

BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM

Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszer-tudományi Tanszék

**Hántolt és hántolatlan köles táplálkozástani jellemzése és köles
hozzáadásával készült tészta funkcionális tulajdonságainak
vizsgálata**

Szakdolgozat

Készítette:

Bagdi Attila

Témavezető:

Dr. Tömösközi Sándor

Konzulens:

Nádosi Márta

2008.

1 Tartalomjegyzék

1	TARTALOMJEGYZÉK.....	2
2	BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉSEK	5
3	IRODALMI ÁTTEKINTÉS	6
3.1	A KÖLES ÁLTALÁNOS LEÍRÁSA	6
3.2	A KÖLES NÖVÉNYTANI JELLEMZÉSE.....	7
3.3	A KÖLESEK NEMZETSÉGEI, FAJAI, FAJTÁI	7
3.3.1	<i>Panicum miliaceum L.</i>	8
3.3.1.1	Hazai fajták	8
3.4	A KÖLES TÁPLÁLKOZÁSTANI SZEMPONTBÓL LÉNYEGES KÉMIAI ÖSSZETÉTELE	9
3.4.1	<i>A köles makrokomponenseinek általános jellemzése</i>	9
3.4.2	<i>A köles fehérjéi</i>	10
3.4.3	<i>A köles aminosavtartalma</i>	15
3.4.4	<i>A köles lipidtartalma</i>	19
3.4.5	<i>A köles szénhidrátartalma</i>	20
3.4.5.1	Szabad cukrok	20
3.4.5.2	Keményítő.....	20
3.4.5.3	Nem keményítő poliszaharidok	21
3.4.6	<i>Bioaktív komponensek, és egyéb speciális összetevők</i>	22
3.4.6.1	A köles ásványi összetevői.....	22
3.4.6.2	Antioxidáns tulajdonságok, fenolos komponensek mennyisége a kölesben.....	23
3.4.6.3	A köles vitamintartalma	25
3.4.6.4	A köles élelmi rost tartalma.....	26
3.5	A KÖLES FELHASZNÁLÁSA	26

3.5.1	A köles hántolása.....	27
3.5.1.1	A hántolás hatása.....	27
3.5.2	Kölesből készült termékek funkcionális tulajdonságai.....	28
3.5.3	Termékek Magyarországon.....	33
4	A MÉRÉSEK SORÁN HASZNÁLT MINTÁK, MÉRÉSI MÓDSZEREK.....	34
4.1	KÖLESMINTÁK.....	34
4.2	ÖRLÉS.....	35
4.3	HÁNTOLÁS.....	36
4.4	ALAP BELTARTALMI ÉRTÉKEK MEGHATÁROZÁSÁNAK MÓDSZEREI.....	36
4.4.1	Nedvességtartalom.....	36
4.4.2	Fehérjetartalom.....	37
4.4.3	Nyerszsírtartalom.....	37
4.4.4	Nyersrosttartalom.....	38
4.4.5	Hamutartalom.....	39
4.5	SPECIÁLIS, TÁPLÁLKOZÁSTANILAG FONTOS, BIOAKTÍV KOMPONENSEK VIZSGÁLATA.....	39
4.5.1	Élelmi rost-tartalom meghatározása.....	39
4.5.2	A fenolos komponensek mennyiségének meghatározása (TPC).....	41
4.5.3	Redukáló képesség meghatározása (FRAP).....	42
4.6	A KEMÉNYÍTŐBEN TALÁLHATÓ AMILÓZ-AMILOPEKTIN ARÁNYÁNAK MEGHATÁROZÁSA.....	43
4.7	A TÉSZTAKÉSZÍTÉS.....	46
4.8	A TÉSZTA FUNKCIONÁLIS TULAJDONSÁGÁNAK VIZSGÁLATA.....	48
4.8.1	Főzési idő.....	48
4.8.2	A tészta keménységének vizsgálata.....	50
5	EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	51
5.1	ALAP BELTARTALMI ÖSSZETÉTEL.....	51

5.1.1	Nedvességtartalom.....	52
5.1.2	Fehérjetartalom.....	52
5.1.3	Nyerszsír-tartalom.....	53
5.1.4	Hamutartalom	54
5.1.5	Nyersrosttartalom.....	54
5.1.6	Az alap beltartalmi értékek mérési eredményeinek értékelése.....	55
5.2	EGYÉB, TÁPLÁLKOZÁSTANILAG FONTOS KOMPONENSEK - ANTIOXIDÁNS TULAJDONSÁG, FENOLOS KOMPONENSEK, ÉLELMI ROST-TARTALOM	58
5.2.1	Redukáló képesség (FRAP).....	58
5.2.2	Fenolos komponensek mennyisége (TPC).....	59
5.2.3	Élelmi rost-tartalom.....	60
5.2.4	Az egyéb, táplálkozástanilag fontos komponensek mérési eredményeinek értékelése....	61
5.3	A KÖLESKEMÉNYÍTŐ AMILÓZTARTALMA	62
5.4	A KÖLESKEMÉNYÍTŐ AMILÓZTARTALMÁNAK MÉRÉSI EREDMÉNYEINEK ÉRTÉKELÉSE.....	63
5.5	A TÉSZA FIZIKAI TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATA	64
5.5.1	Főzési idő.....	64
5.5.2	Főzési súly.....	64
5.5.3	Főzési veszteség.....	66
5.5.4	Keményiségi vizsgálat.....	67
5.5.5	A tészta funkcionális tulajdonságainak mérési eredményeinek értékelése	68
6	ÖSSZEGZÉS.....	70
7	MELLÉKLETEK	72
7.1	IRODALOMJEGYZÉK	72
7.2	FÜGGELÉKEK	75

2 Bevezetés, célkitűzések

Az emberiség számára a gabonák jelentik a legfontosabb táplálékforrást. Manapság egyre nagyobb a jelentősége annak, hogy a három uralkodó gabona (búza, kukorica és rizs) mellett egyéb fajok felhasználásával készítsük, egészítsük ki gabonaételeinket. Ez – amellett, hogy bővíthetjük az piaci kínálatot – egészségügyi szempontból nagy fontossággal bír, hiszen egyre több embert érintenek anyagcserezavarok, cukorbetegség és szívbetegségek, melyek kialakulásának esélyét nagyban csökkenthetjük tudatosabb, egészségesebb étrenddel. A hazánkban alapvető élelmiszerként felhasznált búza aminosav-összetétele nem kielégítő a humán szervezet számára, továbbá más gabonákhoz képest elmarad a táplálkozástani szempontból előnyös komponensek mennyiségét tekintve. Ugyan a búzát – a sikértartalma miatt – nem cserélhetjük le, de a belőle készült ételeket funkcionális komponensek hozzáadásával – célszerűen más gabonákkal, gabonafélésekkel – kiegészíthetjük.

Dolgozatomban egy hazánkban mára teljesen háttérbe szorult, ősi gabonaféleség, a köles táplálkozástani felhasználásának lehetőségét vizsgálom. Céлом, hogy megismerjük e növény magyar fajtáinak beltartalmi értékeit, és azt, hogy milyen mértékben használható fel a köles funkcionális élelmiszeradalékként.

Méréseim egy része hazai, valamint kereskedelmi forgalomban kapható kölesfajták beltartalmi tulajdonságainak meghatározásából álltak. A különböző fajták eredményei közti eltérés vizsgálata mellett dolgozatom központi kérdése az, hogy a hántolásnak milyen hatásai vannak a beltartalmi értékekre, hiszen a kölest élelmiszeripari célra csak hántoltan formában lehet felhasználni. Ezen kívül köles hozzáadásával készített tészta funkcionális tulajdonságait is vizsgálom, előkészítve az ezzel kapcsolatos későbbi, átfogóbb kutatásokat. Mindemellett áttekintem a fellelhető, kölessel foglalkozó magyar és külföldi szakirodalmat és ezeket összevetem a saját mérési eredményeimmel.

A kutatás egy része a bécsi Universitát für Bodenkultur egyetemen zajlott. Itt vizsgáltam a köles antioxidáns tulajdonságait, élelmi rost tartalmát és a köles keményítőjének amilóz-amilopektin arányát, valamint itt készítettem próbatermékeket, és

azok vizsgálata is itt zajlott. Budapesten a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszékén a köles alap beltartalmi értékeit határoztuk meg.

Irodalmi áttekintés

2.1 A köles általános leírása

A köles a pászitfűfélék (Poaceae) családjába és a kölesfélék (Panicoideae) alcsaládjába tartozó Panicum és Pennisetum és más növénynemzetségek egyes fajainak összefoglaló elnevezése. Egyéves, laza bugavirágzatú, emberi táplálkozásra alkalmas, apró magot termő, és természetesen érdemes maghozamú pászitfűfélék - jellemzően meleg égövi eredettel - tartoznak ide. A szót gyakran a hazánkban legismertebb kölesfaj, a termesztett köles (*Panicum miliaceum*, 1. ábra) rövidebb neveként is használják. (1)



1. ábra. *Panicum miliaceum* L. termése (1)

A kölest az egyik legősibb termesztett növényként tartják számon. Kőkorszakból származó leletek (hazánkban pl. Aggtelek, Lengyel) alapján e korszak fontos kásanövénye volt. Mezopotámiában már 6000 évvel ezelőtt is termesztették. Onnan jutott el Ázsiába, Afrikába, Európába az ókorban és a középkorban, majd a 16. században a spanyolok, portugálok által Amerikába. A többi gabona csak az őrlestechnikák fejlődésével foglalta el helyét. (2) (3)

Ma leginkább Ázsiában és Afrikában termesztik, olyan vidékeken, ahol a szokványos gabonák (búza, kukorica, rizs) nem termelhetőek meg, emiatt, noha a világ gabonatermelésének mindössze 4,7%-át teszi ki, rendkívül fontos gabonának számít. Indiában a negyedik legfontosabb a rizs a búza és a cirok után. Az egész világot tekintve a nyolc legjelentősebb gabona közt tartják számon. (2) (4)

2.2 A köles növényteni jellemzése

A köles egyszikű (Liliopsida) növény, a perjevirágúak (Poales) rendjébe, a pázsitfűfélék (Poaceae) családjába a kölesfélék (Panicoideae) alcsaládjába tartozó nemzetségcsoport. Számos nemzetséget sorolnak ide, mint például a Panicum, Pennisetum, Setaria, Eleusine, Digitaria, Echinochloa, Paspalum, Eragrostis, Chaetochloa, Brachiaria (1. táblázat) (1)

1. táblázat. A kölesek rendszertani osztályozása (1)

Ország	Növények (plantae)
Törzs	Zárvatermők (Magnoliophyta)
Osztály	Egyszikűek (Liliopsida)
Rend	Perjevirágúak (Poales)
Család	Pázsitfűfélék (Poaceae)
Alcsalád	Kölesfélék (Panicoideae)
Nemzetségcsoport	Paniceae
Nemzetségek	Panicum, Pennisetum, Setaria, Eleusine, Digitaria, Echinochloa, Paspalum, Eragrostis, Chaetochloa, Brachiaria

2.3 A kölesek nemzetségei, fajai, fajtái

Az ide tartozó fajok a növény, a mag tulajdonságaiban, a termőföld és éghajlati igényekben és a növekedés ütemében különböznek. A kölesek két nagy csoportra oszthatóak, a Pennisetum nemzetségre és a kis, vagy minor kölesekre. Az utóbbi csoport tagjai: Setaria italica (rókafarkú köles), Panicum miliaceum (közönséges köles vagy jófizető köles), Eleusine coracana, Panicum miliare, Eragrostis tef, Digitaria exilis, Echinochloa, Paspalum sorobiculatum. (3) (5)

A legelterjedtebb fajok közül a Pennisetum és az Eleusine fajok főleg Afrikában, a Setaria és a Panicum miliaceum pedig Európában, Japánban és az USA-ban elterjedtek, míg Ázsiában mindhárom fajt termesztik. Hazánkban mindössze egy köles fajt termesztenek, a Panicum miliaceum L.-t. (5) (6)

2.3.1 Panicum miliaceum L.

60–90 cm magas, egynyári fű, melynek a levele lándzsás, szőrös. Virágzata már a virágzás előtt bókoló, oldalra hajló. Füzérkéje egyvirágú, szálkátlan. Hazánkban két változatát termesztik. Az egyik bugája összehúzott, csomós és felálló, a másik kocsánya hosszú, bugája egy oldalra lekonyul. Ez utóbbi, a „bugás köles” bővebben terem. A humuszban gazdag, közepesen kötött talajt kedveli. A kései fagyok után kell vetni – mivel tenyészideje rövid, még júniusban is vethető. Augusztus-szeptemberben érik, magva kipergésre hajlamos. Nemcsak magját, de szalmáját is jól meg kell szárítani, különben megpenészesedik. Termése nagyon ingadozó. A mag hektolitere 65–75 kg. A le nem héjazott kölest baromfitakarmánynak és szeszfőzésre is használják. (1)

2.3.1.1 Hazai fajták

Magyarországon jelenleg Nyíregyházán, Karcagon (mindkettő a Debreceni Egyetem Agrártudományi Karához tartozik), valamint a szegedi Gabonatermesztési Kutató Közhasznú Társaságnál foglalkoznak kölestermesztéssel, kölesnemesítéssel. Karcagon két fajtát termesztenek, Nyíregyházán és Szegeden hármat-hármat (2. táblázat). Ezeken kívül korábban egyéb fajtákat (ukrán, orosz és más magyar) is termesztettek, ám ezeket 2008-tól törölték a Nemzeti Fajtajegyzékből. (7) (8) (6)

2. táblázat. Az államilag elismert kölesfajták (7)

Fajta Neve	Elismerés éve (hosszabbítás éve)	Termesztés helye
Lovászpatonai pirosmagvú	1936 (2008)	Karcag
Maxi	1991 (2008)	Karcag
Fertődi2	1959 (2008)	Szeged GK
GK Piroska	2000	Szeged GK
GK Alba(3012)	2007	Szeged GK
Gyöngyszem	1991 (2008)	Nyírkutató
Rumenka	1998	Nyírkutató
Biserka	1998	Nyírkutató

GK Alba: korai, igen jó állóképességű, csontfehér magvú fajta.

Fertődi-2: nagy termésstabilitású, középkorai tenyészidejű, középhosszú szárú és szétálló bugájú okkersárga magvú kölesfajta.

GK Piroska: korai, jó állóképességű, vörösarna magvú fajta, felhasználása elsősorban madáreleségként történik

Biserka: közepes tápanyagigényű, közepesen hosszú tenyészidejű, gyors fejlődési jellegű, pelyvásan szalmasárga szemű fajta.

