén esetében nem találtunk erre vonatkozó adatot.

4. Eredmények és értékelésük

4.1. A fűszerek elemtartalmának mérési eredményei

Az általunk vizsgált fűszernövények makroelem-tartalmának eredményeit a **2. táblázatban** közöljük. Az értékeket eredeti anyagokra vonatkoztatva adtuk meg.

A legnagyobb kalciumkoncentrációt a bazsalikom esetében mértük, melyet a metélőhagyma követett. Hasonló volt a mért érték a kaporban és az oregánóban. A rozmaringnál több mint 10.000 mg/kg értéket határoztunk meg, míg a fűszerkömény esetén a koncentráció magasabb volt, mint 6.000 mg/kg. A legalacsonyabb kalciumtartalmat a fokhagyma granulátumban mértük.

2. táblázat. A vizsgált fűszerek makroelemtartalma eredeti anyagra vonatkoztatva (mg/kg)

Fűszer	Ca	K	Mg	Na	P	S
Bazsalikom	21389±871	26862±590	7650±372	695±18	3816±88	2596±77
Kapor	15033±482	21583±942	3595±95	8508±213	3286±22	7564±74
Oregánó	14171±220	9071±60	2086±3	62,2±5,4	1400±0	1545±5
Fűszerkömény	6225±1	12416±22	2987±0	23,4±0,1	6604±21	1794±11
Metélőhagyma	17717±124	16718±78	1972±27	36,3±7,6	3224±13	3686±93
Rozmaring	10491±99	7551±337	2368±66	97,5±16,8	531±18	1213±6
Fokhagyma granulátum	411±17	13056±329	758±28	422±14	4265±60	7137±314

A káliumtartalom esetében szintén kimagasló eredménye volt a bazsalikomnak és a kapornak. A fűszerköményben, metélőhagymában és a fokhagyma granulátumban a koncentrációk 10.000 mg/kg fölött voltak. Az oregánó és rozmaring fűszernövények mutatták a legalacsonyabb értékeket a vizsgált növények között.

A legmagasabb magnéziumtartalmat a bazsalikomban mértük, melynek kétszer nagyobb volt a koncentrációja, mint a kapornak, mely szintén magas értékkel rendelkezett a többi vizsgált mintához képest. 2.000-3.000 mg/kg közötti eredményt mutatott az oregánó, fűszerkömény, metélőhagyma és a rozmaring. A legalacsonyabb magnéziumtartalom a fokhagyma granulátumban volt.

Kiemelkedő nátriumtartalmat a kaporban mértünk, azonban a többi mintánál a koncentrációk igen alacsonyak voltak. Több, mint 100 mg/kg-os eredményt kaptunk a bazsalikom és a fokhagyma granulátum mintákban. A többi esetben 100 mg/kg alatti értékeket mértünk.

A foszfortartalomnál a fűszerkömény koncentrációja volt a legmagasabb, melyet a fokhagyma granulátum követett. 3.000-4.000 mg/kg közötti értékeket mértünk a bazsalikom, kapor és metélőhagyma esetében. A legalacsonyabb koncentrációja a rozmaringnak volt.

A kéntartalom meghatározása során minden mintánál több mint 1.000 mg/kg-os koncentrációt mértünk. Hasonlóan kiemelkedő értékeket kaptunk a kapor és fokhagyma granulátum esetében, melyet több mint 3.000 mg/kg-os koncentrációval követett a metélőhagyma minta. A többi fűszernél a bazsalikom kivételével 1.000 és 2.000 mg/kg közötti kéntartalmat detektáltunk.

Az **1. táblázat** eredményeit összevetve az általunk mért koncentrációkkal megállapítottuk, hogy vizsgálataink során magasabb eredményeket kaptunk a metélőhagyma kalcium-, valamint a kapor és a fűszerkömény kéntartalmában, továbbá alacsonyabb értékeket mértünk a kapor, oregánó és metélőhagyma kálium-, és a metélőhagyma foszfortartalmában. A mért koncentrációkból azonban arra következtethetünk, hogy a kapott eredmények hasonlóak a többi tanulmányban említett értékekkel, kivéve a nátriumtartalomra vonatkoztatott adatokat. Ebben az esetben ugyanis a szakirodalmi adatoktól jelentősen eltérő eredményeket láthatunk.

