



A kép illusztráció / Picture is for illustration only

Benes Eszter¹, Szedljak Ildikó¹

Érkezett: 2019. július – Elfogadva: 2019. október

Eltérő mennyiségű kendermagliszt-tel dúsított durum kenyerek kémiai jellemzőinek összevetése a technológiai paraméterek függvényében

KULCSSZAVAK: Búzakenyér, *Triticum durum*, *Cannabis sativa*, próbacipó, alaki hányados, savfok, polifenol, antioxidáns-kapacitás

ÖSSZEFOGLALÁS

A fogyasztók körében a tudatos táplálkozás és az egészséges életmódra való törekvés egyre fontosabb szerepet tölt be. A sütőipari termékek a mindennapi ételkészítés-fogyasztás részét képezik, ezért a fogyasztók széles köréhez eljuttathatók. Munkánk során szem előtt tartva mindezt kendermagliszt-tel dúsított durumbúza kenyereket készítettünk (különböző keverési arányokat alkalmazva). Vizsgáltuk a keverékkészítés hatását a késztermék térfogatára, alaki hányadosára és savfokára. Ezen kívül meghatároztuk a késztermékek vízben oldható összes polifenol-tartalmát (TPC) és antioxidáns-kapacitását, amelyek változását a tésztakészítés különböző szakaszaiban (dagasztás, kelesztés) is mértük. A termék esetében ezen vizsgálati paraméterek alapján állapítottuk meg a maximálisan hozzáadható kendermagliszt mennyiségét.

BEVEZETÉS

Napjainkban a társadalom az élelmezés területén egyre inkább törekszik a tudatosságra. Megfigyelhető, hogy az olyan alapgabonák mellett, mint a búza, a rozs vagy a kukorica, megjelennek a piacon az eddig nem számottevő mennyiségben elterjedt más cereália, pszeudocereália, illetve egyéb típusú növények terményei is. Ezeknek a növényeknek a beltartalmi jellemzői nagy mértékben hozzájárulnak a lisztek minőségjavításához. Különböző lisztkeverékek készítésével elősegíthető a megszokottnál még értékesebb, teljes értékű sütőipari termékek előállítása.

A kenyér olyan élelmiszer, amelynek előállítása során olyan egyszerűbb összetevőket alkalmaznak, mint a búzaliszt, a só, az élesztő és a víz. Sok országban éppen ezért a leggyakrabban fogyasztott gabonából készült termék, amely sokak táplálkozásának alapjává szolgál. Egyszerűsége és széleskörű fogyasztása révén a kenyér alkalmas olyan összetevőkkel való dúsításra, amelyek további előnyökkel járnak a fogyasztók egészsége szempontjából. A betegségek elkerülése érdekében [1] napjainkban a laikusok, de

a szakemberek is egyre szívesebben fogyasztanak az átlagosnál egészségesebbnek tekintett ételeket, többek között azzal a szándékkal, hogy megelőzzék, vagy legalább csökkentsék az egészségük fenntartása, illetve javítása érdekében beszerzett gyógyszerkészítmények alkalmazását. Ilyenfajta célra alkalmasak lehetnek a magasabb polifenol-komponens tartalmú élelmiszerek, amelyek részt vehetnek az emberi szervezetben kialakuló káros oxidációs folyamatok megakadályozásában [2].

A fentebb leírtak szellemében az általunk előállított kenyerekhez különböző összetételű lisztkeverékeket készítettünk durumliszt (*Triticum durum* L.) és kendermagliszt (*Cannabis sativa* L.) felhasználásával. A kenyérkészítés során a mérések esetében adott kémiai jellemzőket vizsgáltunk.

A FELHASZNÁLT ALAPANYAGOK

Vizsgálatainkhoz egy a kiskunfélegyházi Júlia Malom Kft. által előállított durum simalisztet, illetve egy a kereskedelmi forgalomban kapható kendermaglisztet (Nature Cookta Kendermagliszt) használtunk.

¹ Szent István Egyetem, Gabona- és Iparinövény Tanszék

A KENDERMAGLISZT

Mivel a kendermagliszt nem tartalmaz sikérképző fehérjéket, ezért az előállítási folyamat végén a belőle készült kenyerek térfogata jóval kisebb lesz, mint például a búzalisztból készített kenyerek esetében. A kendermagliszt azonban értékes kiegészítője a sütőipari termékeknek a benne található fehérjék és magas rosttartalma miatt. A kendermagliszt előállítása zsírtalanított olajpogácsák aprításával történik [3]. Az ezekben lévő polifenolok azonosítását Teh és munkatársai nagyfelbontású folyadékkromatográfiás (HPLC) eljárással végezték el. A vizsgálati eredmények szerint a kendermaglisztben főként kvercetin, kávéssav és luteolin található [5, 6, 7].