Gyöngyszem: apró, sárgás-fehér szemtermésű, könnyen csépelhető fajta.

Rumenka kiváló szárazságtűrésű és betegségálló képességgel rendelkező, vörös okkersárga szemtermésű fajta. (6)

2.4 A köles táplálkozási szempontból lényeges kémiai összetétele

2.4.1 A köles makrokomponenseinek általános jellemzése

Táplálkozási értékét tekintve a köles egyenértékű, vagy értékesebb más gabonákhoz képest. A különböző fajok beltartalmi összetétele nagy változatosságot mutat. Általánosan elmondható azonban, hogy a többi gabonához képest (búza, cirok, rozs, árpa)

kisebb, vagy hasonló fehérje-tartalommal rendelkezik (8-13%), míg nyerszsírtartalma igen magas, 4-7%. Hamutartalma a búzaliszt hamutartalma (2-5%) feletti, szénhidrát tartalma, keményítőtartalma átlagos (60-70%), nyersrosttartalma kb. 3-7%, energiatartalma szintén magas (1400-1500KJ/100g) - az egyik legmagasabb a gabonák közt - ez a magas zsírtartalomnak köszönhető (4. táblázat). Nedvességtartalma kb. 10-12% A kölesben az élelmi rostok mennyisége (7-15%) és az antioxidáns tulajdonságok jelentősek. A 3. táblázatban egyes kölesfajok makrokomponens-összetételét foglaltam össze. (5) (9) (10)

3. táblázat. Az egyes kölesfajok makrokomponenseinek összehasonlítása (5) (10)

Faj	Nedvesség (%)	Szénhidrát (%)	Fehérje (%)	Hamu (%)	Nyers zsír (%)	Energia (kJ)
Pennisetum glaucum	10	70	11,8	2,3	4,8	1483
Eleusine coracana	12	74	7,3	2,6	3,62	1403
Digitaria exilis	10	75	3	3,4	1,8	1541
Eragrostis tef	11	73	9,6	2,9	2,0	1411

4. táblázat. Köles (*Pennisetum glaucum*) és egyéb teljes kiőrlésű gabonák kémiai összetétele (% száraz anyag) (9)

Gabona	Keményítő (%)	Fehérje (%)	Hamu (%)	Nyers zsír (%)
Kemény búza	77,4	13,5	0,56	0,98
Lágy búza	77,9	11,0	0,71	0,86
Árpa	53,6	19,4	2,88	2,31
Rozs	58,0	13,3	1,96	2,53
Cirok	67,7	12,1	1,87	3,32
Köles (<i>Pennisetum gl.</i>)	67,4	8,8	1,82	4,22

2.4.2 A köles fehérjéi

A kölesek fehérjetartalma fajonként, azon belül pedig fajtánként változó, kb. 8 és 15% között mozog (5. táblázat), de akad olyan forrás, amely, az adott fajtánál, 24,5%-os fehérjetartalomról számol be (24) (5). (11)

5. táblázat. Különböző kölesfajok fehérjetartalma (5) (11)

Kölesfaj	Fehérjetartalom (%)
Pennisetum americanum	8,6-17,4
Pennisetum glaucum	6-24
Eragrostis tef	9-11
Digitaria exilis	5,1-10,4
Eleusine coracana	6-14

A magok fehérjetartalmában szerepet játszik természetesen az időjárás, a termesztési körülmények és a földrajzi származás is. Összefüggés van a kölesszemek fizikai tulajdonságai és a fehérjetartalom közt. Így például a **Pennisetum glaucum** magjának mérete és annak beltartalmi összetétele közt. Minél nagyobb a mag, annál nagyobb a fehérjék aránya. A gabonahozam növekedésével azonban ez az arány csökken. A **Eleusine coracana** esetében a fehérszemű magok magasabb fehérjetartalommal rendelkeznek, mint a barnaszeműek. (11) (12) (13)

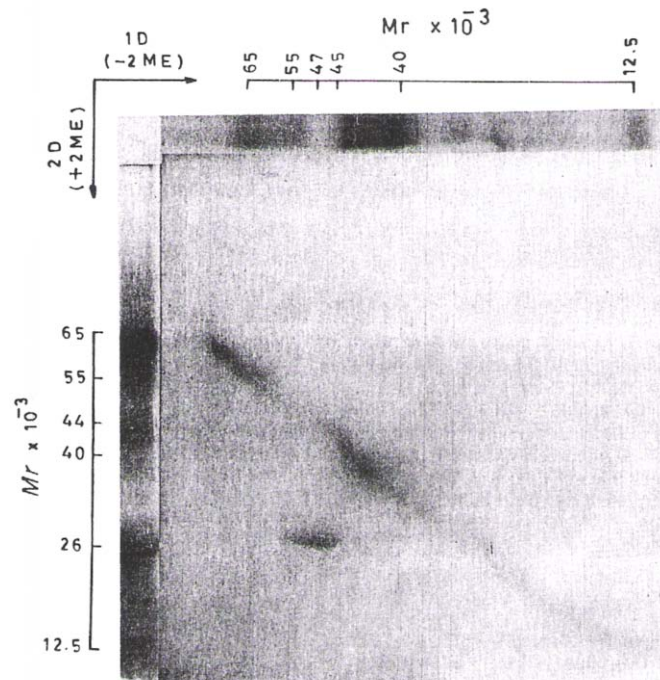
A különböző fehérjefrakciók aránya szintén az adott fajra jellemző, de általánosan elmondhatjuk, hogy a legtöbb faj esetében a prolaminfehérjék dominálnak. A prolaminfrafrakciók fő alegységei a legtöbb kölesfajnál az α -prolaminok. Noha számos faj esetében igen feltérképezetlen még ez a terület, elmondható, hogy a frakciók oldhatósága erősen különbözik, ami az eltérő polimerizációs viselkedésre vagy az eltérő hidrofobicitásra vezethető vissza. (5) (11) A vizsgált kölesfajoknál úgy tűnik, hogy prolamin fehérjék rokonságban állnak a kukorica ezen frakcióival. Számos faj (Eragrostis tef, Eleusine coracana, Panicum miliare, Echinochloa frumentacea, Panicum miliaceum) α -prolaminjai homológok bizonyultak a kukorica α -zeinjeivel. (14) (15) Valószínű az is, hogy a kukorica kisebb zeinjeinek homológjai jelen vannak a kölesek fehérjéiben, noha eddig csak a Digitaria exilis nagyobb alegységeinek a δ -zeinekkel való kapcsolatát sikerült bebizonyítani. Ilyen például a Setaria italica, mely metioninban gazdag α - és β -setarinjai hasonló metionin összetétellel rendelkeznek, mint a kukorica β - és δ -zeinjei. (16) Mivel a különböző kölesfajok fehérje-összetétele eltérő, a továbbiakban a legelterjedtebb kölesfajok fehérjéinek jellemzőit fajonként ismertetem.

A **Pennisetum americanum** fehérjetartalma 6 és 24% közt mozog, átlagos fehérjetartalma pedig 12,3%. Fehérjefrakcióit tekintve a prolaminok körülbelül 45%-át, a glutelinek 30-35%-át teszik ki a fehérjéknek, míg az albuminok és globulinok esetében ez a szám – összesen – 25% (6. táblázat). A prolaminok és a globulinok kiegészítetik egymást, tehát, ha egy fajtánál magasabb a prolamin tartalom, akkor – ezzel együtt – a glutelinek mennyisége alacsonyabb lesz, és ez fordítva is igaz. (11) (10)

6. táblázat. Egyes Pennisetum americanum fajták fehérjefrakcióinak aránya (11)

Pennisetum americanum fajta	Fehérje %	Fehérje frakciók %			
	(% Nx5.83)	Albuminok	Globulinok	Prolaminok	Glutelinek
9947	9,6	7,2	16,8	33,1	42,9
13809	11,6	6,5	11,6	36,6	45,3
13837	7,5	9,3	16,4	43,0	31,3
14257	6,1	9,6	15,7	40,7	34,0
15918	4,3	7,3	12,6	49,5	30,6
MSH-3A	15,1	9,1	16,7	38,5	35,7
HHB-60	7,9	6,4	14,9	33,2	41,5
WCC-75	11,6	8,2	13,7	38,3	39,8
Átlag	9,2	8,0	14,8	39,1	37,6

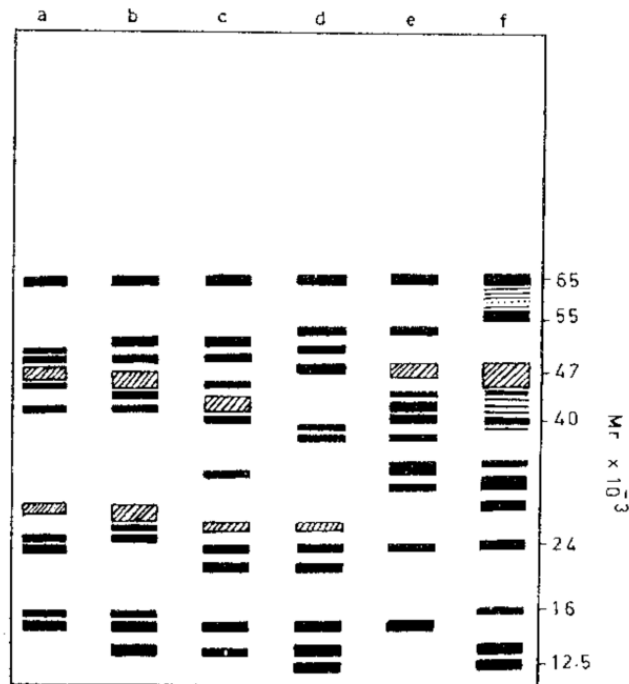
A fehérjék két dimenziós SDS-PAGE-el (2. ábra) történő vizsgálata során megállapították, hogy a prolaminokat egyedül alkotó 47-45 kDa-os alegységek 26-25 kDa-os polipeptidekből épülnek föl. Ezen alegységek e kölesfaj egyetlen diszulfid-kötött polipeptidjei. (11)



2. ábra. A *Pennisetum americanum* fehérjének kétdimenziós SDS-PAGE gélképe, először nem-redukáló (-2ME), majd redukáló (+2ME) körülmények közt futtatva. (11)

Egyéb gabonák prolaminjaival összevetve megállapították, hogy a *Pennisetum americanum* prolaminfrakciója meglehetősen eltér azokétól. Míg a *Pennisetum americanum* esetében a prolaminokat mindössze egyetlen alegység alkotja, addig más gabonák esetében ez a szám kb 20. Az alegységek méretét tekintve a *Pennisetum americanum* leginkább a kukoricához hasonlít, ahol szintén kicsi ezen alegységek mérete a többi gabonákéhoz képest (árpa hordein: 35-10,5 kDa, gliadin: 30-60 kDa). (11)

A *Pennisetum americanum* különböző fajtáinak prolaminfehérjéi közt igen kicsi különbségek voltak, annak ellenére, hogy azok különböző területekről származtak. Ez arra utal, hogy a csíra - a fehérjék tekintében - igen kis változásokon ment keresztül a faj házasítása során, jól konzervált. Különbőféle *Pennisetum* fajokat vizsgálva azonban jelentős eltérések mutatkoztak azok polipeptidmintázatában. (11)



3. ábra. Különböző *Pennisetum* fajok fehérjéinek polipeptid mintázata, SDS-PAGE-el, nem-redukáló körülmények közt futtatva. a-b= különféle *Pennisetum* fajok, f= *Pennisetum americanum* (11)

A *Pennisetum glaucum* prolamin fehérjéin (pennistinek) redukáló körülmények közt, SDS-PAGE-el végzett vizsgálatok során megállapították, hogy ezen faj prolaminfrakciói egy nagyobb, 22kDa és kisebb, 20kDa és 10 kDa-os polipeptid alegységekből állnak. A további, kétdimenziós, nem-redukáló SDS-PAGE-el történő vizsgálat során megállapították, hogy a prolamin fehérjék nagy része 45-47 kDa-os dimerek formájában van jelen. A pennistinek és a kukorica zeinjeinek kapcsolatát N-terminális aminosav szekvencia analízis, valamint belső viszkozitás méréssel sikerült bizonyítani. Az tisztázott, hogy az α -zeinek kapcsolatban állnak a *Pennisetum* prolaminek főbb polipeptidjeivel, azonban a kisebb alegységek kapcsolatának bizonyítására ezidáig nem történtek próbálkozások. (17)

A *Setaria italica* prolaminjai (setarinok) a köles fehérjéinek több mint felét teszik ki. A prolaminek alegységei egy nagyobb, 17-22 kDa-os valamint egy kisebb, 12 kDa-os csoportokra oszlanak. Ezek az alegységek azonban oligomerek és polimerek formájában vannak jelen, melyek gélszűrőssel két nagy csoportra oszthatók: 100kDa fölöttire, valamint 40-100 kDa közöttire. (18) (19)

Ezen oligomerek és polimerek oldhatóság szerint tovább oszthatóak három frakcióra, melyek aminosav-összetétele hasonlóságot mutat a kukorica α -zein frakcióinak aminosav-összetételével (magas glutamát, glutamin (19-24 mol%), alanin (11-15mol%) és leucin (9-16 mol%) tartalom). Más tanulmányok a setarinok oldhatósággal való frakcionálása során olyan setarinfrakciókat - α -setarinra és β -setarinokat - nyertek, melyek feltételezhetően rokonságban állhatnak a kukorica β - és δ -zeinjeivel. (20) (21)

A **Digitaria exilis** szokatlanul gazdag metioninban (4,8%), ami két nagyobb, ezen aminosavban gazdag (7,8%) fehérjének köszönhető (19 kDa és 17,5 kDa). Ezek a fehérjék kb 35%-át teszik ki az SDS + 2-merkaptotetanollal extrahált frakciónak és gazdagok ciszteinben (6,4 és 5,3 mol%) is. Ezen fehérjék bizonyítottan rokonságban állnak, a 19 kDa-os fehérje pedig homológ a metioninban szintén gazdag 10 kDa-os δ -zeinrel. (15)

A **Eragrostis tef** és a **Eleusine coracana** egyaránt olyan prolaminokkal rendelkeznek, melyek alkohol-víz elegyben kevésbé oldhatóak redukáló ágens nélkül. Ez polimerek nagy mennyiségű jelenlétére utal. 50 %-os propan-1-ollal extrahált frakció redukáló körülmények közt történő SDS-PAGE vizsgálata két, vagy három nagyobb csoportot mutatott 20-26 kDa-os intervallumban. Két nagyobb alegység aminosavjainak, valamint N-terminális aminosav-szekvenciájának vizsgálata mindkét fajnál rámutatott, hogy azok homológok a kukorica típusú prolaminjaival. (22)

2.4.3 A köles aminosavtartalma

Általánosan elmondható, hogy a köles aminosav-összetétele ideális emberi táplálkozás szempontjából. Magasabb a metionin és cisztein, valamint az esszenciális aminosav-tartalma, mint az általánosan fogyasztott gabonáknak (búza, kukorica, rizs). A 7. táblázatban különböző kölesfajok esszenciális aminosavösszetételét foglaltam össze. (23)

7. táblázat Esszenciális aminosavak mennyisége különböző kölesfajok esetében (gN/16g) (5)

	Pennisetum*		Eleusine coracana*		Digitaria exilis	Eragrostis tef	Napi ajánlott bevitel
Cisztein	1,8	1,6	2,6-3,2	1,7	2,2-2,5	1,9	2,5
Izoleucin	3,9	4,56	4,32-4,5	4,0	4,0-4,3	3,2	2,8
Leucin	9,5	12,42	7,7-7,70	7,8	10,5-11,8	6,0	6,6
Lizin	3,2	2,84	2,55-2,72	2,5	1,9-2,5	2,3	5,8
Metionin	1,8	2,6	2,75-3,68	2,9	3,0-4,5	2,1	2,5
Fenilalanin	4,1	n.a.	2,88-3,45	4,1	5,7-6,8	4,0	6,3
Treorin	3,3	4,07	n.a.	3,1	3,3-3,7	2,8	3,4
Triptofán	1,4	1,5	1,45-1,28	1,3	1,6	1,2	1,1
Tirozin	3,0	n.a.	n.a.	4,1	3,5	1,7	6,3
Valin	4,9	6,01	6,4	6,4	5,2-5,5	4,1	3,5
Fehérjetartalom	11,8	12,30	7,3	n.a.	9,0	9,6	-

*Az adatok több forrásból származnak.