4.2. A fűszerrel dúsított kenyerek mérési eredményei

A kenyereket előre meghatározott recept alapján [4, 20] készítettük el, melyeknél szintén készültek fűszert nem tartalmazó minták. Ennek eredményei alapján megállapítottuk, hogy a szakirodalmi adatokhoz hasonlóak voltak a kontroll kenyerek mért paraméterei (Ca: 476; K: 2.200; Mg: 260; Na: 2585; P: 1478 és S: 1008 mg/kg [4]; Ca: 510; K: 2418; Mg: 285; Na: 3180; P: 1512 és S: 948 mg/kg [20]), kivéve a nátriumtartalmat.

Az eredményeket szárazanyag-tartalomra vonatkoztatva adtuk meg (3., 4. és 5. táblázat). A táblázatokban az „a” jelölés mutatja a szignifikáns eltérést a kontroll mintától oszloponként.

4.2.1. Kalciumtartalom eredményei

A dúsított kenyerek kalciumtartalmát a **3. táblázat** mutatja be. A fűszerek hozzáadása a legtöbb esetben növelte a dúsított kenyerek elemtartalmát. A legnagyobb növekedést a bazsalikomos kenyerek esetében tapasztaltuk. Ebben az esetben a különbség a kontrollmintához képest több mint 500 mg/kg volt. A kaporot, metélőhagymát és rozmaringot tartalmazó kenyerek körülbelül 300 mg/kg különbséget mutattak a kontroll és a 12 g fűszerekkel dúsított kenyér között. Az oregánóval és köménnyel dúsított kenyerek többlet-értéke kisebb, 100-200 mg/kg körüli volt.

Bár az oregánó kalciumtartalma meghaladta a 10.000 mg/kg-ot, a dúsított kenyérben nem tapasztaltunk olyan mértékű növekedést, mint a hasonló kalciumtartalmú fűszerek használatakor.

A legalacsonyabb kalciumtartalmat a fokhagyma granulátumos kenyérben határoztuk meg, amely 12 g fűszert tartalmazott. A többi minta a kontrollhoz képest szignifikáns eltéréseket mutatott.

4.2.2. Kálium tartalom eredményei

A vizsgált minták káliumtartalmát szintén a **3. táblázat** tartalmazza. Az eredmények alapján az látszik, hogy a bazsalikom és a kapor hozzáadása növelte meg leginkább a kenyerek káliumkoncentrációját. A 12 g köménnyel dúsított kenyerek esetében mintegy 300 mg/kg eltérést tapasztaltunk a kontroll mintához képest. A többi esetben a különbség alig volt több, mint 200 mg/kg.

A káliumtartalom tekintetében a legnagyobb növekedést a bazsalikomos és a kapos kenyerek, majd a köményes, oregánós és fokhagyma granulátumos termékminták követték. A legalacsonyabb értékeket minden esetben a rozmaringos és a metélőhagymás kenyerekben mértük. Ez a különbség valószínűleg már a kontroll kenyerekben való eltérésnek köszönhető.

3. táblázat. A vizsgált fűszeres kenyerek kalcium és kálium tartalma (mg/kg), valamint a napi hozzájárulás 100 g termékre vetítve ($p=0,01\%$; „a”-a jelölés a kontrolltól való eltérést jelenti oszloponként)

Fűszer mennyisége (g)	Bazsalikom		Kapor		Oregánó		Fűszerkömény	
	Ca (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	K (mg/kg)
0	452±37	2229±56	469±27	2190±67	461±12	2232±40	433±14	2290±57
NRV (%)	5,65	11,1	5,86	10,9	5,76	11,2	5,41	11,5
2	554±21	2293±48	515±7	2311±6	488±18	2201±64	447±10	2335±35
NRV (%)	6,93	11,5	6,44	11,6	6,10	11,0	5,59	11,7
4	666±9a	2488±9a	566±20a	2451±54a	555±5	2363±42	475±18	2371±70
NRV (%)	8,33	12,4	7,08	12,3	6,94	11,8	5,94	11,8
6	740±37a	2586±55a	602±6a	2449±44a	653±52a	2413±25a	520±24a	2577±53a
NRV (%)	9,25	12,9	7,53	12,2	8,16	12,1	6,50	12,9
8	828±36a	2751±89a	700±20a	2692±36a	666±42a	2374±17	520±7a	2532±53a
NRV (%)	10,4	13,8	8,75	13,5	8,33	11,9	6,50	12,7
10	903±23a	2859±32a	747±31a	2762±46a	748±50a	2469±80a	547±33a	2543±130a
NRV (%)	11,3	14,3	9,34	13,8	9,35	12,3	6,84	12,7
12	1008±41a	2856±68a	787±33a	2872±60a	714±24a	2456±3a	555±24a	2614±37a
NRV (%)	12,6	14,3	9,84	14,4	8,93	12,3	6,94	13,1