A DURUMLISZT

Napjainkban a Föld lakossága energiabevitelének mintegy 50, fehérjebevitelének pedig 45%-a cereáliából származik. A cereália fontos vitamin-, ásványi anyag- és komplex szénhidrát-forrás, beleértve az élelmi rostokat is [8]. A durumbúza polifenolos vegyületeinek meghatározását Dinelli és munkatársai végezték el HPLC-TOF-MS (HPLC-repülési idő-tömegspektrometria) alkalmazásával. A kendermagliszthez hasonlóan ez a gabonaféle is tartalmaz luteolint, illetve vanillint, kumarint, apigenint, ferulasavat és egyéb más vegyületeket is [10].

ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

A rendelkezésünkre álló lisztkezből három különböző arányú keveréket, a durumlisztből pedig kontrollmintát állítottunk elő. A mérésekhez négy különböző összetételű kenyeret készítettünk, amelyek pontos összetételét az **1. táblázat**ban foglaltuk össze.

PRÓBACIPÓ KÉSZÍTÉSE

A próbacipók elkészítéséhez kenyerenként 300 g lisztet, 9 g élesztőt, 6 g konyhasót és 1,5 g cukrot, valamint a megfelelő állag kialakításához szükséges mennyiségű vizet – átlagosan 146 ml-t – használtunk fel. A kendermagliszt mennyiségének növelésével a lisztkeverékek vízfelvő képessége csökkent. Az összetevők bemérése után 5 perc dagasztás következett dagasztógép segítségével. Az elkészült tésztát 31 °C-os termosztátban érni hagytuk,

majd kicsíptünk 400 g tésztát, és hús gömbölyítő mozdulattal formáztuk. A tésztát kilisztezett szakajtóba helyeztük, majd 30 percig 31 °C-on kelesztettük. Kelesztés után a már megkelt tésztát sütőlemezre borítottuk, majd a felületét bevágtuk és nedvesítettük. A kemence előmelegítése 220 °C-ra már a kelesztés alatt megtörtént, légterét vízgőzzel telítettük, a benne elhelyezett kenyereket 25 percen keresztül sütöttük. A mérést az MSZ 6369-8:1988 szabvány [11] alapján végeztük el.

A KENYÉRMINTÁK VIZSGÁLATA

Fizikai mérések

Miután a cipók kihültek, magkiszorításos módszerrel megmértük térfogatukat, majd meghatároztuk az alaki hányadosokat is [14] annak érdekében, hogy képet kapjunk a lisztkeverék-képzés hatásairól.

Savfok meghatározása

A kihűlt kenyerek bélzetéből potenciometriás módszer segítségével meghatároztuk a cipók savfokát is. Az MSZ 20501-1:2007 sz. szabvány 9. fejezete szerint a bélzetből acetont és vizet segítségével kioldottuk a benne található savakat. Ezt követően az oldat savtaralmát hígítás után 0,1 mol/l koncentrációjú nátrium-hidroxid mérőoldattal visszatitráltuk. A titrálás végpontját pH-mérő készülékkel követtük nyomon [15].

Extraktumkészítés és kémiai mérések

A technológiai folyamat során minden esetben háromszor vettünk mintát:

- dagasztás után,
- a kelesztési folyamat után,
- és sütés után.

A minták homogenizálását kalapácsos darálóval végeztük, majd meghatároztuk azok a nedvességtartalmát. A vízben oldható polifenol-tartalom és az antioxidáns-kapacitás meghatározásához kivonatot készítettünk. Három párhuzamos mérést végeztünk el. A kivonatok elkészítéséhez 0,15 g mintát Ep-

1. táblázat. Az elkészített tészták lisztösszetétele és a hozzájuk rendelt mintakódok
Table 1. Flour composition of doughs and their assigned codes

A tészták liszt összetétele Flour composition of doughs	Mintakódok Sample codes
100% Triticum durum	100D
90% T. durum – 10% Cannabis sativa L.	90D
80% T. durum – 20% C. sativa L.	80D
70% T. durum – 30% C. sativa L.	70D

pendorf-csővekbe mértünk, 1500 µl desztillált vizet adtunk hozzá, majd 4 °C-on, 10000 rpm mellett 15 percig centrifugáltuk. A felülúszót eltávolítottuk és felhasználtuk a további vizsgálatokhoz.