A **Pennisetum glaucum** prolamin frakciójának (pennisetins) az aminosav összetétele hasonló a kukorica és a cirok prolamin frakcióinak aminosav-összetételéhez. Míg magas glutamát, glutamin (23-24%), alanin (8-9%) és a leucin (14%) tartalommal rendelkeznek, addig a prolin (8%), cisztein és metionin tartalmuk viszonylag alacsony (kisebb, mint 1%). (17)

A fentebb már említett magméret befolyással van az aminosav-összetételre is. Úgy találták, hogy minél nagyobb a köles szeme, annál nagyobb az aminosavak aránya a magban. Kivétel ezalól a lizin. A nagyobb szemek 30%-al több triptofánt, 25%-al több leucint, 20%-al több izoleucint és valint, és közel 10%-al több metionint és treonint tartalmaztak, míg a lizintartalmuk 30%-al csökkent a kisebb magvakéhoz képest. A **Pennisetum glaucum**nak jó az aminosavösszetétele, noha számos tényező is befolyásolhatja azt. A WHO referenciái szerint leucintartalma magas, valin és izoleucintartalma elfogadható, viszont lizinből és kéntartalmú aminosavakból keveset tartalmaz. A keményítőben gazdag endosperm kevés esszenciális aminosavat tartalmaz, míg a csíra fehérjéiben azok aránya jelentős. (24)

A **Eleusine coracana** esetében emberi táplálkozás szempontjából értékes aminosav-összetételről számoltak be, megközelítőleg 2,5% lizin, 1,3% triptofán, 2,9% metionin, 3,1% treonin, 7,8% leucin, és 4,0% izoleucin tartalommal. (25)

Digitaria exilis aminosav-tartalma változatosságot mutat, attól függően, hogy fekete, vagy fehér a szem színe. A Sötét színű magokban magasabb a leucin, és az alanin tartalom. A lizin mindkét vizsgált fajtánál limitáló aminosav volt. A *Digitaria exilis* metionin tartalma kifejezetten nagy(kétszer akkora, mint például a tojásban). (25)

A **Pennisetum americanum** magasabb triptofántartalommal rendelkezik, mint más gabonák. A 8. táblázat Százalékos triptofánösszetétel a különböző fehérjefrakciókban különböző *Pennisetum glaucum* fajták esetében láthatjuk, hogy a glutelinek rendelkeznek a legmagasabb triptofántartalommal, azután, csökkenő sorrendben a, prolaminok az albuminok és végül a globulinok következnek. Az össztriptofántartalomra vonatkoztatva (9. táblázat) a legnagyobb mennyiségű triptofán a albuminokban, ezt követően a glutelinekben, az prolaminokban és végül a globulinokban található. (11)

8. táblázat Százalékos triptofánösszetétel a különböző fehérjefrakciókban különböző *Pennisetum glaucum* fajták esetében (11)

Köles fajta	Százalékos triptofán összetétel			
	Albuminok	Globulinok	Prolaminok	Glutelinek
9947	15,4	7,5	31,8	45,4
13809	15,9	3,8	31,7	48,6
13837	16,8	6,0	36,3	40,8
14257	11,7	12,2	33,7	42,4
15918	25,3	4,1	41,8	28,8
MSH-3A	23,0	6,0	31,5	39,4
HHB-60	18,2	6,4	24,5	50,9
WCC-75	15,3	11,9	20,8	51,9
Átlag	18,0	7,2	31,5	43,5

9. táblázat Fehérjefrakciók triptofán tartalma különböző *Pennisetum glaucum* fajták esetén (11)

Köles fajta	Triptofántartalom (g/ 100g fehérje)			
	Albuminok	Globulinok	Prolaminok	Glutelinek
9947	1,3	0,3	0,6	0,6
13809	1,8	0,2	0,6	0,8
13837	1,4	0,3	0,6	0,9
14257	0,9	0,6	0,6	0,9
15918	2,6	0,2	0,6	0,7
MSH-3A	2,0	0,3	0,7	0,8
HHB-60	1,6	0,2	0,4	0,7
WCC-75	1,4	0,6	0,4	0,9
Átlag	1,6	0,3	0,6	0,8

Ahogy a 10. táblázatban láthatjuk, a *Pennisetum americanum*-ban az összlizintartalomra vonatkoztatva a legtöbb lizin a prolaminokban található, ezt követően a glutelinekben és az albuminokban körülbelül ugyanannyi és végül, a globulinokban mértek a legkevesebbet. A lizintartalmat az egész magra vonatkoztatva viszont a prolaminok után a globulinok és a glutelinek következtek, az albuminokban pedig – az albuminok lényegesen kisebb mennyisége miatt – az összlizintartalomból a legkevesebbet birtokolták (11. táblázat) (11)

10. táblázat. Százalékos összetétel a különböző fehérjefrakciókban, *Pennisetum glaucum* fajták esetében (11)

Fajta	Százalékos lizin összetétel			
	Albuminok	Globulinok	Prolaminok	Glutelinek
9947	22,8	13,7	34,1	29,4
13809	28,5	4,7	36	30,8
13837	27,9	10,8	36,2	25,1
14257	25,4	10,9	33,9	29,8
15918	24,7	6,6	40,9	27,8
MSH-3A	32	10,3	32,9	24,8
HHB-60	27,8	9,1	33,2	29,9
WCC-75	30,2	9,5	34,7	25,6
Átlag	27,4	9,45	35,2	27,9

11. táblázat A fehérjefrakciók lizin-tartalma különböző *Pennisetum glaucum* fajták esetében (11)

Fajta	Lizintartalom (g/ 100g fehérje)			
	Albuminok	Globulinok	Prolaminok	Glutelinek
9947	1,2	0,31	0,39	0,26
13809	1,7	0,16	0,39	0,27
13837	1,4	0,32	0,41	0,39
14257	1,2	0,31	0,37	0,39
15918	1,7	0,26	0,41	0,45
MSH-3A	1,8	0,31	0,43	0,35
HHB-60	1,6	0,22	0,36	0,26
WCC-75	1,5	0,29	0,38	0,27
Átlag	1,5	0,27	0,39	0,33

2.4.4 A köles lipidtartalma

A köles zsírtartalma magas, ezt figyelembe kell venni a tárolásnál, mert az avasodási folyamatok miatt megkeseredhet. Ez nem pusztán a magas zsírtartalomnak, hanem a többszörösen telítetlen zsírsavaknak és a magas hidrolitikus enzimaktivitásnak is köszönhető. (9) (5) Az egyes kölesfajok lipidtartalmát a 12. táblázatban láthatjuk.

12. táblázat Különböző kölesfajok lipidtartalma (5)

Kölesfaj	Lipidtartalom (%)
<i>Pennisetum glaucum</i>	4-7
<i>Eragrostis tef</i>	2
<i>Digitaria exilis</i>	2,1-5,2
<i>Eleusine coracana</i>	1,3

A *Pennisetum glaucum* lipidtartalma kb. 5,53-10,76%. E fajban körülbelül nyolcszor annyi szabad lipid (5,6-7,1%; 2-12mg/100g) fordul elő, mint amennyi kötött állapotban van (0,6-0,9%). A szabad lipidek 70-75%-a telítetlen A lipidfrakció nagyrészt triacil-gliceridekből áll, míg a többi lipidet szterolok, észterek, hidrokarbonok és szabad zsírsavak alkotják. A kölesből nyert olajban a zsírsavak kb. 84%-a telítetlen. (9)

2.4.5 A köles szénhidrátartalma

A kölesek szénhidrátartalma körülbelül 60-80% (13. táblázat). Ennek nagy részét a keményítő teszi ki. Az **Eleusine coracana** 70-76% szénhidrátot tartalmaz: 60% keményítő, 7,9% cellulóz, 0,8% redukáló cukor, 0,5% dextrin és 4,9% pentozán. (26)

13. táblázat Különböző kölesfajok szénhidrátartalma (12) (18)

Kölesfaj	Szénhidrátartalom (%)
Pennisetum glaucum	65-72
Eragrostis tef	73,0
Digitaria exilis	62,7-80,0
Eleusine coracana	70-76

2.4.5.1 Szabad cukrok

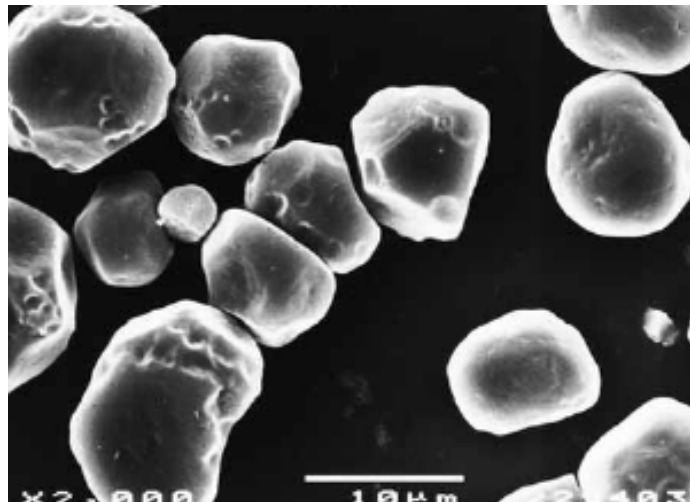
A **Eleusine coracana**ban glükóz, fruktóz, szacharóz és rafinóz található meg szabad cukorként. Ezek mennyisége 1,2-2,8%. Ezek közül a szacharóz dominál, 1,2-2,5%-al. (26) A **Pennisetum glaucum** szabad cukor tartalma 1,9-2,8%. (5)

2.4.5.2 Keményítő

A 14. táblázatban láthatjuk, hogy a kölesek keményítőtartalma kb. 70%. A keményítő összetétele hasonló a kukorica és a cirok keményítő-összetételéhez, körülbelül kétharmad rész amilopektint és egyharmad rész amilózt tartalmaz. (5) (26) **Pennisetum americanum**ot vizsgálva megállapították, hogy a keményítőszemcsék nagy része poligonális, méretük 3,5-16,0 μ m. (4. ábra), (10)

14. táblázat Különböző kölesfajok keményítőtartalma (5) (12)

Kölesfaj	Keményítőtartalom (%)
Pennisetum glaucum	70
Pennisetum americanum	65,8-75,3
Eleusine coracana	60



4. ábra. *Pennisetum americanum* keményítőszemcséinek elektron-fotomikrográfós képe (10)

A keményítő frakció 0,9% fehérjét, 0,2-0,5% hamut és elhanyagolható mennyiségű zsírt tartalmaz. A keményítő teljes amilóz tartalma 32,7-38,2%, az oldható amilóztartalom pedig 27,6-32,0% közé esik. A keményítő DMSO-ban való oldhatósági mintázata megegyezik a többi gabona keményítőjével. (10)

2.4.5.3 Nem keményítő poliszaharidok

A Hadimani és munkatársai (10) *Pennisetum americanum* esetében vizsgálták a nem keményítő poliszacharidok összetételét és mennyiségét. Eredményeik a 15. táblázatban láthatóak.

15. táblázat Kölesből izolált nem-keményítő poliszacharidok összetétele, HVO=hideg vízben oldható; MVO=meleg vízben oldható; PP=pektin poliszacharidok; HA-A=Hemicellulóz A; HB-B=Hemicellulóz B; Ara/Xyl=Arabinóz-Xylóz arány; Pent/Hex=Pentóz-Hexóz arány (12)

	HVO	MVO	PP	HC-A	HC-B	Cellulóz
Összetétel (%)						
Hozam	3,4	0,7	0,8	0,5	0,2	0,8
Teljes CHO	3,04	0,16	0,61	0,41	0,16	0,79
Fehérje	0,36	0,54	0,19	0,09	0,04	0,01
Össztevő cukrok (g/100 g)						
Arabinóz	0,02	0,03	0,3	0,01	0,02	0,04
Xilóz	–	0,03	0,28	0,02	0,04	–
Mannóz	–	0,01	–	–	–	–
Galaktóz	–	–	–	–	0,01	–
Glükóz	2,58	0,06	–	0,32	0,05	0,66
Uronsav	0,44	0,07	0,02	0,05	0,01	0,08
Ara/Xil	1	1	1,1	0,4	0,6	–
Pen/Hex	–	0,9	1	0,1	1	–

2.4.6 Bioaktív komponensek, és egyéb speciális összetevők

2.4.6.1 A köles ásványi összetevői

A kölesről általánosan elmondható, hogy egyéb gabonákhoz képest kiemelkedően magas a hamu-, az ásványianyag-tartalma.