A 3. táblázat folytatása

Fűszer mennyisége (g)	Metélőhagyma		Rozmaring		Fokhagyma granulátum	
	Ca (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	K (mg/kg)
0	497±7	1976±14	519±17	1980±40	498±5	2144±24
NRV (%)	6,21	9,89	6,49	9,90	6,23	10,7
2	555±15a	1991±26	597±6	2069±37	493±8	2181±38
NRV (%)	6,94	9,95	7,46	10,3	6,16	10,9
4	595±14a	2058±36	628±10a	2076±12	483±3	2206±35
NRV (%)	7,44	10,3	7,85	10,4	6,04	11,0
6	660±13a	2125±36a	680±15a	2145±54a	474±2a	2217±16
NRV (%)	8,25	10,6	8,50	10,7	5,93	11,1
8	720±6a	2141±24a	713±41a	2149±40a	462±9a	2232±8
NRV (%)	9,00	10,7	8,91	10,7	5,78	11,2
10	745±12a	2132±10a	773±9a	2177±45a	481±9	2389±51a
NRV (%)	9,31	10,7	9,66	10,8	6,01	11,9
12	799±12a	2196±23a	826±47a	2211±28a	454±2a	2367±39a
NRV (%)	9,99	11,0	10,33	11,1	5,68	11,8

4.2.3. A magnéziumtartalom eredményei

A kenyerek magnéziumtartalmáról szóló adatokat a **4. táblázatban** közöltük. A fűszerekben a legmagasabb értékeket a bazsalikom és a kapor esetében mértük, ami befolyásolta a kenyerek magnéziumtartalmát. A mintákat vizsgálva a legmagasabb magnéziumtartalmat a bazsalikommal dúsított termékekben határoztuk meg. Ez volt a legnagyobb eltérés (200 mg/kg) a kontroll és a 12 g fűszert tartalmazó minták között. Ezt az eredményt követték a kaporral dúsított kenyerek. A köményes és a rozmaringos termékek hasonló tendenciát mutattak, maximum 60 mg/kg-os eltéréssel, a legtöbb fűszert tartalmazó minta és a kontroll között. Az oregánós kenyerek esetében a növekedés mértéke 40 mg/kg volt a legtöbb fűszert tartalmazó kenyérben a kontroll termékhez képest. Azoknál a fűszereknél, ahol a magnéziumtartalom 2000 mg/kg alatt volt, nem volt szignifikáns különbség a dúsított kenyerekben. Az azonos fűszermennyiséget figyelembe véve minden esetben a bazsalikommal dúsított kenyerekben mértük a legmagasabb értékeket. A legalacsonyabb koncentrációt a fokhagyma granulátumos és metélőhagymás kenyerekben mutattuk ki.

4. táblázat. A vizsgált fűszeres kenyerek magnézium és nátrium tartalma (mg/kg), valamint a napi hozzájárulás 100 g termékre vetítve ($p=0,01\%$; „a”-a jelölés a kontrolltól való eltérést jelenti oszloponként)