A vízben oldható polifenol tartalmat fotometriás módszerrel határoztuk meg, a Singelton és Rossi által borvizsgálatokra kialakított módszer alapján, Folin-Ciocalteu reagens segítségével. A kapott eredményeket galluszsav egyenértékben (GSE) adtuk meg (mg galluszsav/g szárazanyag/tészta).

A vízben oldható antioxidáns aktivitás meghatározását FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) -módszerrel végeztük el [13]. Ehhez 300 mmol/l nátrium-acetát puffert készítettünk literenként 16 ml ecetsav hozzáadásával (pH = 3,6). Készítettünk még 10 mmol/l 2,4,6-tripiridill-s-triazin-, 40 mmol/l sósav- és 20 mmol/l vasklorid-oldatot ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). A FRAP reagenshez mérés előtt 25 ml acetát puffert, 2,5 ml tripiridill-triazin-oldatot, és 2,5 ml vasklorid oldatot kevertünk össze.

A FRAP reagensben a tripiridill-S-triazin komplexet minta antioxidáns-tartalma színváltozással járó reakcióban redukálja. A keletkező kék szín intenzitása 593 nm-en fotométer segítségével mérhető. A kék szín a minta és a FRAP reagens összekeverése után 5 percen belül alakult ki.

KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A PRÓBASÜTÉS

A próbasütés során négy különböző összetételű kenyeret készítettünk, aminek az összetételi arányait az **1. táblázat** szemlélteti. A minták összehasonlítását a kontrollmintához (100D) képest és egymáshoz viszonyítva végeztük el. Az **1. ábrán** a kísérletben készített kisült kenyerek láthatók.

FIZIKAI VIZSGÁLATOK

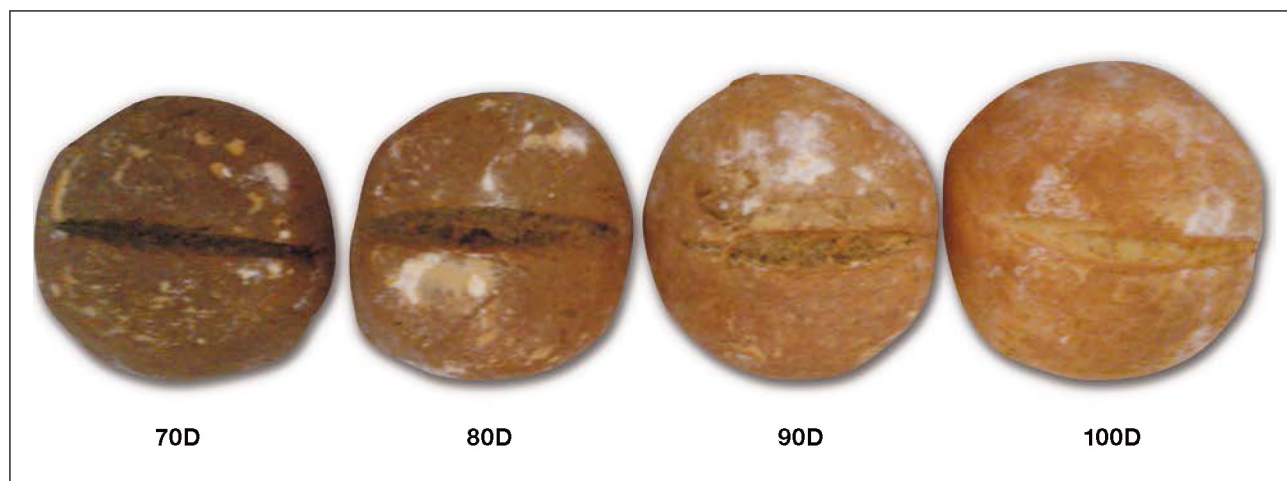
Miután a kenyerek kihűltek, magkiszorításos módszerrel megmértük a a térfogatukat. A **2. táblázat**ban szerepeltetett adatokból jól látszik, hogy a térfogat a kendermagliszt hozzáadásával csökken, ami azzal magyarázható, hogy ez a típusú liszt nem tartalmaz sikéreképző fehérjéket. Ennek hiányában viszont a kenyerek tömörebbek lesznek és kevésbé nőnek meg az élesztő hatására. Ez a bélzet szerkezetén is megmutatkozik: kevésbé lesz levegős és rugalmatlanná válik. Ezt az általunk készített képek is igazolják. A **2. ábrán** a próbacipók bélzete látható.