16. táblázat Köles és egyéb gabonák ásványi összetétele (mg/kg) (9)

Ásványi komponens (mg/kg)										
	P	K	Mg	Ca	Na	Zn	Fe	Mn	Cu	Cr
Kemény búza	3498	826,2	301,2	159,5	46	30,8	13,2	5,2	1,4	0,1
Lágy búza	977,6	1225	306,5	202,2	38,4	7,6	13,9	8,1	1,6	0,001
Árpa	4570	4572	1971	736,2	238,4	74,2	128,4	9,2	5,7	0,9
Cirok	349,9	239,9	187,7	27,3	4,6	3,1	10,6	1,2	0,2	0,8
Rozs	3620	3570	1328	348,7	67,2	30,6	44	24,4	2,9	0,7
Köles	2879	2798	1488	508,6	60,89	65,9	199,8	8,1	3,4	7,7

A **Pennisetum americanum** rendkívül magas a vas, a kobalt, a króm és a kalciumtartalma, továbbá gazdag még magnéziumban és cinkben is. 199,8 mg/kg vasat, 0,27mg/kg kobaltot, 7,7mg/kg krómot és 508,6mg/kg kalciumot tartalmaz. A búzához viszonyítva minden ásványi komponens - kivéve a foszfort – jelentősen többet tartalmaz (16. táblázat Köles és egyéb gabonák ásványi összetétele (mg/kg) (9). (9) (1) Az **Eleusine coracana** ásványi komponens tartalma 1,58-2,80% közt mozog, míg hamutartalma 2,25-4,00%. Magas kalcium (0,26-0,43% az egész magra vonatkoztatva, míg más gabonáknál ez mindössze 0,01-0,06%, vas (9,9-17,4mg/100g), réz (0,5-0,59 mg/100g), mangán (1,9 mg/100g), és kálium (314-408 mg/100g) tartalommal rendelkezik. Hamutartalma 5-30-szor magasabb, mint a legtöbb gabonának. A különböző kölesfajok ásványi komponenseit a 17. táblázatban foglaltam össze. (26)

17. táblázat Különböző kölesfajok ásványi komponensei (mg/100g) (9)

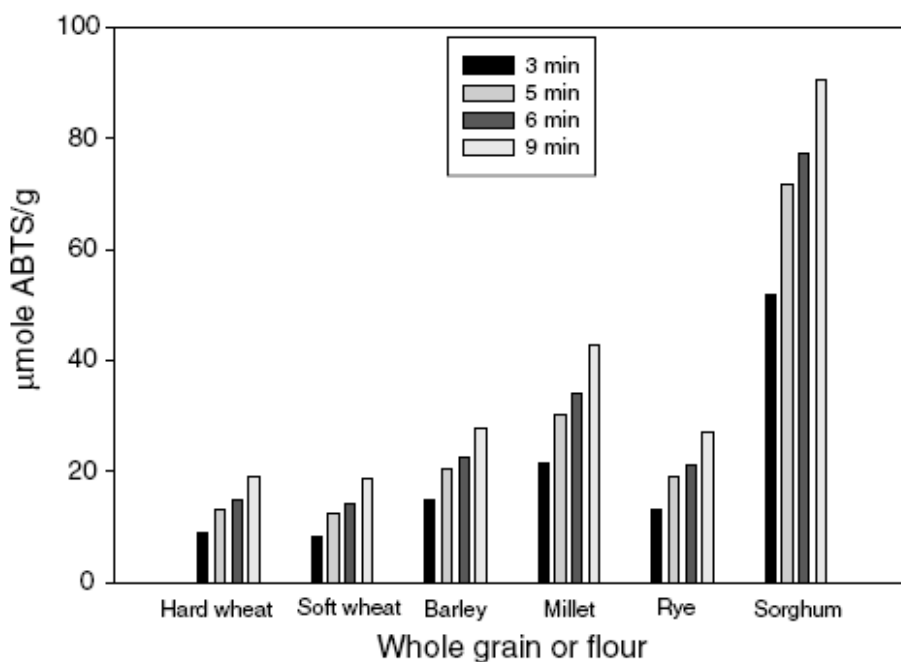
	Ca	Cl	Cr (µg)	Cu	Fe	Mg	Mn	P	K	Na	Zn	Mo
Digitaria exilis	44	-	-	-	8,5	-	-	177	-	-	-	-
Eragrostis Tef	159	13	250	0,7	5,8	170	6,4	378	401	47	20	-
Eleusine coracana	344	44-84	-	0,50	9,9	140	1,9	250	314	49	1,5	2
Pennisetum americanum	508,6	-	7,7	3,4	199,8	1488	1488	2879	2798	60,89	65,9	-
Pennisetum glaucum		43	0,5	9,8	1149,8	0,8114	1900,8	339	418	1,5	2	-

2.4.6.2 Antioxidáns tulajdonságok, fenolos komponensek mennyisége a kölesben

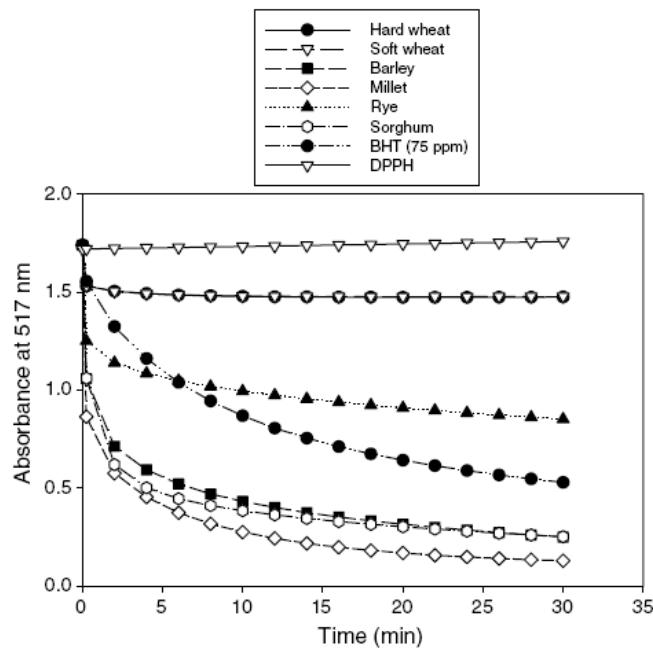
Egyéb gabonákat tekintve a köles közepes mennyiségű fenolos vegyületet tartalmaz, viszont intenzívebb, jobb antioxidáns tulajdonságokkal rendelkezik. A 18. táblázatban, a 6. ábra és a 5. ábrán látható, hogy hat vizsgált gabona közül a köles antioxidáns tulajdonsága a második legintenzívebb a kiemelkedő értékeket mutató cirok után, megelőzve az árpát, a rozst, a lágycsütőt és a kemény búzát. (9)

18. táblázat Köles, búzaliszt és más teljes kiőrlésű gabonák antioxidáns tulajdonságai és a teljes összetétel fenolos vegyületeket tekintve (9)

Gabona	Fenolos vegyületek (galluszsav eqvalens) ($\mu\text{g/g}$)	DPPH gyökfogó kapacitás 10 perc elteltével ($\mu\text{mole/g}$)*	ABTS gyökfogó kapacitás 3 perc elteltével ($\mu\text{mole/g}$)
Kemény búza	562	4.33	8.8
Lágy búza	501	4.17	8.3
Árpa	879	21.00	14.9
Cirok	4128	195.8	51.7
Rozs	1026	12.17	13.0
Köles	1387	23.83	21.4



5. ábra. ABTS szabadgyökfogó-kapacitás köles (millet) és különböző gabonák esetében, eltérő idő elteltével (9)



6. ábra. A DPPH gyökök mennyiségével egyenesen arányos abszorbancia (Absorbance at 517 nm) változása kölesből (millet), egyéb gabonákból, valamint egy antioxidáns standard oldatból (BHT) készült extraktumokban az idő függvényében. (A cirokból készült extraktum tízszeres hígításának adatai szerepelnek az ábrán.) (9)

2.4.6.3 A köles vitamintartalma

A köles gazdag B vitaminokban, különösen niacinban (B17), B6 vitaminban és folsavban. Egyes tanulmányok C-vitamin-tartalomról is beszámolnak. Elmaradott afrikai országokban fontos, hogy fogyasztása segít megelőzni a különböző hiánybetegségeket, így a beri-beri (a tiamin, a B1-vitamin hiánybetegsége) kialakulását. (5) (1) (19. táblázat. Különböző kölesekben található vitaminok mennyisége

19. táblázat. Különböző kölesekben található vitaminok mennyisége (mg/100g) (5)

Faj	Niacin	Tiamin	A-vitamin	Riboflavin	C-vitamin
<i>Pennisetum glaucum</i>	260,6	310,3	2,2	190,2	-
<i>Eleusine coracana</i>	110,0	420,2	2,16	100,1	-
<i>Digitaria exilis</i>	190,9	470,5	-	100,1	-
<i>Eragrostis tef</i>	250,5	300,3	8	180,2	88

2.4.6.4 A köles élelmi rost tartalma

A Pennisetum glaucum élelmi rost tartalma (genotípustól függően) kb. 15-17%, melyen belül jelentős mennyiséget tartalmaz nem-oldható élelmi rostból, valamint körülbelül azonos mennyiségben tartalmaz oldható és nem-oldható nem-keményítő poliszacharidokat. Ahogyan azt a 20. táblázatban láthatjuk, lényegesen magasabb rezisztens keményítőtartalommal rendelkezik, mint a búzaliszt és a legtöbb teljes kiőrlésű gabona. Ez 2,0% és 1,8% közötti értéket jelent, míg más gabonák esetében ez az érték kevesebb, mint 1,0%. (9) (5)

20. táblázat. Pennisetum glaucum és egyéb teljes kiőrlésű gabonák élelmi rost összetétele (% száraz anyag) (9)

	Oldható élelmi rost	Rezisztens keményítő	Nem oldható élelmi rost	Teljes élelmi rost-tartalom
Kemény búza	1,61	0,20	2,98	4,59
Lágy búza	1,78	0,55	1,87	3,65
Árpa	2,56	0,23	22,07	24,63
Cirok	1,42	1,77	19,59	21,01
Rozs	3,70	0,20	14,07	17,77
Köles	1,45	1,96	13,50	14,95

2.5 A köles felhasználása

A világon termesztett köles kb. 80%-át élelmezésre használják fel. Ezen kívül madáreleségként, takarmányként hasznosítják. A köles hagyományos felhasználásáról főleg afrikai és indiai országokban beszélhetünk. Itt kását és kovásztalan kenyeret, erjesztett kölesből készülő kenyeret, valamint csíráztatott alapanyag felhasználásával készülő italféleléseket, sört készítenek. Ezeknek az ételeknek fontos tulajdonságuk, hogy lényegesen tovább eltarthatóak, mint a köles lisztje, de emellett táplálkozási jelentőségük is van, ugyanis mind a csíráztatás, mind pedig az erjesztés során megnőnek a köles táplálkozási értékei. Nő a fehérjék és a keményítő emészthetősége, nő a hasznosítható ásványi komponensek mennyisége, mivel lecsökken a fitát, a polifenol és a tannin mennyiség. (5) (16)

2.5.1 A köles hántolása

Tradicionalis ételek készítéséhez a kölest hántolatlanul használják fel. Ez azonban élelmiszeripari felhasználás esetében nem lehetséges. Ha a kölest hántolatlanul alkalmazzuk, - a héj jelenléte miatt - az abból készült termékeknek kellemetlen, dohos szaga, rágós állaga és sötét íze lesz. A köles héjának eltávolítása azonban lényegesen nehezebb, mint a többi gabona hántolása. A magok aprók és táplálószerkezetük könnyen morzsolódó, lisztes szerkezetű, ezért széttöredezik a hagyományos hántolási folyamatok során. Ennek elkerülése érdekében a kölest hidrotermikus kezelés alá kell vetnünk hántolás előtt. (4)

A kezelés ideális körülményei *Eleusine coracana* esetén a következők (4):

- áztatás 30°C-os vízben 8 órán át, 33% nedvességtartalomig
- gőzölés 20 percen át, 98°C-on, atmoszférikus nyomáson
- szárítás 40°C-on, 12% nedvességtartalomig

Shobana és munkatársai (4) számos hántolási eljárás tesztelése után a legideálisabbnak egy vízszintes elrendezésű, szilícium-karbid bevonatú, tárcsás malom használatát találták, mely tárcsái közt a távolság valamivel kisebb volt ($1,35 \pm 0,05$ mm), mint a magok átlagos átmérője. Hántolás előtt a magokat kb. 6% hozzáadott vízzel permetezték. A hántolás során három frakció - a hántolt magok, a törött részek, és a maghéj - keletkezett. A legideálisabb eljárással kezelt és hántolt magok tömegének 82%-át a hántolt köles, 15%-át az elválasztott héjak, és kb. 3%-át a törött szemek tették ki.

2.5.1.1 A hántolás hatása

A hántolás során a szemek megkeményednek ($1,1 \text{ kg/cm}^2$ -ről $7,1 \text{ kg/cm}^2$ -re nő a keménység), a kukoricamagéhoz hasonló állagú táplálószerkezet alakult ki. Emellett lényegesen csökkent a köles fehérje-, zsír-, kalcium- és foszfortartalma. Ezek sorrendben 22%, 40%, 43%, és 48%-kal csökkentek a hántolatlan kölesben mért értékekhez képest. A hántolás csökkentette az élelmi rost-tartalmat, megnőtt azonban az oldható rost-tartalom. A polifenolok és a fitát-foszfor mennyisége is csökkent (sorrendben 74,7%-kal és 39,8%-kal), ezáltal megnőtt a hasznosítható ásványi anyagok és fehérjék hányada. (4) A hántolatlan és

hántolt köles beltartalmi értékei a 21. táblázat. A köles beltartalmi összetétele hántolás előtt és után (4)

21. táblázat. A köles beltartalmi összetétele hántolás előtt és után (4)

Komponens	Hántolt köles	Hántolatlan köles
Fehérje (g%)	8,1	6,3
Zsír (g%)	1,5	0,9
Keményítő (g%)	68,1	74,0
Élelmi rost (g%)	22,0	14,7
Oldható élelmi rost (g%)	2,5	2,4
Oldhatatlan élelmi rost (g%)	19,7	12,3
Ásványi anyagok (g%)	1,9	1,0
Savoldhatatlan hamu (mg%)	0,12	0,07
Kalcium (mg%)	317	180
Foszfor (mg%)	211	109
Fitát (mg%)	236	142
Polifenolok (mg%)	265	67

2.5.2 Kölesből készült termékek funkcionális tulajdonságai

Ezidáig számos tanulmány foglalkozott kölesből, vagy hozzáadásával készült gabonaalapú termékek előállításával és azok tulajdonságainak mérésével.