Fűszer mennyisége (g)	Bazsalikom		Kapor		Oregánó		Fűszerkömény	
	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)
0	254±15	2663±78	264±12	2698±108	271±4	2497±45	267±4	2483±29
NRV (%)	6,77	13,3	7,04	13,5	7,23	12,5	7,12	12,4
2	285±4	2612±18	274±1	2670±11	267±5	2443±51	278±3	2391±33
NRV (%)	7,60	13,1	7,31	13,4	7,12	12,2	7,41	11,9
4	327±4a	2810±21	290±8	2721±47	292±5	2450±44	289±7	2439±57
NRV (%)	8,72	14,1	7,73	13,6	7,78	12,3	7,71	12,2
6	352±12a	2713±61	293±3	2738±48	308±9a	2440±32	314±11a	2507±95
NRV (%)	9,38	13,6	7,81	13,7	8,21	12,2	8,37	12,5
8	387±22a	2781±110	322±9a	2884±65	303±6a	2379±32	312±3a	2458±44
NRV (%)	10,3	13,9	8,59	14,4	8,08	11,9	8,32	12,3
10	414±4a	2813±43	327±9a	2887±51	319±13a	2412±73	320±17a	2382±123
NRV (%)	11,0	14,1	8,72	14,4	8,51	12,1	8,53	11,9
12	444±13a	2710±75	339±12a	3033±97a	309±3a	2376±17	328±8a	2478±49
NRV (%)	11,8	13,6	9,04	15,2	8,24	11,9	8,74	12,4

A 4. táblázat folytatása

Fűszer mennyisége (g)	Metélőhagyma		Rozmaring		Fokhagyma granulátum	
	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)
0	256±2	2432±13	262±7	2828±46	257±3	2507±51
NRV (%)	6,82	12,2	6,99	14,1	6,85	12,5
2	255±3	2512±57	284±5	3011±59	259±5	2513±51
NRV (%)	6,80	12,6	7,57	15,1	6,91	12,6
4	258±3	2524±23	288±3	3053±40a	259±1	2595±38
NRV (%)	6,88	12,6	7,68	15,3	6,91	12,9
6	264±4	2567±64	302±7a	3165±74a	255±1	2546±11
NRV (%)	7,04	12,8	8,05	15,8	6,80	12,7
8	265±5	2444±39	305±11a	3242±25a	252±2	2455±11
NRV (%)	7,07	12,2	8,13	16,2	6,72	12,3
10	257±3	2398±18	318±5a	3050±75a	262±4	2598±73
NRV (%)	6,85	11,9	8,48	15,3	6,99	13,0
12	264±3	2317±43	329±11a	3113±68a	252±2	2453±23
NRV (%)	7,04	11,6	8,77	15,6	6,72	12,3

4.2.4. A nátrium tartalom eredményei

Az elkészített termékek nátriumtartalmára vonatkozó adatok a **4. táblázatban** láthatók. A mintákat tekintve a mért értékek 2.400 és 3.100 mg/kg között voltak. A fűszerek nátrium tartalma alacsony volt a többi makroelemhez képest, kivéve a kaprot. A bazsalikomos, oregánós, köményes és fokhagyma granulátumos termékek eredményeiben nem volt statisztikailag igazolt különbség. A kapos minták esetében a növekedés oka valószínűleg a fűszer nátriumtartalma volt, ami befolyásolta a végtermékek elemtartalmát.

A metélőhagyma és a rozmaryng esetében a fűszerek nátriumtartalma 100 mg/kg alatt volt. Ezért az egyik esetben a csökkenés, a másik esetben a növekedés nem magyarázható. Az azonos mennyiségű fűszert figyelembe véve a legmagasabb nátriumtartalmat a rozmaryngos, kapros és bazsalikomok kenyerekben mértünk. Ez a tendencia a kontroll kenyerek esetében is megfigyelhető volt. Mivel a kenyerek kézzel készültek ezért előfordulhat, hogy a konyhasó eloszlása nem minden esetben volt sikeres, ebből is adódhatnak eltérések.

5. táblázat. A vizsgált fűszeres kenyerek magnézium és nátrium tartalma (mg/kg), valamint a napi hozzájárulás 100 g termékre vetítve ($p=0,01\%$; „a”-a jelölés a kontrolltól való eltérést jelenti oszloponként)