A kendermagliszt hozzáadásával nem csak a térfogat csökkent, hanem a kenyerek magassága is. Ezt alátámasztják a meghatározott alaki hányados értékek is. Az eredményekből látható, hogy a kendermagliszt mennyiségének növelésével mind a magasság, mind pedig a szélesség csökkent. A Magyar Élelmiszerkönyv 2-81 számú irányelve [14] szerint a kenyerek alaki hányadosa legfeljebb a 2,2-es értéket veheti fel. Ez alatt a termék laposnak számít. Az általunk készített kenyerek alaki hányadosai a 70D minta kivételével mind megfeleltek ennek a követelménynek. Ebből látható, hogy ha a kendermagliszt mennyisége eléri az összes lisztmennyiség 30%-át, akkor a kenyér már lapos lesz.

KÉMIAI MÉRÉSEK

Savfok-meghatározás

A **3. táblázat** adataiból jól látható, hogy a kendermagliszt hozzáadásával a pH érték folyamatosan csökkent, jelentős mértékű változást azonban nem tapasztaltunk. A lisztok savtartalma egyrészt a lisztok zsírtartalmának oxidációjából származik: minél idősebb a liszt, annál több zsiradék bomlik le, annál több zsírsav válik szabaddá [16].



1. ábra. A kisült kenyerek felülnézetből
Figure 1. Final products in plan view

Ebben az esetben ez valószínűsíthetően nem a lisztek korára utal, hanem arra, hogy a kendermagliszt zsírtalanítása után is marad az őrleményben valamennyi zsír. Ennek a zsírnak az oxidációja pedig hozzájárul a szabad zsírsavak keletkezéséhez, így a savfok növekedéséhez. Ezen kívül a savfok változásához hozzájárulnak a tésztában lejátszódó összetett mikrobiológiai és biokémiai folyamatok is, ezek vizsgálatára azonban ebben a tanulmányban nem volt lehetőség.

Vízben oldható polifenol-tartalom meghatározásának eredményei

Mind a vízben oldható polifenol-tartalom, mind az antioxidáns-kapacitás meghatározása során három párhuzamos méréssel és öt ismétléssel dolgoztunk. A mérések előtt minden esetben felvettük a szükséges analitikai mérőgörbét.

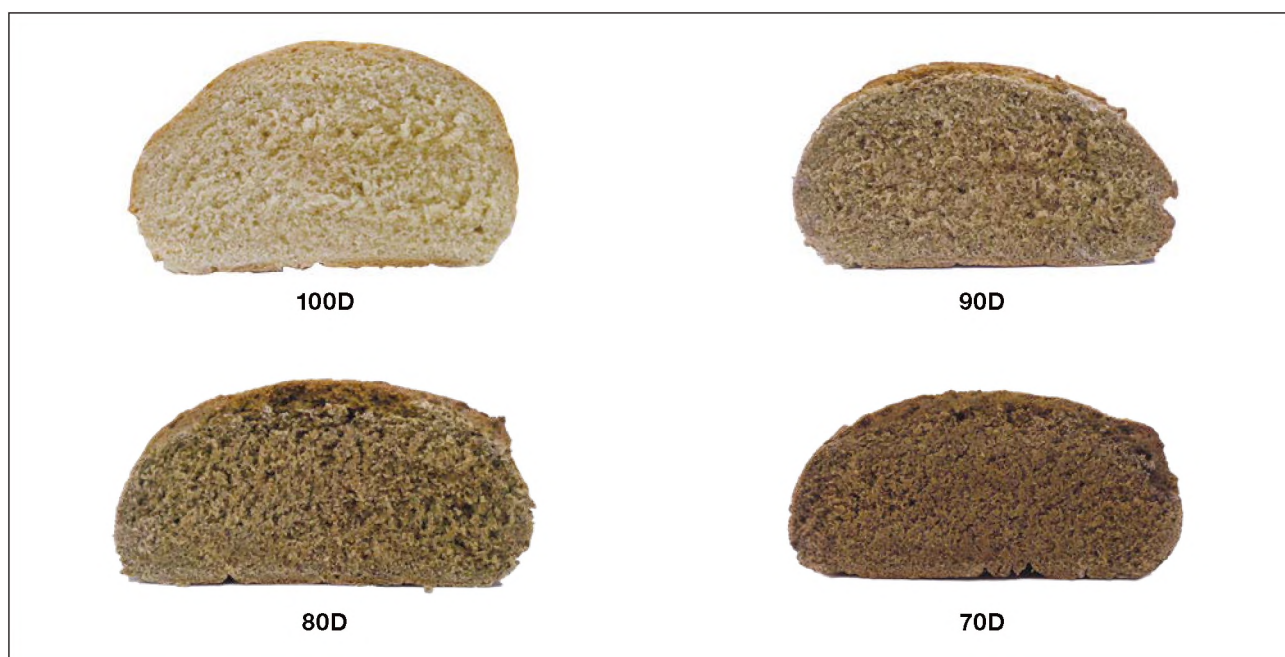
Az **3. ábrán** látható értékek alapján jól látszik, hogy a kontrollminták vízben oldható polifenol-tartalma