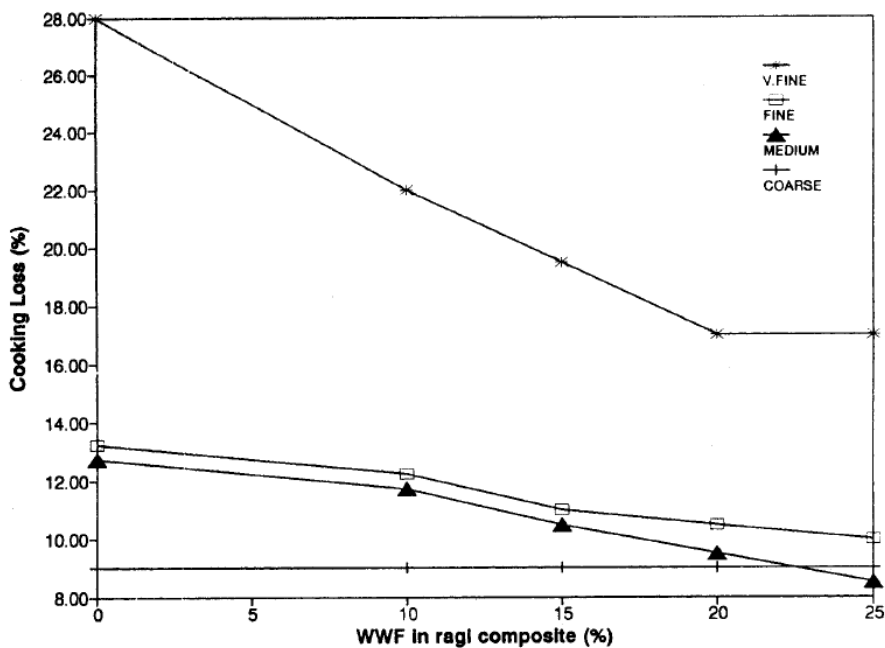
Pathak és munkatársai (14) megállapították, hogy az általuk készített indiai kovásztalan lapos kenyér (chapati) - melyet búzaliszt és különféle gabonák keverékéből készítettek - nyújthatósága 10% kölesliszt adagolásáig nőtt, majd, a köles mennyiségének növelésével csökkent. Továbbá a kölestartalom növelése a kenyér kettétöréséhez szükséges maximális erő, a deformációs modulus és a töréshez szükséges energia emelkedésével járt együtt (22. táblázat).

22. táblázat Különböző arányú köles-adagolással készített indiai lapos kenyér funkcionális tulajdonságai. (14)

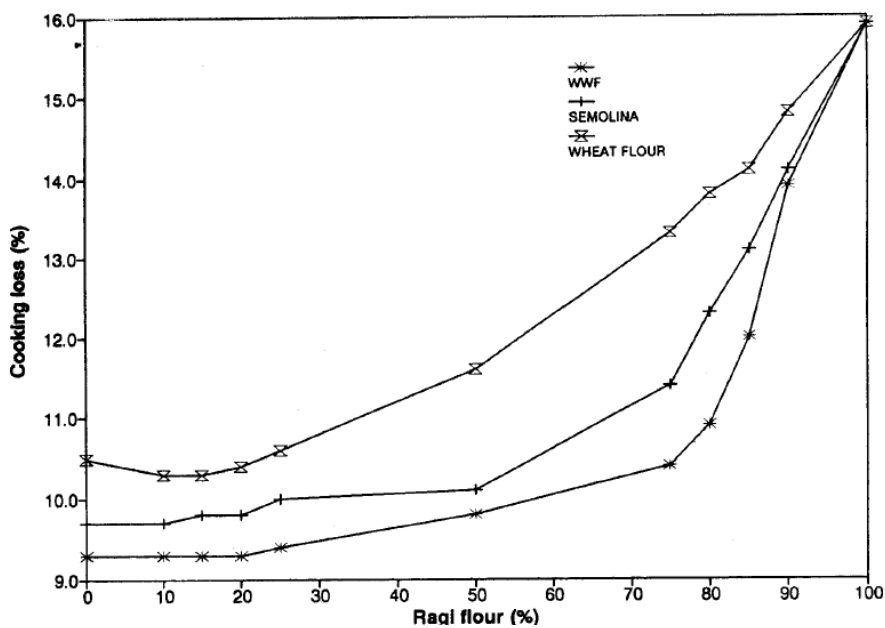
Köles arány	Nyújthatóság (mm)	A töréshez szükséges maximális erő (N)	Deformációs modulus (MPa)	A töréshez szükséges energia (J)	Víz abszorpció (%)
0%	8,117	1,9	0,260	0,0164	57
10(%)	11,29	3,6	0,345	0,0425	63,3
20(%)	5,14	2,6	0,240	0,0159	64,7
30(%)	5,11	2,4	0,521	0,0148	66,6

Vetrimani és munkatársai (15) hántolatlan köles (Eleusine coracana) felhasználásával készítettek metélt tésztát (liszt és megfelelő mennyiségű víz) és ennek mérték a funkcionális tulajdonságait. Vizsgálták, hogy milyen hatással van a minőségre a különféle búzalisztek kölesliszthez való adagolása, a tészta megpirítása, a kölesliszt szemcsemérete és a tészta elkészítéséhez használt víz hőmérséklete. Emelett megvizsgálták a köles lisztjének összetételét.

Eredményeik azt mutatják, hogy a köles lisztje lényegesen magasabb hamu és rost-tartalommal bír, mint a búzaliszt. A funkcionális vizsgálatok során pedig megállapították, hogy a búzaliszt mennyiségének növelése (50%-ig), a tészták pörkölése (120°C, 3 perc), a tészta készítéséhez használt meleg (75°C-os) víz és a közepes szemcseméretű liszt javította a tészta minőségét. A tészta minőségének meghatározásához a főzési veszteséget, a főzési súlyt mérték és műszeres vizsgálatokat végeztek. A 7. ábra és a 8. ábra az egyes paraméterek változásának a főzési veszteségre gyakorolt hatását láthatjuk. (15)

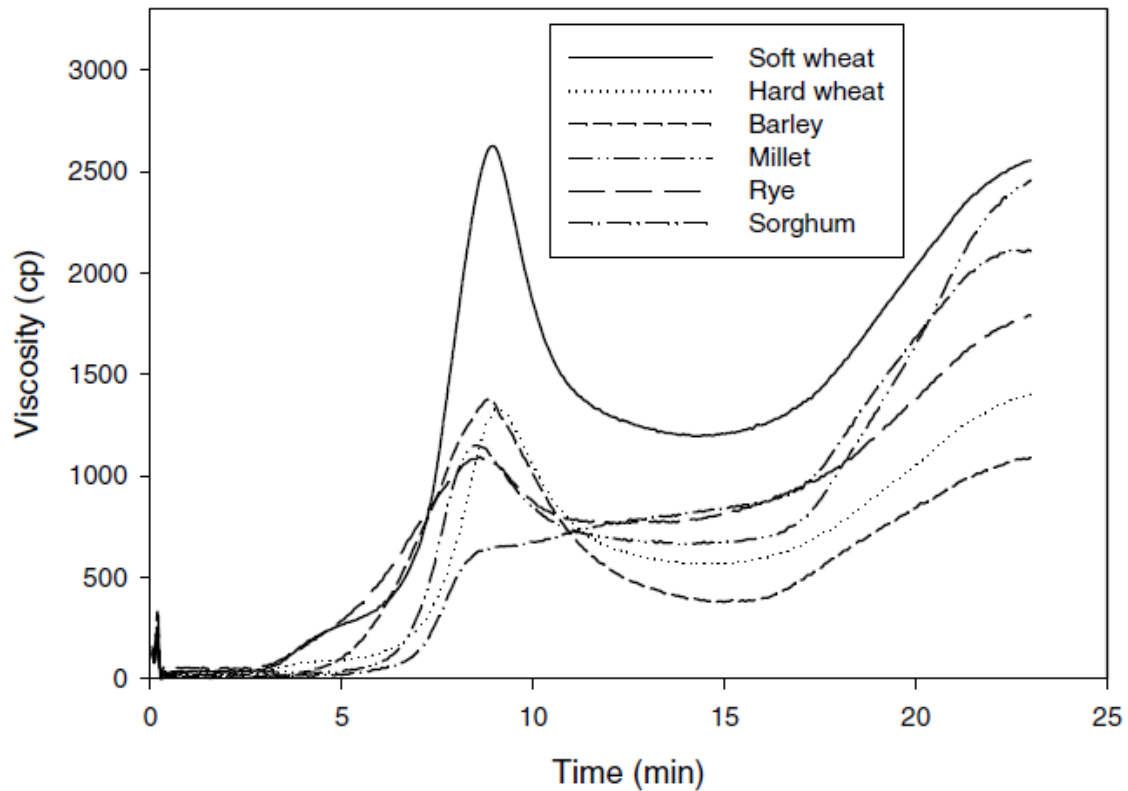


7. ábra. Köleslisztből készült tészta főzési vesztesége (Cooking Loss (%)) teljes kiőrlésű búzaliszt hozzáadott mennyiségének (WWF in ragi composite (%)) és a liszt szemcseméretének függvényében (fentről lefele: nagyon finom, finom, közepes, durva) (15)



8. ábra. A főzési veszteség (Cooking loss (%)) alakulása a tésztához használt liszt kölestartalmától (ragi), valamint a felhasznált búzaliszt fajtájától függően. WWF= teljes kiőrlésű búza, Semolin=magbelső, Wheat flour=búzaliszt (15)

Ragae és munkatársai (13) több gabona lisztjéből, köztük hántolatlan köles lisztjéből (*Pennisetum glaucum*) és búza-köles keveréklisztből készített termékek minőségét és ugyanezen alapanyagokat RVA módszerrel vizsgálták. A kölesliszt és a búzaliszt RVA görbéi, valamint a görbék értékei a 9. ábrán és a 23. táblázatban láthatók. Lényeges eltérés mutatkozik a kölesliszt és a búzaliszt görbéi közt.

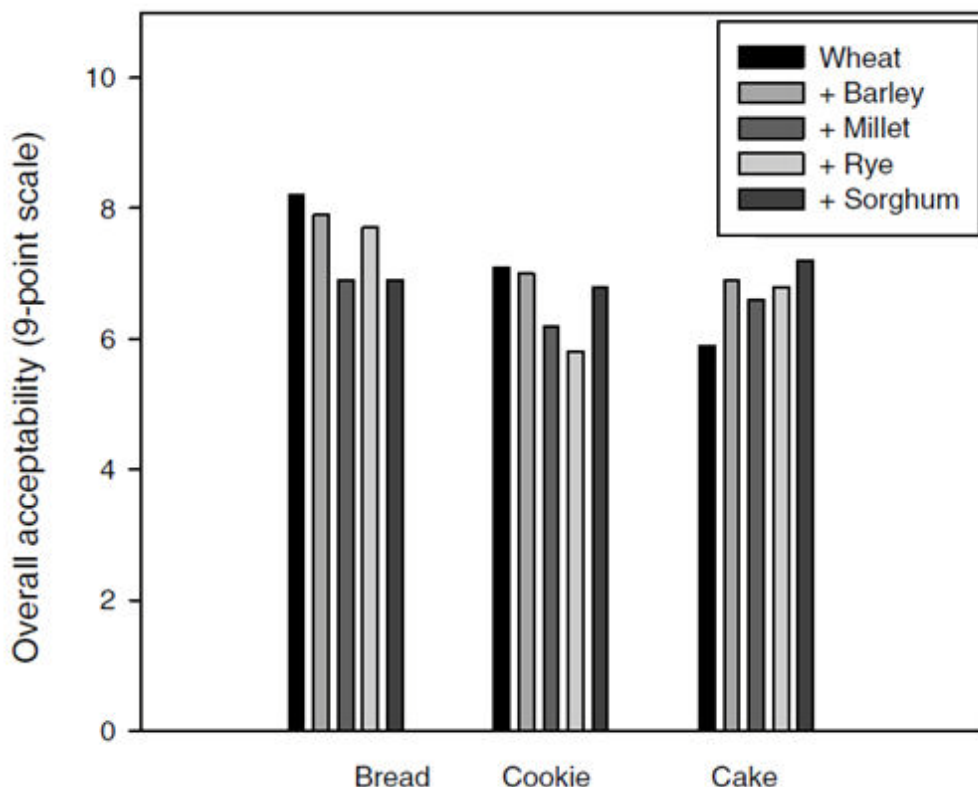


9. ábra. Lágy búza (soft wheat), kemény búza (hard wheat), árpa (barley), köles (millet), rozs (rye) és cirok (shorghum) RVA görbéi (13)

23. táblázat és a belőle készült keverékek RVA értékei CsH=csirizedési hőmérséklet, CsV=csúcsviszkozítás, Csl=csirizedési idő, FTS=forró tézsta stabilitás, VV= végső viszkozítás (13)

Liszt	CsH	CsV	Csl	FTS	VV	Dermedés	Letörés
kemény búza	94,9	9,1	1335	560	1402	775 (58)	842 (60)
Lágy búza	95,0	8,9	2599	1181	2531	1419 (55)	1351 (53)
köles	94,8	8,5	1130	656	2452	474 (42)	1796 (73)
85% kemény búza + 15%köles	86,9	9,1	1363	588	1826	775 (57)	1238 (68)
85% lágy búza + 15%köles	83,9	9,0	1956	808	2588	1148 (59)	1780(69)

Hántolatlan köles hozzáadásával készült termékek – pita, keksz és sütemény – legmagasabb, még elfogadható kölesliszt-tartalmát egyenként állapították meg. A pita (100g 1,5g só, 2,0g élesztő és megfelelő mennyiségű víz) ideális kölesliszt-tartalma 15%, míg a kekszé és a süteményé (30) 30% volt. A termékek érzékszervi és fizikai tulajdonságainak (súly, méretek) mérési eredményét figyelembe véve kapott elfogadhatósági pontszámok alapján készített diagram a 10. ábrán látható. (13)



10. ábra. Különböző gabonák hozzáadásával készült pita (bread), sütemény (cake), és keksz (cookie) elfogadhatósági pontszáma (overall acceptability). wheat=búza, garley=árpa, millet=köles, rye=rozs, cirok=shorgum (13)