Fűszer mennyisége (g)	Bazsalikom		Kapor		Oregánó		Fűszerkömény	
	P (mg/kg)	S (mg/kg)	P (mg/kg)	S (mg/kg)	P (mg/kg)	S (mg/kg)	P (mg/kg)	S (mg/kg)
0	1448±65	905±44	1489±34	1049±68	1491±22	987±38	1530±25	1072±5
NRV (%)	20,7		21,3		21,3		21,9	
2	1483±27	929±14	1493±2	1010±6	1446±33	963±19	1556±15	1069±6
NRV (%)	21,2		21,3		20,7		22,2	
4	1531±8	987±14	1529±30	1034±28	1539±27	1022±31	1585±39	1109±25
NRV (%)	21,8		21,8		21,9		22,6	
6	1534±26	989±46	1478±30	1043±40	1582±27	1067±34	1689±32	1169±72
NRV (%)	21,9		21,1		22,6		24,1	
8	1554±41	1022±60	1586±32	1128±49	1543±19	1046±28	1655±26a	1143±7
NRV (%)	22,2		22,7		22,0		23,6	
10	1565±8	1061±22a	1561±27	1113±31	1566±48	1086±45	1676±75a	1171±60
NRV (%)	22,4		22,3		22,4		23,9	
12	1575±51	1060±54a	1583±40	1135±53	1518±8	1050±3	1695±33a	1157±37
NRV (%)	22,5		22,6		21,7		24,2	

Az 5. táblázat folytatása

Fűszer mennyisége (g)	Metélőhagyma		Rozmaryng		Fokhagyma granulátum	
	P (mg/kg)	S (mg/kg)	P (mg/kg)	S (mg/kg)	P (mg/kg)	S (mg/kg)
0	1470±16	977±6	1490±27	947±16	1529±16	988±25
NRV (%)	21,0		21,2		21,8	
2	1440±5	979±9	1554±24	980±24	1552±19	1037±27
NRV (%)	20,6		22,2		22,2	
4	1474±23	993±16	1525±23	978±8	1548±13	1079±29
NRV (%)	21,1		21,8		22,1	
6	1478±16	1020±34	1546±39	1003±31	1548±8	1070±11
NRV (%)	21,1		22,1		22,1	
8	1463±20	1013±26	1513±22	997±17	1547±16	1096±7
NRV (%)	20,9		21,6		22,1	
10	1431±12	993±7	1536±21	1015±24	1613±20	1185±57
NRV (%)	20,4		21,9		23,0	
12	1464±16	1019±24	1521±22	1007±21	1576±21	1164±16
NRV (%)	20,9		21,7		22,5	

4.2.5. A foszfortartalom mérési eredményei

A minták foszfortartalomra kapott eredményei az **5. táblázatban** láthatók. Az eredmények alapján a kenyerek foszfortartalma hasonló volt. A legtöbb esetben nem volt statisztikailag igazolható különbség a minták között. A köményes és fokhagyma granulátumos termékekben kisebb eltéréseket mértünk, ami a fűszerek foszfortartalmából adódik. Ezeknél a fűszereknél a foszfortartalom meghaladta a 4.000 mg/kg-ot. A többi fűszernél minden más esetben 4.000 mg/kg alatti koncentrációt határoztunk meg.

A legmagasabb foszfortartalmat a köményes termékekben mértük, ezt követik a kapros, fokhagyma granulátumos és a bazsalikomos kenyerek. A legalacsonyabb koncentrációt a metélőhagymával ízesített termékekben határoztuk meg; azonban alacsony foszfortartalmat mértünk a rozmaryingos és oregánós kenyerekben is.

4.2.6. A kén tartalom eredményei

A kenyerek kén tartalmát az **5. táblázat** mutatja be. A kapott koncentrációk alapján a bazsalikomos és fokhagyma granulátumos termékekénél nagyobb, míg a többi dúsításnál csak kisebb eltéréseket mértünk a fűszermennyiségek növelésénél. A fűszereket elemezve a legmagasabb kén tartalmat a kaporban és a fokhagyma granulátumban határoztuk meg (több mint 7.000 mg/kg), azonban a kenyérhez a nagyobb mennyiség hozzáadása nem emelt annak mért koncentrációján. Látható, hogy a többi esetben sem növekedett meg a mért paraméter értéke a fűszermennyiségek mennyiségének növelésével. Kiseb eltérések tapasztalhatók, azonban a fűszerek kén tartalma nem volt jelentős hatással a végtermékek kén tartalmára.

A táplálkozási referenciaértékből (NRV) számított napi beviteli hozzájárulás eredményei

A **3., 4. és az 5. táblázat** rendre a (Ca, K), (Mg, Na), illetve a (P) a napi hozzájárulási értékeket mutatja 100 g termékre vonatkoztatva.