a kelesztés során megnőtt, majd a végtermékben a dagasztott mintában mért érték alá csökkent. Ugyaneztatendenciátmutatja a 10% kendermaglisztet tartalmazó minta, mindhárom technológiai lépést vizsgálva. A kendermagliszt mennyiségének 60, illetve 90 g-ra történő növelésével a fent említett tendencia megváltozik. Ettől függetlenül minden esetben a késztermékeknek volt a legalacsonyabb a vízben oldható polifenol-tartalma.

A **4. ábra** összefoglalja a végtermékek, valamint a kenyérbélzet és a héj polifenol tartalmának a változását. Fontosnak tartjuk a végtermékek bélzetre és héjra való elkülönített vizsgálatát is, mivel így láthatóvá válik az értékek eloszlása is. A héjban minden egyes esetben jóval magasabb polifenol tartalmat rögzítettünk, mint a bélzetben, valamint a késztermékben. Sütés közben a tészta külső felszíne jobban ki van téve a hő hatásainak, így olyan anyagok is megjelenhetnek, amik a bélzetben nem. Feltételezhető, hogy ebből adódhatnak a héj-mintákban talált magasabb értékek.

2. táblázat. Mért és számolt fizikai paraméterek
Table 2. Detected and calculated physical parameters

	Magasság Height [mm]	Szélesség Width [mm]	Alaki hányados Shape quotient	Térfogat Volume [cm ³]
100D	72	136	1.89	700
90D	68	138	2.03	660
80D	59	124	2.10	645
70D	55	122	2.22	635



2. ábra. A kenyerek bélzete
Figure 2. Bread crumbs

AZ ANTIOXIDÁNS-KAPACITÁS MEGHATÁROZÁSÁNAK EREDMÉNYEI

A tézsta antioxidáns-kapacitásának mérésekor is csak a vízben oldható komponensek FRAP-értékeit határoztuk meg. Ebben az esetben is felvettük a mérések előtt a megfelelő analitikai mérőgörbét.

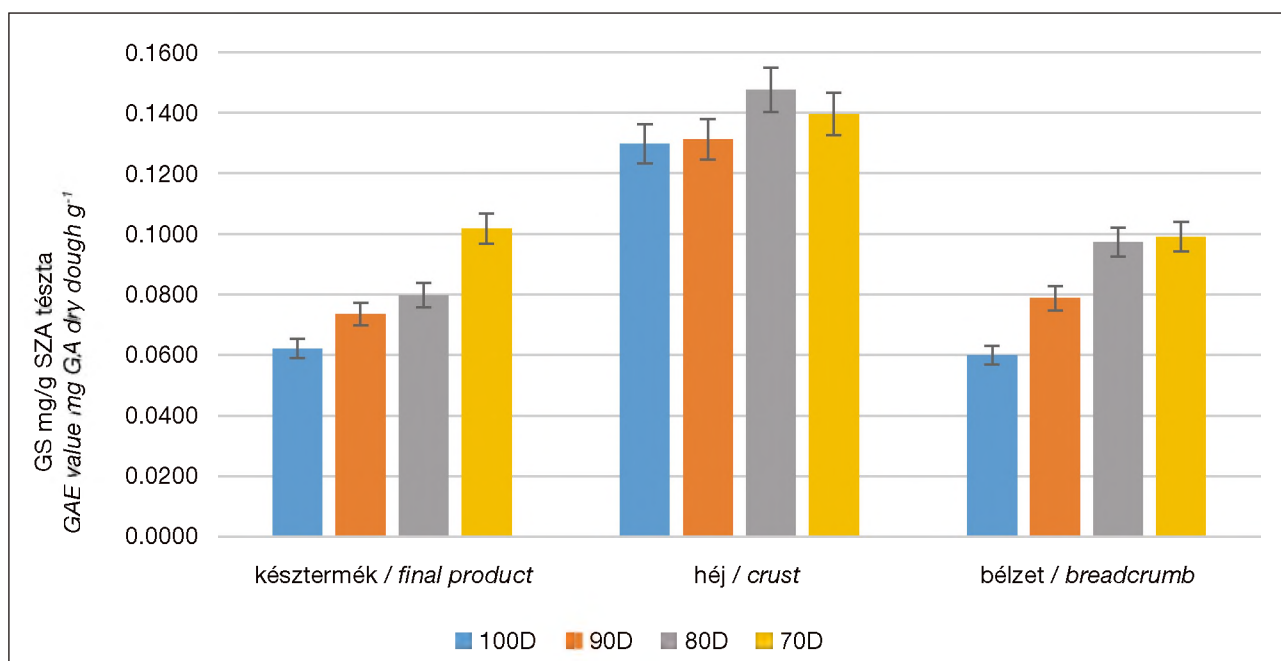
Az **5. ábra** diagramján a vizsgált technológiai lépések során vett mintákban a vízben oldható antioxidáns-kapacitásértékek változását szemléltettük. Az adatok alapján látható, hogy a kontroll minták és a 70D, valamint a 80D jelzésű minta kémiai paramétereinek változása hasonlóan alakul: a kezdeti érték a kelesztés során lecsökkent, majd ismételt növekedést mutatott.