2.5.3 Termékek Magyarországon

A köles Európában, és Magyarországon is - az egészséges táplálkozás elterjedésével - egyre nagyobb teret nyer, főleg biotermékként kerül bolti forgalomba. Búza-, vagy rozslisztbe keverve kenyérként, illetve speciális köles ételek (pl. fasírt, felfújt) formájában hasznosítják, de alkalmazzák snack alapanyagként is. (5) (8)

Magyarországon, kereskedelmi forgalomban kapható kölestartalmú, kölesből készült termékek:

- Bio kölesgolyó, extrudált, 130g
- Bio oázis köles, 500g
- Bio oázis pille-pelyhek köles, 100g
- Biopont Köles, hántolt, BIO, 500g
- Cali vita cholestone tableta koleszterinre, 90db
- Füstölt köles csemegekukoricával
- Galbusera olíva koleszterinmentes kréker, 400g
- Kölestúrós reformtorta
- Natura köles, 200g
- Piszkei Bio köleses karika, 4 db/cs.200 g
- Piszkei Köleses pelyhes, 3 db/cs
- Ursaat barna köles, 500g
- Vitalplus extrudált bio kölesgolyó,150g
- Kölesliszt, 5kg/30kg
- Barna vadköles liszt, 500g
- Kölesliszt BiOrganik, 250g
- BIO Magvas toast kenyér, 350 g, BIO színező malátával(13)

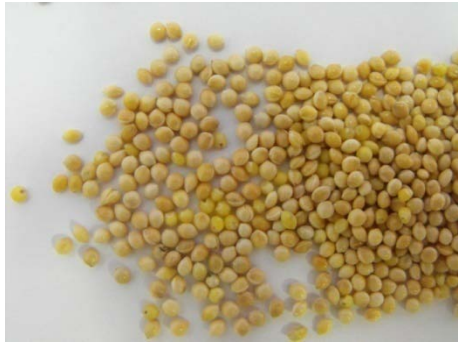
3 A mérések során használt minták, mérési módszerek

3.1 Kölesminták

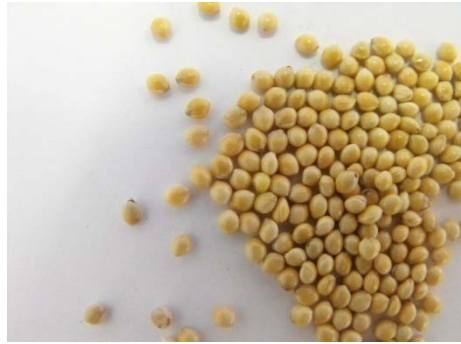
A méréseket a nyolc Magyarországon megtalálható kölesfajta közül haton (11. ábra. Biserka -16. ábra) és két, gyógynövényboltokban kapható hántolt kölesen végeztem el (24. táblázat).

24. táblázat. A vizsgált kölesek fajtáinak megnevezése és származási helyük

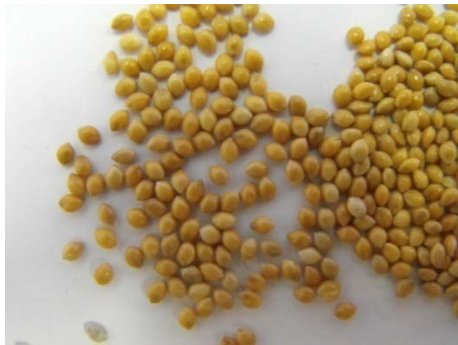
Fajta Neve	Származás
Fertődi-2	Szeged GK
GK Piroska	Szeged GK
GK Alba (3012)	Szeged GK
Gyöngyszem	Nyírkutató
Rumenka	Nyírkutató
Biserka	Nyírkutató
BioPont hántolt köles	Kína (kiskereskedésből)
Natura hántolt köles	Eu (kiskereskedésből)



11. ábra. Biserka



14. ábra. GK Alba



12. ábra. Fertődi-2



15. ábra. GK Piroska



13. ábra. Rumenka



16. ábra. Gyöngyszem

A magyarországi mintákat hántoltattuk, és a hántolt magvakon is elvégeztük a beltartalmi méréseket. Tésztát, a rendelkezésre álló kis mennyiségek miatt, csak a bolti kölesekből készítettünk.

3.2 Órlés

A beltartalmi méréseket a BME-n végeztük, itt egy Cemotec 1090 Sample mill típusú asztali malmot használtunk a magok őrlésére.

A FRAP, TPC, élelmi rost, valamint az amilóz-amilopetin arány meghatározása a bécsi BOKU egyetem laboratóriumában történt, itt egy KMF 100 Basic IKA Werke típusú asztali malommal, 0,5 mm lyukméretű szita használatával történt az őrlés.

A tésztakészítéshez nagyobb mennyiségű lisztre volt szükség, ezért ezt egy nagyobb kapacitású túmalmon végeztem, szintén a bécsi BOKU egyetemen.

3.3 Hántolás

A hántolás a Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézetben, laboratóriumi körülmények közt történt. A mérésekhez a hántolás során keletkezett törött magokat használtuk, mivel a hántolt, egész magok a maghéjak maradványaival erősen szennyezettek voltak.

3.4 Alap beltartalmi értékek meghatározásának módszerei

Az alap beltartalmi méréseket a BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszer-tudományi tanszékén végeztük, mintánként két párhuzamost mérve.

3.4.1 Nedvességtartalom

A meghatározást a MSZ 20501/1-87 szabvány szerint végeztük. Ez közvetett, szárításos nedvességtartalom meghatározási módszer, melynek során adott tömegű mintát súlyállandóságig szárítunk.

Meghatározás menete:

Szárítószekrényben előre kiszárított és exsikkátorban lehűtött, ismert tömegű (W_1) fedeles edényekbe mértünk 3 g mintát analitikai pontossággal (W_2). 130°C-os szárítószekrényben 1 órán át szárítottuk, exsikkátorban hűtöttük, majd visszamértük a tömeget (W_3). A nedvességtartalmat a következő képlet alapján számítottuk:

$$\text{Nedvesség\%} = \frac{W_3 - W_1}{W_2}$$

3.4.2 Fehérjetartalom

A nyersfehérje tartalom meghatározást a Dumas-féle égetéses eljárással, LECO FP-528 típusú készüléken végeztük. A készülékben a megfelelően aprított és homogenizált minták szervesanyag-tartalma 800°C-nál nagyobb hőmérsékletű oxigénáramban CO₂-re, H₂O-ra valamint különböző oxidációs állapotú nitrogén-oxidokká bomlik. Ezek inert vivőgázzal, izzó rézspirálon átvezetve molekuláris nitrogénné redukálódnak, melynek mennyisége volumetrikusan, hővezetőkéesség mérő detektorral meghatározható.

Meghatározás menete:

Adott térfogatú mintát mértünk be speciális ónfóliákba, melyek nem tartalmaznak nitrogént. Ezeket a készülékbe helyeztük, mely, az előre megadott Kjeldahl átszámítási faktor és a mért N % alapján automatikusan számította a nyersfehérjetartalmat:

$$\text{Fehérje\%} = \text{N\%} (\text{Kjeldahl} - \text{faktor})$$

Az alkalmazott Kjeldahl-faktor 6,25 volt minden minta esetén.

3.4.3 Nyerszsírtartalom

A nyerszsírtartalom meghatározást TECATOR SYSTEM HT-6 típusú félautomata készüléken végeztük. Ennek elve, hogy a megfelelően aprított és homogenizált mintát az extraktorban víz és peroxidmentes oldószerrel extraháljuk. Az oldószertartály melegítésének hatására annak gőzei egy oldalcsövön keresztül érik el a hűtőt, majd ott kondenzálva átfolynak a mintát tartalmazó hüvelyen. A 20 perces, ún. meleg extrakció során a mintahüvelyek az oldószertartályban vannak, majd 40 percig abból kiemelve zajlik a hideg extrakció. Ennek végeztével az oldószert ledesztilláljuk, és a maradék, kioldódott anyagot szárítószekrényben szárítjuk.

Meghatározás menete:

Analitikai pontossággal 3 g mintát mértünk be (W_1) az előre kiszárított mintatartó hüvelyekbe. Az üres oldószertartályok tömegét is lemértük (W_2). Az alkalmazott oldószer minden minta esetén 30 ml hexán volt. Az extrakció és a hexán eltávolítása után az oldószertartályokban lévő maradékot 105°C-on 30 percig szárítottuk, exsikkátorban hűtöttük, majd visszamértük a tömeget (W_3). A nyerszsírtartalmat a következő képlet alapján számítottuk:

$$\text{Nyerszsír}\% = \frac{W_3 - W_2}{W_1}$$

3.4.4 Nyersrosttartalom

A meghatározást a Wende módszer alapján végeztük FIBERTEC SYSTEM M típusú félautomata készülék segítségével. Ennek elve, hogy a mintát savasan, majd lúgosan hidrolizáljuk, desztillált vízzel mossuk, zsírtalanítjuk, majd a maradékot szárítószekrényben szárítjuk és visszamérjük. Ezután hamvasztjuk, és a hamutartalommal korrigált érték a nyersrosttartalom.

Meghatározás menete:

A meghatározáshoz kb. 0,5 g mintát mértünk be a szűrőtégelybe analitikai pontossággal (W_1). A hidrolízist és zsírtalanítást követően a tégelyeket 2 óráig szárítottuk 130°C-os szárítószekrényben, exsikkátorban hűtöttük és lemértük (W_2). Ezután 5 óráig 500°C-os kemencében izzítottuk, és hűtés után ismét lemértük a tömeget (W_3). A nyersrost-tartalmat a következő képlet alapján számítottuk:

$$\text{Nyersrost}\% = \frac{W_2 - W_3}{W_1}$$

3.4.5 Hamutartalom

A meghatározást a MSZ 20501/1-87 szabvány szerint, izzítással végeztük. A minta szerves anyag tartalma az izzítás, majd hamvasztás során elbomlik, a maradék adja a hamutartalmat.

Meghatározás menete:

A meghatározáshoz 1 g mintát mértünk analitikai pontossággal (W_1) az előre kiizzított, ismert tömegű porcelántégelybe (W_2). Elektromos főzőlapon 30 percen át, száraz szenes maradék keletkezéséig izzítottuk, majd 6 órán át 550°C-os kemencében hamvasztottuk. Ezután a tégelyt hűtöttük, és a tömeget visszamértük (W_3). A hamutartalmat a következő képlettel számítottuk:

$$\text{Hamu}\% = \frac{W_3 - W_2}{W_1}$$

3.5 Speciális, táplálkozástanilag fontos, bioaktív komponensek vizsgálata

Az egyéb, táplálkozástanilag fontos komponensek vizsgálatát a bécsi BOKU egyetem Élelmiszertechnológiai Tanszékén végeztük.

3.5.1 Élelmi rost-tartalom meghatározása

Az élelmi rost mennyiséget Merck gyártmányú „Bioquant Total Dietary Fiber” kit segítségével mértem. Ez enzimes és gravimetriás meghatározást kombináló módszer. A meghatározást két párhuzamos mintán végezzük. Első lépésben hőstabilizáló -amiláz enzimmel kell kezelni a mintákat, mely a keményítőt részlegesen lebontja. Ezután proteázzal kell a fehérjéket emésztetni, végül a maradék keményítőt amiloglükozidázzal teljesen lebontani. Az oldható élelmi rostot 95%-os etanollal kell kicsapni, majd szűrni, etanollal és acetonnal mosni, végül megszárítani és a tömegét mérni. Az első párhuzamos minta fehérjetartalmát Kjeldahl módszerrel, a második párhuzamos mintából pedig hamutartalmat kell mérni. A két

párhuzamos átlagából a fehérje-, hamutartalommal és vakmintával korrigálva kapjuk a teljes élelmi rost tartalmat.

A meghatározás menete:

A minták teljes őrleményéből 1,0 g mennyiséget mértem be analitikai pontossággal 400 ml-es főzőpohárba három alkalommal (két párhuzamos és egy vak) úgy, hogy a tömegek közti eltérés a 20 mg-ot nem haladta meg.

Két vakot (minta nélkülit) is előkészítettem. A mintákhoz 40 ml foszfátpuffert adtam. Hozzáadtam 50µl α-amiláz oldatot és 30 percig 95-100°C-on inkubáltam. 60°C-ra hűtöttem, majd hozzáadtam 50µl proteáz oldatot és inkubáltam 30 percig 60°C-on. 5ml 0,56M sósavat adtam hozzá, majd ezen a hőmérsékleten a pH-t 4,0-4,7 közé állítottam 5% NaOH és 5% HCl segítségével. Ezután 150µl amiloglikozidáz oldatot adtam hozzá és inkubáltam 30 percig 60°C-on. Ezután minden mintához 220ml 60°C-os 95%-os etanolt adtam. A csapadékot 1 órán át szobahőmérsékleten üleptettem, majd előkészített üvegszűrőkön, kis mennyiségű 78 %-os etanollal mosva, vákuum mellett szűrtem. (Az üvegszűrők előkészítése: 525°C-on 1 órán át izzítottam, hűtöttem, majd kb 1 g Celite 545-öt mértem be, és ismét 525°C-on egy éjszakán át izzítottam. Hűtöttem, 105°C-on szárítottam, hűtöttem és lemértem a szűrőket. A felhasználásig exsikkátorban tároltam.) A csapadékot 105°C-on szárítószekrényben szárítottam egy éjszakán át, majd hűtöttem és lemértem. A párhuzamosak egyikéből Kjeldahl-fehérje meghatározást végeztem, a másikkól hamutartalmat határoztam meg. Az élelmi rost mennyiségét a következő képlet alapján számítottam:

$$\text{Diétásrost\%} = \frac{m_R - m_P - m_A - m_B}{m \cdot 100}$$

Ahol: m_R : csapadék tömege (átlag)

m_P : fehérje tömege a csapadékban

m_A : hamu tömege a csapadékban

m_B : vakminta tömege

m : a bemért minták tömegének átlaga.

3.5.2 A fenolos komponensek mennyiségének meghatározása (TPC)

A TPC-t spektrofotometriásan, Folin-Ciocalteu reagens segítségével határoztam meg. A reagens Na-molibdát és Na-volframát keveréke. A reakció során a fenolos komponensek kioldódnak és lilás színeződést okoznak, melyet 760 nm-en fotometriásan lehet detektálni.