Kalciumtartalom esetén napi 100 g kontroll kenyér elfogyasztása a napi kalciumbevétel 5-6%-át fedezi. A mintákban a fűszerek mennyiségének növelésével ezek az értékek is emelkedtek. A legmagasabb hozzájárulást a bazsalikomos kenyerek, majd a rozmaryingos, kapros és metélőhagymás termékek esetében számoltuk.

A kálium tartalom esetében a kontroll kenyerek hozzájárulása 10 és 11% között volt. Különböző mennyiségű fűszer hozzáadásánál kisebb növekedést számoltunk, mint a kalcium tartalom esetében. A legtöbb fűszeres kenyér esetében a napi hozzájárulás növekedése akár 3%-ot is elért (bazsalikomos és kapros minták) a kontroll termékekhez képest.

A kontroll kenyerek magnéziumtartalma a napi magnéziumbevétel körülbelül 7%-át teszi ki. Ebben az esetben is a bazsalikomos kenyérben mutatkoztak a legjelentősebb eltérések. A növekedés mértéke több mint 5% volt 12 g fűszer esetében a kontroll mintához képest.

Az összes minta nátrium beviteli értéke 12 és 13% körüli értéket mutatott. A kapros és rozmaryingos termékek esetében ezek az értékek emelkednek.

A foszfortartalmat tekintve az összes kenyér a napi foszforbevétel több mint 20%-át fedezi. A köményes minták hozzájárulása minimális növekedést mutatott. A 12 g fűszerrel dúsított kenyérnél a kontroll termékekhez képest 2% körüli volt a növekedés.

5. Következtetések

Amint az eredmények is mutatják, maguk a fűszerek magas makroelem tartalommal rendelkeznek. A bazsalikom kiemelkedő volt a kalcium, a kálium, a magnézium és a nátrium tekintetében. Magas értékeket mértünk még a kaporban, metélőhagymában, oregánóban és fokhagyma granulátumban is.

A dúsított kenyerekben nőtt a kalcium-, kálium- és magnéziumtartalom. A kalcium esetében a legnagyobb eltérést a bazsalikom termékekben tapasztaltuk. A többi mintánál is egyértelmű növekedés volt tapasztalható, kivéve a fokhagyma granulátum alkalmazása során.

A bazsalikomos és a kapros termékek kálium tartalma tekintetében is kiemelkedő eredményeket értünk el. A kontroll minta és a 12 g fűszeres kenyér között, közel 600 mg/kg különbséget mértünk.

A magnéziumtartalomban nem volt szignifikáns különbség. Nagyobb koncentráció növekedés csak a bazsalikomos termékekénél volt tapasztalható.

Nátriumtartalomnál a rozmaryingos és a kapros minták mutattak némi emelkedést, ami azonos mennyiségű fűszer esetén is megfigyelhető.

A foszfor- és kén tartalom között nem találtunk jelentős különbségeket; hasonló eredményeket mértünk.

Az eredmények alapján a makroelemek közül a legnagyobb napi hozzájárulást a bazsalikomos kenyerek adták, melyet a kapros kenyerek követtek. A kenyerek nátriumtartalma esetében a kapros és rozmaringos termékek napi beviteli hozzájárulásai voltak a legnagyobbak.

Összességében sikerült olyan termékeket előállítani, amelyek elemtartalma a legtöbb esetben jelentősen eltért a kontroll kenyerekétől, így a termékek hozzájárulása a napi referenciaértékekhez is emelkedett.

6. Köszönetnyilvánítás

A kutatást a Magyarországi Innovációs és Technológiai Minisztérium Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Programja (NKFIH-1150-6/2019) finanszírozta, a Debreceni Egyetem 4. tematikus programja keretében.