A 70D jelzésű minta – amely a legtöbb mennyiségű kendermaglisztet tartalmazta – antioxidáns kapacitása a kenyérfőzés folyamatában fokozatos növekedést mutatott. A legmagasabb értéket a 90 g kendermagliszt hozzáadásával készült kenyérben regisztráltuk, ami a vártnak megfelelő eredmény.

A **6. ábrán** látható, hogy a héjban volt a legmagasabb antioxidáns-kapacitás minden egyes minta esetén, azonban a polifenol-tartalommal ellentétben az antioxidáns-kapacitás a kenyér bélzetében jóval alacsonyabb volt. A héj antioxidáns-kapacitása csökkenő tendenciát mutatott, ami a durumliszt mennyiségének csökkenésével hozható párhuzamba.

3. táblázat. A mért pH- és savfok-értékek
Table 3. Detected and calculated pH and titratable acidity value

	pH érték pH value	Savfok Titratable acidity [°SH]
100D	6.7	3.3
90D	6.73	3.65
80D	6.64	4.45
70D	6.69	4.95



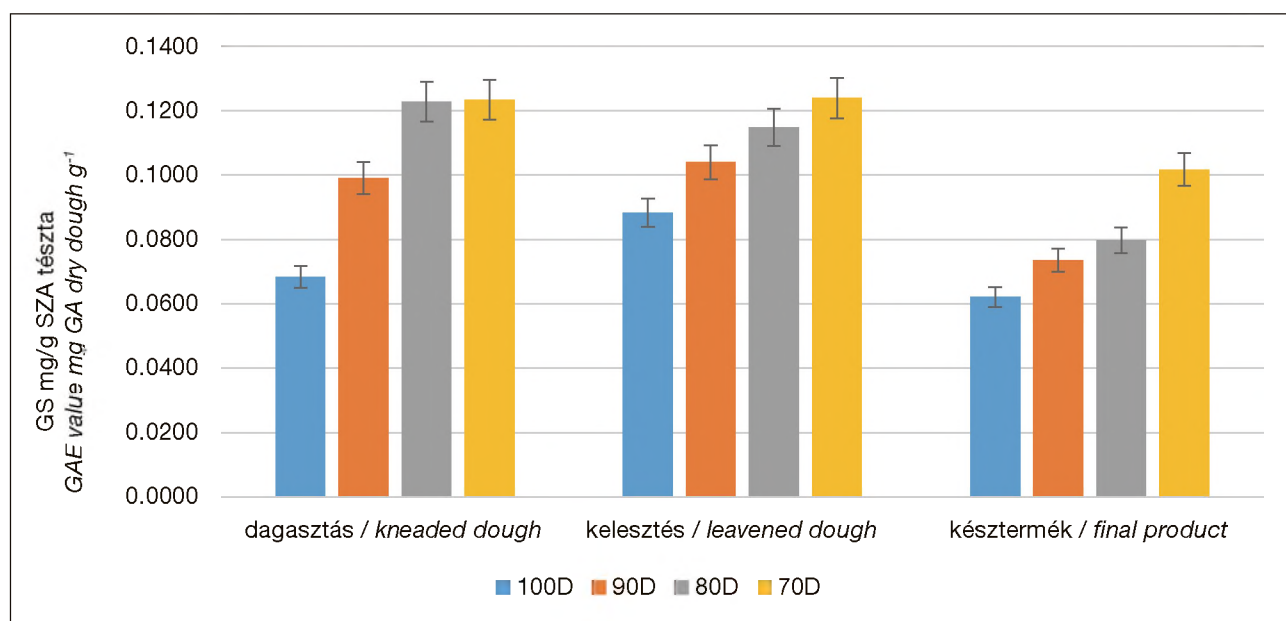
4. ábra. Vízben oldható összes polifenol-tartalom alakulása késztermékben, a bélzetben és a héjban
Figure 4. Determination of total phenolic content (TPC) of the final product, the breadcrumb and the crust samples