Felhasznált anyagok:

- Folin-Ciocalteu reagens, 1:10 arányú desztillált vizes hígítása
- Na₂CO₃ -oldat, 7,5 %

Mintaelőkészítés:

A meghatározáshoz 1g mintát mértem be analitikai pontossággal. A fenolos komponensek extrakcióját 85:15 arányú MeOH-1MHCl eleggyel kevertetés mellett 20 percig végeztem. 15 perces 4°C hűtés után centrifugacsövekbe töltöttem, majd 5 percig centrifugáltam 4000 1/min fordulatszámmon. Ezek tartalmát 25 ml-es mérőlombikba szűrtem, és jelre töltöttem az oldószerrel. Mintaként három párhuzamos mérést végeztem.

Meghatározás menete:

2 ml-es Eppendorf csövekbe pipettáztam 120 minút, 600 μ l Folin -reagenst és összevortexeltem. 2 perc elteltével 960 Na₂CO₃ -oldatot adtam hozzá. 5 percig 50°C-os vízfürdőn inkubáltam, szobahőmérsékletre hűtöttem, és vortexelés után 15 mp-ig 12000 1/min sebesség mellett centrifugáltam (Eppendorf centrifuge 5810). 760 nm hullámhosszon spektrofotométerrel (HITACHI-1100, Japan) mértem az abszorbanciákat. Vak mintaként az oldószert használtam. A kiértékelést ferula savra felvett kalibrációs egyenes segítségével végeztem el, így az eredményeket ferula sav ekvivalensben kaptam meg. Minden mintából 3 párhuzamos mérést végeztem.

3.5.3 Redukáló képesség meghatározása (FRAP)

Alacsony pH-n a Fe(III)-TPTZ komplex Fe(II)-vé redukálódik, melynek intenzív kék színe 595 nm-en detektálható. Az abszorbancia változása közvetlenül a minta teljes redukáló erejével hozható összefüggésbe.

Felhasznált anyagok:

- Acetát puffer, 0,3 M, pH 3,6
- $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 20 mM
- HCl, 40 mM
- TPTZ, 10 mM: a reagens 0,0312 g 2,4,6-tripiryridyl-s-triazine 10 ml 40 mM sósavban készült oldata

Mintaelőkészítés

A mintaelőkészítést a TPC-meghatározással azonos módon végeztem, itt is három párhuzamos mérést végezve.

Meghatározás menete:

A FRAP-reagenst a következőképpen készítettem el: 10:1:1 arányban kevertem össze 0,3M acetát-puffert, 10mM TPTZ-t, és 20mM $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -t.

A meghatározáshoz a minták 1:2 hígítását használtam fel, így μg mintát 100 μl oldószerrel mértem be 2ml-es Eppendorf csövekbe. Hozzápipettáztam 1300 FRAP - reagenst, vortexeltem, majd 37°C-on 30 percig inkubáltam vízfürdőn. Ismételt vortexelés után 595 nm hullámhosszon spektrofotométerrel (HITACHI-1100, Japan) mértem az abszorbanciákat. Vak mintaként desztillált vizet használtam. Kalibráló oldatként ismert koncentrációjú Fe(II) oldatot használtam, így az eredményeket Fe(II)-ekvivalensben kaptam meg. Minden mintából 3 párhuzamos mérést végeztem.

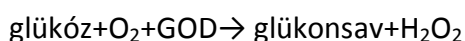
3.6 A keményítőben található amilóz-amilopektin arányának meghatározása

Az amilóz-amilopektin meghatározására a ©Megazyme International Ireland Ltd. 2006 cég K-AMYL 04/06 eljárását használtam.

Az eljárás során elsőként DMSO-ban feloldjuk a mintát. A feloldott lipidek eltávolítása végett etanollal kicsapjuk a keményítőt, majd DMSO-ban újraoldjuk. Az újraoldott keményítőből ezután egy speciális, Con A oldattal kicsapjuk, majd eltávolítjuk az amilopektint. (Ez az oldat lektin konkanavalin A-t tartalmaz, mely meghatározott körülmények közt (pH, hőmérséklet, és ionerősség) csapadékot alkotva komplexet képez az α -D-glükopiranozil vagy az α -D-mannopiranozil egységekből álló, elágazó poliszacharidokkal, a többszörösen nem redukáló végeknél. Amilopektinnel tehát komplexet képez és kicsapja azt, míg az amilózzal nem lép reakcióba.)

Az így maradt amilózt amiloglükozidáz- α -amiláz enzim segítségével glükózzá hidrolizáljuk, majd ennek határozzuk meg a koncentrációját. A teljes keményítőtartalom meghatározás ezzel egy időben történik, azonban ez esetben nem választjuk el az amilopektint, hanem a teljes keményítőtartalmat hidrolizáljuk és meghatározzuk az így keletkezett glükóz-koncentrációt.

A glükóz-koncentráció meghatározására GOPOD reagenst használunk, mely egy pufferoldat, ami glükóz-oxidázt, valamint peroxidáz enzimet és 4-aminoantipirint tartalmaz. A glükóz-oxidáz (GOD) a glükózt glükonsavvá alakítja, a keletkezett H_2O_2 -t pedig a peroxidáz (POD) bontja és a Trinder-féle indikátor reakcióban 510 nm-en jól mérhető színes kondenzációs termék keletkezik. Az abszorbancia növekedés arányos a minta glükóz koncentrációjával.



Felhasznált oldatok

- nátrium-acetát puffer (100mM, pH 4,5)
- cc. Con A oldószer (600 mM, pH 6,4 nátrium-acetát puffer)
- Con A (working concentration) oldószer (cc. Con A oldószer 3:10 arányú hígítása vízzel)
- Con A oldat
- DMSO (dimetil-szulfoxid)
- GOPOD reagens (enzim- és puffer oldat felhasználásával készítjük)
- D-glükóz standard
- Amiloglikozidáz- α -amiláz oldat
- 96%-os etanol

Mintaelőkészítés:

Elkészítettem az eljárás során használt oldatokat.

Kis csavarzárral ellátott kémcsőbe bemértem 18 mg mintát (3párhuzamos+standard) két tizedes jegy pontossággal. A mintákhoz 1 ml DMSO-t pipettáztam, a kémcsövek vortexelése közben. Ez meggátolja a csomóképződést, a minta oldószerben való hatékony elosztatását biztosítja. Ezután a kémcsöveket 5 percre 100 °C vízfürdőbe helyeztem – közben időnként vortexeltem a mintákat. Az öt perc letelte után a vízfürdőből kivettem a mintákat és 5 percig szobahőmérsékleten állni hagytam azokat. Ezután vortexelés közben 2 ml etanolt (96%) pipettáztam a kémcsövekbe, majd ezt követően - ezúttal vortexelés nélkül - újabb 4 ml etanolt adtam hozzájuk. 15 perc állás után a kémcsöveket 2000 1/min fordulatszámon 5 percen át centrifugáltam. Centrifugálás után a felülúszót óvatosan lepipettáztam, majd a leülepedett maradékot papírtörlőn legalább 10 percen keresztül szárítottam. Eztán a kémcsövekbe vortexelés közben újra 2 ml DMSO-t adtam és addig vortexeltem azokat, míg fel nem szakadt a kémcső aljáról az összes, centrifugálás során odatapadt maradék. 15 percig újra 100 °C-os vízfürdőbe helyeztem a kémcsöveket, és időnként vortexeltem azokat. A 15 perc letelte után a kémcsövekbe pipettáztunk 4 ml-t az előre elkészített Con A

(workconcentration) oldószerből, majd a kémcső tartalmát 25 ml-es mérőlombikba töltöttük és a kémcsövet további 4 ml Con A (workconcentration) oldószerrel mostuk. A mérőlombikokat jelre töltöttem – szintén Con A (workconcentration) felhasználásával.

Az így készített oldatot használtuk fel a továbbiakban a keményítő, valamint az amilóz mennyiségének meghatározására is.

Meghatározás menete:

Az amilóz mennyiség meghatározáshoz szükséges oldatok készítése a következőkben leírtak szerint történt. 2 ml-es eppendorf csövekbe 1 ml-t pipettáztam a fent leírtak szerint elkészített oldatokból. Ezekhez hozzáadtam 0,5ml Con A oldatot és egy órán keresztül állni hagytam a csöveket. Egy óra elteltével 14000 1/min fordulatszámon 10 percen keresztül centrifugáltam azokat. A centrifugálás után 1ml felülúszót pipettáztam 15 ml-es centrifugacsövekbe, majd ezekhez adtam 3,0 ml acetátpuffert. A csöveket 5 percen át 100 °C-os vízfürdőben, majd újabb öt percen át 40°C-os vízfürdőben inkubáltam. Ezután vortexelés közben a csövekbe pipettáztam 0,1ml amiloglükózidáz/ -amiláz oldatot. A csöveket 30 perc újabb 40°C-os inkubálás után 2000 1/min fordulatszámon 5 percen át centrifugáltam, majd a felülúszókból 1ml-t kémcsövekbe pipettáztam (két párhuzamos mindegyik centrifugacsőből) és ezekhez 4 ml GOPOD reagenst adtam.

Eközben elkészítettem az összkeményítő meghatározásához szükséges oldatokat is. A mérőlombikokból 0,5 ml-t kis kémcsövekbe pipettáztam, ezekhez 4,0 ml acetátpuffert és 0,1 ml amiloglükózidáz/ α -amiláz oldatot adtam. 10 percen keresztül 40°C-on inkubáltam ezeket, majd kémcsövekbe pipettáztam belőlük 1,0 ml-t (két párhuzamos) és hozzájuk adtam 4,0 ml GOPOD reagens.

Elkészítettem továbbá a méréshez szükséges vak és standard (csak tájékoztató jellegű) mintákat is (két-két párhuzamos):

- Standard: 0,9 ml acetát-puffer + 0,1ml glükóz standard + 4 ml GOPOD reagens
- Vak: 1 ml acetát-puffer + 4,0 ml GOPOD reagens

Végül az összes kémcsövet (amilóz, összkeményítő, vak, standard) egyszerre, 20 percen át 40°C-on inkubáltam, majd 510 nm-en, spektrofotométerrel mértem az oldatok abszorbanciáját. Az így kapott mérési eredményekből a következőképpen számoltam az amilóz-amilopektin arányt.

$$\text{Amilóz\%} \left(\frac{w}{w} \right) = \frac{\text{Abszorbancia (Con A felülúszó)} - \text{Abszorbancia(vak)}}{\text{Abszorbancia (összkeményítő oldat)} - \text{Abszorbancia(vak)}} \cdot \frac{6,15}{9,2} \cdot \frac{100}{1}$$

Ahol 6,15 és 9,2 Con A és az összkeményítő oldatok hígítási faktora.

3.7 A tézstakészítés

A tézstákat a bécsi BOKU egyetem Élelmiszertechnológiai Tanszékén készítettem.

Felhasznált alapanyagok:

- BioPont kölesliszt
- Natura kölesliszt
- emulgeálószer (DANISCO G Grinstead, Mono-Diglycerids)
- tojáspor
- sikér
- durumbúza-liszt

A tézstakészítés menete:

A tézsta fizikai tulajdonságainak vizsgálatokor a cél az, hogy megállapítsuk, hogy melyik az az ideális keverési arány, amely még elfogadható minőségű tézstát eredményez, de már jelentős mennyiségben tartalmaz köleslisztet, így fogyasztása táplálkozásánilag előnyösebb, egészségesebb, mint a tiszta búzalisztból készül termékeké.

Ennek első lépéseként, ezen kutatás keretében 10, 20, 30, 40, 50%-ban kevertem Natura és BioPont kölesből készült lisztet durumbúzaliszthez, és vizsgáltam az ezekből készített tézsta funkcionális tulajdonságait, összehasonlítottam azokat a 100% búzalisztból készült tézsta tulajdonságaival. Sikért nem adtam ezekhez a termékekhez, hiszen ez zavarta volna a kölesliszt-adagolás hatásának megfigyelését azzal, hogy javítja a tézsta

fehérjeszerkezetét. Készítettem azonban olyan lisztből is tésztát, melyhez sikért adtam, mintegy tájékozódásként, hogy lássam, mennyire lehet ily módon javítani a terméket. Ennek a további kutatások megtervezése során lehet fontos szerepe. Sikért csak 30% köleslisztből készített tésztához adtam.

25. táblázat. A tészták készítéséhez használt receptek

	0% kölesliszt	10% kölesliszt	20% kölesliszt	30% kölesliszt	40% kölesliszt	50% kölesliszt	30% kölesliszt+ sikér
Emulgeálószer (g)	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67
Tojás albumin (g)	5,42	5,42	5,42	5,42	5,42	5,42	5,42
Durum búzaliszt (g)	746	671,4	596,8	522,2	447,6	373	505,6
Kölesliszt (g)	0	74,6	149,2	223,8	298,4	373	216,68
Víz (g)	239	239	239	239	239	239	239
Sikér (g)	0	0	0	0	0	0	36,11
Össztömeg (g)	999,09	999,09	999,09	999,09	999,09	999,09	1011,48

A megőrölt BioPont és Natura köleseket, durumbúzalisztet, tojásport, emulgálószer, és sikért a fenti recept alapján, táramérleggel egy tizedes pontossággal bemértem egy keverőedénybe, majd az edényt a hozzá tartozó keverő-berendezéshez erősítettem és keverés közben lassan hozzáadtam a szintén táramérleggel kimért vizet (239,0g). A tésztát hagytam jól elkeveredni, majd az egycsigás, hidegextrúderbe (La Monferrina Co., I, model P3) töltöttem, ahol tovább kevertettem. Miután itt is jól elkevertettem a tésztát, az extrúdert átkapcsoltam extrudálásra, és megkezdtem a tészta készítését. Ez a 17. ábra látható matrica segítségével történt.



17. ábra Az extrudáláshoz használt matrica

Az extrúder által készített tésztacsíkokat egy erre a célra kialakított fém lapáttal kb. 15-20cm-es darabokra vágtam.

A tésztacsíkokat fémtálcára helyeztem, majd kb. 24-36 órán át szárítószekrényben szárítottam azokat 60°C-on. A tészták tárolása ezután felhasználásig (legfeljebb egy napig) szobahőmérsékleten történt.

3.8 A tézta funkcionális tulajdonságának vizsgálata

A tézták funkcionális tulajdonságának vizsgálatát a bécsi BOKU egyetem Élelmiszertechnológiai Tanszékén végeztem. Minden mérés az AACC 16-50-es eljárás szerint történt, mely meghatározza a főzési paramétereket és a vizsgálat szempontjait.