7. Irodalom

- [1] Balestra F., Cocci E., Pinnavaia G., Romani S. (2011): Evaluation of antioxidant, rheological and sensorial properties of wheat flour dough and bread containing ginger powder. *LWT- Food Science and Technology* **44** (3) pp. 700-705. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.10.017>
- [2] Gawlik-Dziki U., Swieca M., Dziki D., Baraniak B., Tomiło J., Czyz J. (2013): Quality and antioxidant properties of breads enriched with dry onion (*Allium cepa* L.) skin. *Food Chemistry* **138** (2-3) pp. 1621-1628. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.151>
- [3] Dziki D., Rozyło R., Gawlik-Dziki U., Swieca M. (2014): Current trends in the enhancement of antioxidant activity of wheat bread by the addition of plant materials rich in phenolic compounds. *Trends in Food Science and Technology* **40** (1) pp. 48-61. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2014.07.010>
- [4] Varga-Kántor A., Alexa L., Topa E., Kovács B., Czipa N. (2021): Szárított bazsalikkal dúsított kenyerek vizsgálata és eredményeinek értékelése. *Élelmiszervizsgáló közlemények*. **LXVII** (4) pp. 3665-3671. DOI: <https://doi.org/10.52091/EVIK-2021/4-3-HUN>
- [5] Gibson, M. (2018). *Food Science and the Culinary Arts*. Academic Press is an imprint of Elsevier
- [6] Pushpagadan P., George V. (2012): *Basil*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 1. Second edition*. Woodhead Publishing Limited
- [7] Kurian, A. (2012): *Health benefits of herbs and spices*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 2. Second Edition*. Woodhead Publishing Limited.
- [8] Peter K.V. (2012): *Introduction to herbs and spices: medicinal uses and sustainable production*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 2. Second Edition*. Woodhead Publishing Limited.
- [9] Charles D.J. (2013): *Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources*. Springer Science+Business Media New York.
- [10] Gupta R. (2012): *Dill*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 1. Second edition*. Woodhead Publishing Limited.
- [11] Kintzios S.E. (2012): *Oregano*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 2. Second Edition*. Woodhead Publishing Limited.
- [12] Chen H. (2012): *Chives*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 1. Second edition*. Woodhead Publishing Limited.
- [13] Sasikumar B. (2012): *Rosemary*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 1. Second edition*. Woodhead Publishing Limited.
- [14] Pandey U.B. (2012): *Garlic*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 1. Second edition*. Woodhead Publishing Limited.
- [15] Barin J.S., Pereira J.S.F., Mello P.A., Knorr C.L., Moraes D.P., Mesko M.F., Nóbrega J.A., Korn M.G.A., Flores E.M.M. (2012): Focused microwave-induced combustion for digestion of botanical samples and metals determination by ICP OES and ICP-MS. *Talanta* **94** pp. 308-314. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.talanta.2012.03.048>
- [16] Özcan M. (2004): Mineral contents of some plants used as condiments in Turkey. *Food Chemistry* **84** (3), pp. 437-440. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00263-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00263-2)
- [17] Rahmatollah R., Mahbobeh R. (2010): Mineral contents of some plants used in Iran. *Pharmacognosy Research* **4** pp. 267-270. DOI: <https://doi.org/10.4103/0974-8490.69130>
- [18] Özcan M.M., Akbulut M. (2007): Estimation of minerals, nitrate and nitrite contents of medicinal and aromatic plants used as spices, condiments and herbal tea. *Food Chemistry* **106** (2) pp. 852-858. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.045>

- [19] Ozyigit I.I., Yalcin B., Turan S., Saracoglu I.A., Karadeniz S., Yalcin I.E., Demir G. (2018): Investigation of Heavy Metal Level and Mineral Nutrient Status in Widely Used Medicinal Plants' Leaves in Turkey: Insights into Health Implications. *Biological Trace Element Research* **182** pp. 387-406. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12011-017-1070-7>
- [20] 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/Functional bread, or the effects of garlic and its products on certain parameters of bread. *Élelmiszervizsgálati közlemények/ Journal of Food Investigation* **65** (4) pp. 2704-2714.
- [21] USDA (2011): USDA National Nutrient Database for Standard References. United States Department of Agriculture/Agriculture Research Service, Washington DC. <https://www.nal.usda.gov/fnic/usda-nutrient-data-laboratory>
- [22] Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) (2007): Sütőipari termékek vizsgálati módszerei. Magyar Szabvány MSz 20501-1. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest.
- [23] Kovács B., Győri Z., Csapó J., Loch J., Dániel P. (1996): A study of plant sample preparation and inductively coupled plasma emission spectrometry parameters. *Communication in Soil Science and Plant Analysis* **27** (5-8) pp. 1177-1198. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103629609369625>
- [24] REGULATION (EU) No 1169/2011 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL (2011): <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:304:0018:0063:en:PDF>
- [25] EFSA (2019): Dietary reference values for sodium. *EFSA Journal*. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5778>