ÖSSZEGZÉS

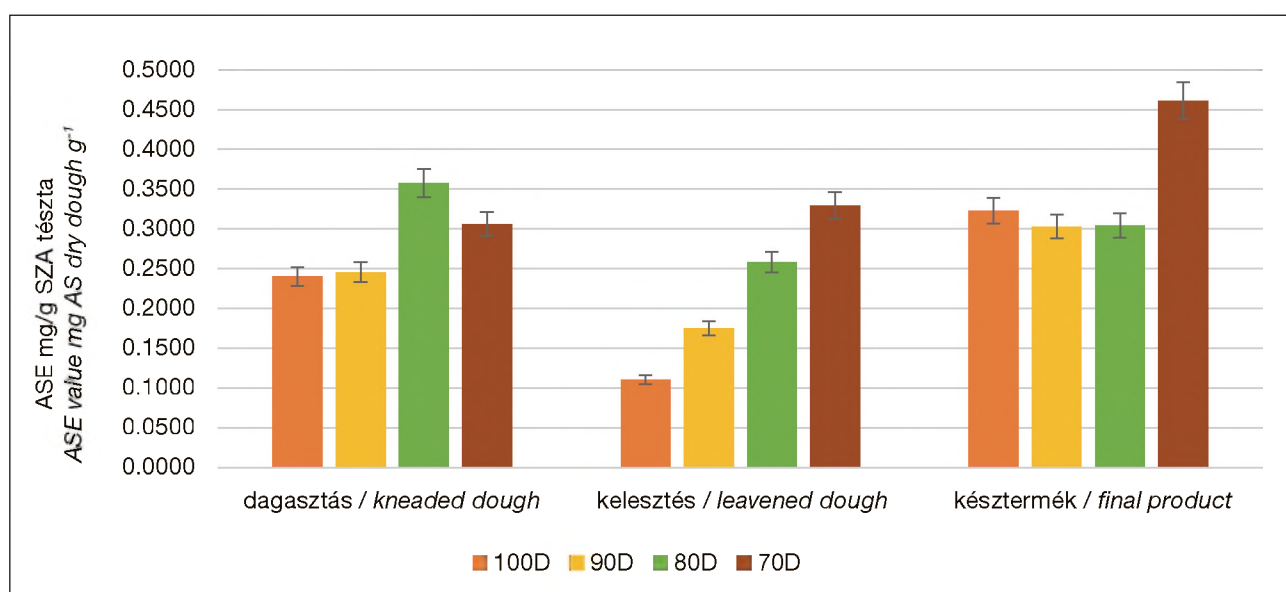
Tanulmányunk célja a kendermaglisztel dúsított durumkenyerek beltartalmi jellemzőinek és fiziko-kémiai tulajdonságainak a nyomon követése volt. A kendermagliszt legnagyobb mennyiségét 30%-ra állítottuk be. A kémiai paraméterek változásait a kenyérfeldolgozási folyamat során vizsgáltuk. Meghatároztuk a vízben oldható összes polifenol-tartalom (TPC) és a vízben oldható antioxidáns-kapacitás (FRAP) értékeit. A lisztkeverékeket *Triticum durum* L. liszt és kendermagliszt (*Cannabis sativa* L.) különböző arányú felhasználásával készítettük el.

Az eredmények alapján látható, hogy kendermagliszt hozzáadásával a vízben oldható polifenol-tartalom és az antioxidáns-kapacitás növelhető a késztermékben.

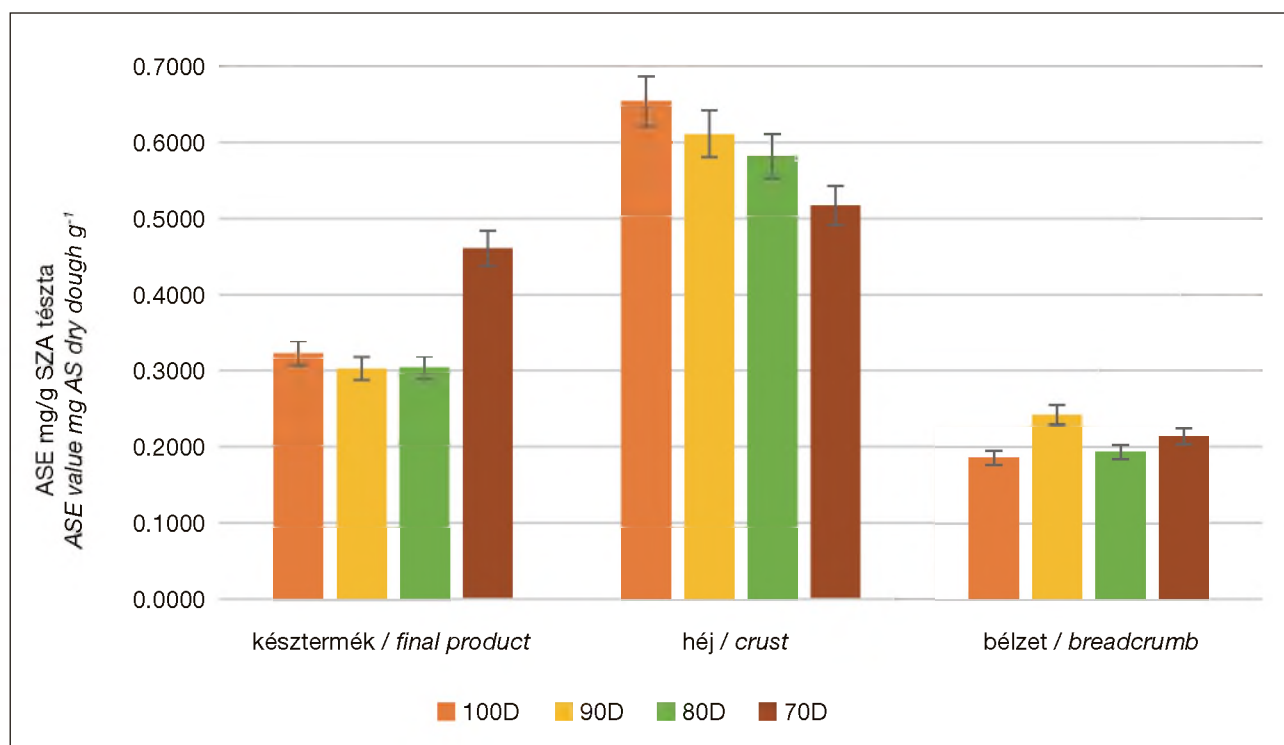
Megállapítottuk továbbá, hogy a kenyérfeldolgozási technológiai lépései során végbemenő rendkívül bonyolult mikrobiológiai és biokémiai változásoknak kedvező hatása van a végtermék táplálkozási értékeire.



3. ábra. A vízben oldható összes polifenol-tartalom alakulása a technológiai lépések során
Figure 3. Determination of total phenolic content (TPC) during the breadmaking process



5. ábra. Az antioxidáns-kapacitás változása a technológiai lépések során
Figure 5. Antioxidant activity during the breadmaking process



6. ábra. Vízben oldható komponensek antioxidáns-kapacitásának alakulása a késztermékben, a bélzetben és a héjban
 Figure 6. Results of the determination of antioxidant activity in the final product, in the breadcrumb and the crust

MINŐSÉG MEGFIZETHETŐSÉG EGYSZERŰSÉG SZERVIZELHETŐSÉG

SZOMATIKUS SEJTSZÁM ÉS BAKTÉRIUM SZÁMOLÁS

BENTLEY MŰSZEREK

BELTARTALMI VIZSGÁLATOK zsírtartalom, fehérje, laktóz, szárazanyag, kazein, fagyáspont

BENTLEY MŰSZEREK

SZERMARADVÁNY ÉS TOXIN MEGHATÁROZÁS

UNISENSOR GYORSTESZTEK
RANDOX TESZTEK

ÁLLATDIAGNOSZTIKA, DNA TESZTEK masztitisz, karbamid meghatározás

DNA DIAGNOSTIC TESZTEK
BENTLEY MŰSZEREK

HIGIÉNYIA ÉS ALLERGÉN VIZSGÁLATOK

HYGIENA GYORSTESZTEK



Bentley Magyarország Kft.
8000 Székesfehérvár, Kálmos utca 2.
hungary@bentleyinstruments.com
Tel.: +36 22 414 100