3.8.1 Főzési idő

A tézták főzéséhez elsőként a főzési időt állapítottam meg. Erre szükség van a 2 alábbi mérés elvégzéséhez.

Egy 500 ml-es főzőpohárba 300 ml vizet öntöttem (sót nem tettem bele), melyet forrásig melegítettem. $25 \pm 0,1$ g-os téztákat tettem bele, a víznek mindvégig forrásban kellett lennie. Minden 30. másodpercben egy téztát kivettem és kettévágtam. A főzésnek akkor volt vége, ha a tézták belső részének fehér színe eltűnt, ez az idő a főzési idő.

A főzési idő mérését, a főzést indukciós főzőlapok, fazekak, villák, tányérok, táramérleg és egy stopper segítségével végeztem.

A főzési súly a főzés során kialakult többlettömegről, a tészta által felvett víz mennyiségéről ad információt, a tészták duzzadási képességét tükrözi. A főzési súly a megfőtt tészták és a száraz, nyers tészták tömegének hányadosával kapott százalékérték. A főzés során a tészták egyes részei kioldódnak a vízben. Minél jobb a fehérje hálózat a tésztán belül, annál kisebb a kioldódás mértéke. Ezt a főzésre használt víz szűrésével, annak elpárologtatásával és a maradék visszamérésével határozhatjuk meg.

A főzési veszteséget és a főzési súlyt a fent felsorolt eszközök, továbbá egy szűrő, mérőhenger, főzőpoharak, szárítószekrény és analitikai mérleg segítségével mértem. A tészták főzéséhez 400-500ml vizet használtam fel. A 100 °C-os vízbe beletörtem az előre, táramérlegesen 25 ± 1 g pontossággal bemért tésztát, majd azt pontosan kilenc percen át főztem. A főzési idő eltelte után a fazékból a vizet egy konyhai szűrőn keresztül előre 0,01g pontossággal lemért és feliratozott főzőpohárba szűrtem, a tésztából kiráztam a vizet (szintén a főzőpohárba), majd a tészta súlyát táramérlegesen lemértem. A lemért tésztát – a keménységi vizsgálat elvégzése végett - nylonzacskóba tettem, majd a zacskó száját fóliaolvasztó-berendezéssel leolvasztottam. Így a tészták nem száradtak ki. A fazékban maradt főzési veszteséget 100 ml csapvízzel a főzőpohárba mostam, majd azt kb. 24 órára szárítószekrénybe tettem 90-110°C hőmérsékletre. (A hőmérséklet a szárítószekrény hibája miatt ingadozott.) Miután nem maradt látható nedvesség a főzőpohárban, a szárítószekrényből kb. fél órára exikkátorba tettem a főzőpoharakat, majd a tömegüket két tizedes pontossággal táramérlegesen mértem. A főzési veszteség számítása:

$$\text{főzési veszteség [\%]} = \frac{A_1 - A_2}{m} \cdot 100$$

Az egyenletben szereplő A_1 a teli főzőpohár tömege [g], az A_2 az üres főzőpohár tömege [g], az M pedig a tészta minta tömege. A főzési veszteség és a főzési súly méréseket két párhuzamos mintán végeztem a mérést. (Így a keménységmérésnél kétszer öt párhuzamos mérést végzek az egyes keverékeket tekintve.)

3.8.2 A tészta keménységének vizsgálata

Az AACC 16-50 eljárás alapján, Micro SystemsTM Co., SMS-Texture Analyser TA-XT2i[®] berendezéssel határoztam meg a tészta keménységét. MS Windows 95 rendszerhez kifejlesztett Texture Expert 1.19 szoftver segítségével történt a mérési eredmények regisztrálása. A mérendő tésztát a mérőtálca jelölt közepére tettem, majd indítottam a mérést. A vágás műanyag vágóeszközzel (Light Knife Blade) történt. A műszer lassan a tésztaig engedte a vágóeszközt, majd ott lassabb sebességre kapcsolva kettévágta azt. Eközben a számítógép rögzítette a kifejtett erőt az idő függvényében. Az így felvett erő-idő diagram alapján kapott maximális erő értéke jellemzi a tészta keménységét.

A főzési súly és a főzési veszteség méréséhez főzött tésztákat használtam fel a keménységi vizsgálat elvégzéséhez. A tésztákat leolvasztott zacskóban, szobahőmérsékleten tároltam néhány órán keresztül. A következő mérési paramétereket állítottam be a berendezésen: vizsgálat előtti sebesség: 10 mm/sec, deformáció-sebesség: 0,1 mm/sec, vizsgálati út 0,1%. Mintánként 5 párhuzamos mérést végeztem.

4 Eredmények és értékelésük

4.1 Alap beltartalmi összetétel

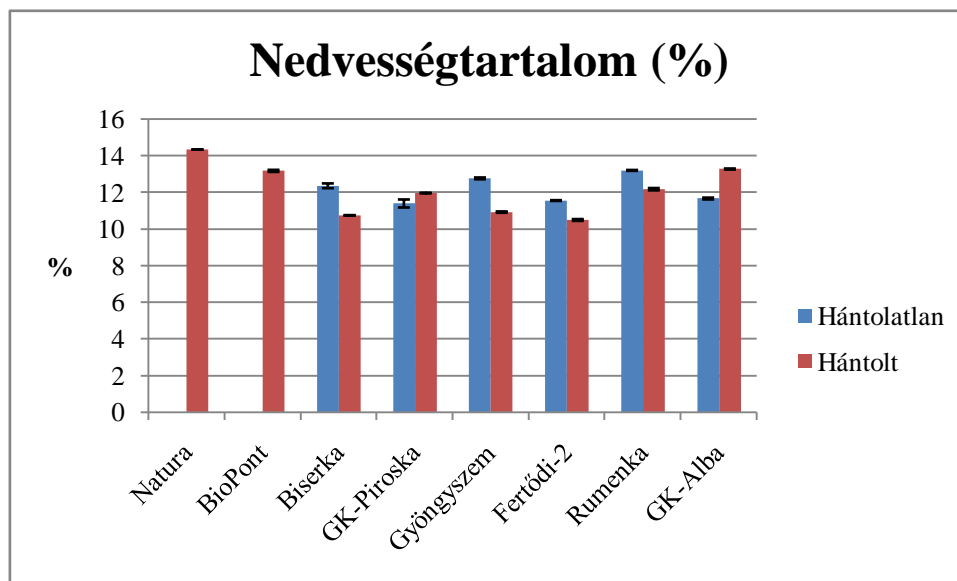
A mintákból mért beltartalmi összetétel adatait a 26. táblázatban foglaltam össze.

26. táblázat. Különböző fajtájú kölesek makrokomponens-összetétele

		Nedvesség (%)	Nyerszsír (%)	Fehérje (%)	Hamu (%)	Nyersrost (%)
Natura	Hántolt	14,35	2,98	13,65	1,29	2,01
BioPont	Hántolt	13,19	3,51	12,44	1,15	3,12
Biserka	Hántolatlan	12,38	3,96	11,58	3,12	9,59
	Hántolt	10,76	3,32	11,23	1,00	1,07
GK Piroska	Hántolatlan	11,41	3,65	13,23	2,68	14,67
	Hántolt	11,98	3,64	13,07	1,22	2,19
Gyöngyszem	Hántolatlan	12,78	3,53	12,69	4,71	14,78
	Hántolt	10,94	3,00	13,17	1,02	1,81
Fertődi-2	Hántolatlan	11,57	3,51	14,80	3,08	13,84
	Hántolt	10,51	3,78	15,20	1,36	1,58
Rumenka	Hántolatlan	13,22	4,51	13,56	3,34	14,60
	Hántolt	12,19	4,49	14,66	1,21	1,67
GK Alba	Hántolatlan	11,68	3,82	14,50	3,61	10,95
	Hántolt	13,29	4,24	14,17	1,11	1,85

4.1.1 Nedvességtartalom

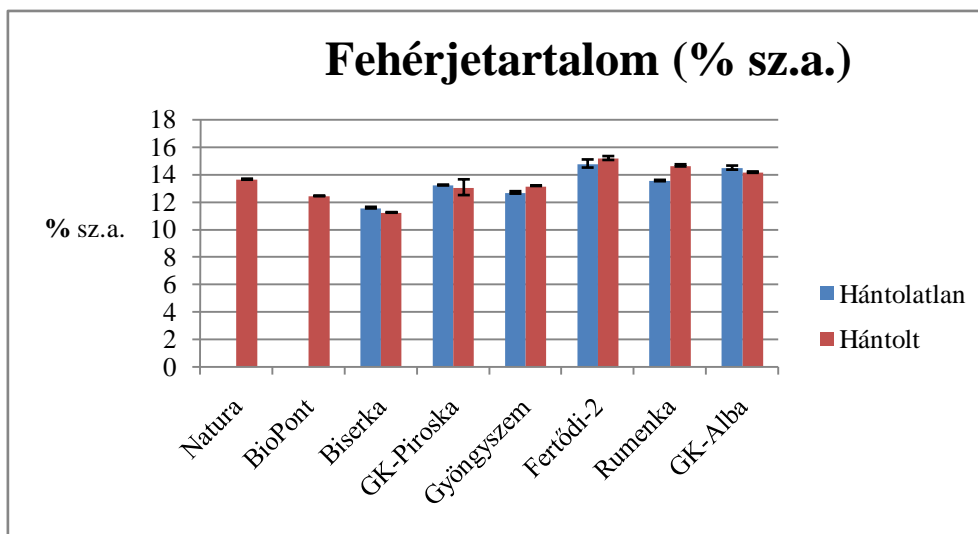
A minták nedvességtartalma 10,51% és 14,35% közt változott. A Biserka, Fertődi-2, Gyöngyszem és Rumenka mintáinak nedvességtartalma csökkent a hántolás során, a GK Alba és GK- Piroska fajták esetében a nedvességtartalom nőtt (18. ábra).



18. ábra. A vizsgált hántolt és hántolatlan kölesek nedvességtartalma. A hibásávok az egyes értékek szórását jelzik.

4.1.2 Fehérjetartalom

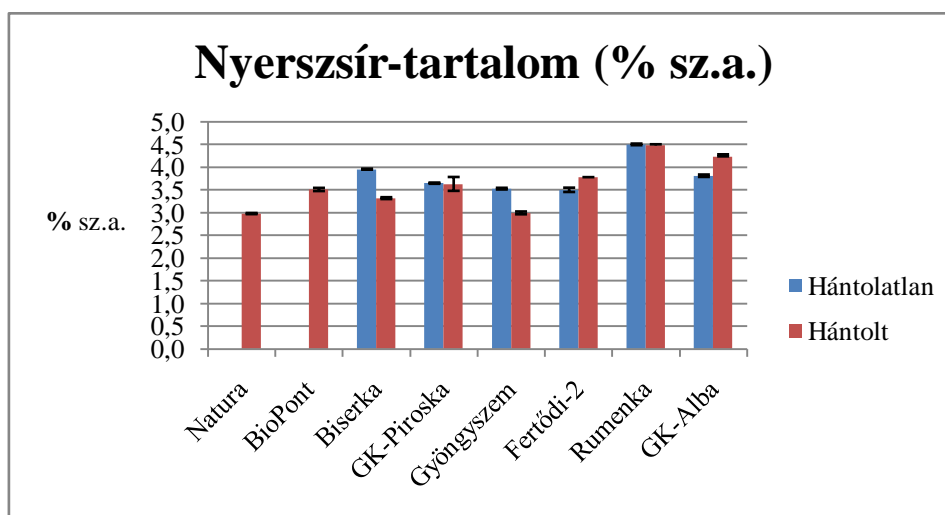
A kölesek fehérjetartalma a szárazanyagra vonatkoztatva 11,23% és 15,20% közt változott. A GK Alba, a GK Piroska és a Biserka fehérjetartalma csökkent, a Gyöngyszemé, a Fertődi-2-é, és a Rumenkáié nőtt a hántolás következtében. A fehérjetartalomban történő változás mértéke a Rumenkánál volt a legmagasabb, 7,5% (19. ábra.).



19. ábra. A vizsgált hántolt és hántolatlan kölesek fehérjetartalma (%) szárazanyagra vonatkoztatva. A hibásávok az egyes értékek szórását jelzik.

4.1.3 Nyerszsír-tartalom

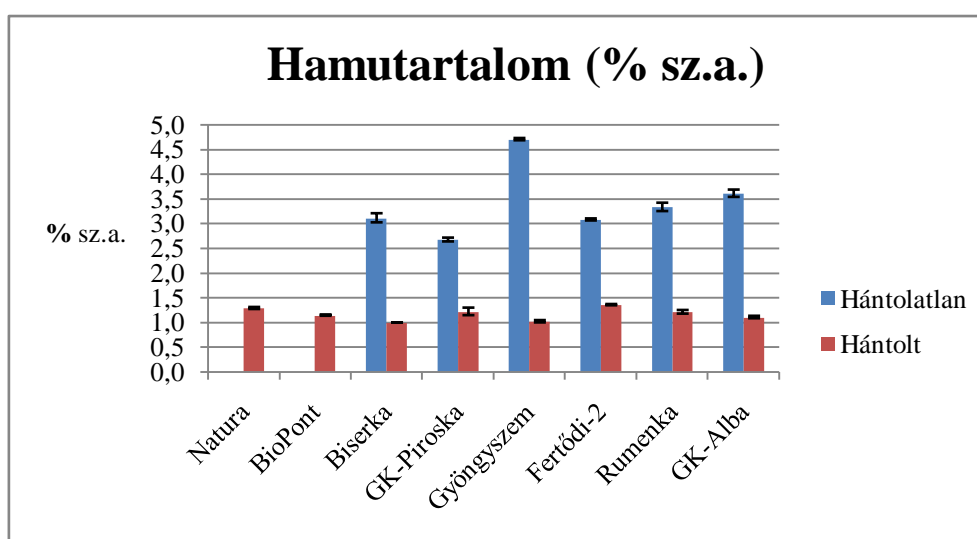
A mintákból mért nyerszsír-tartalom szárazanyag-tartalomra vonatkoztatva 2,98%-4,49% közt mozgott. A Biserka és a Gyöngyszem fajták esetében a zsírtartalom kb. 15%-kal csökkent, a Fertődi-2 és GK Alba mintáknál kb. 8%-kal nőtt, míg a Rumenka és GK Piroska fajták esetében nem változott a hántolás következtében (20. ábra.).



20. ábra. A vizsgált hántolt és hántolatlan kölesek nyerszsír-tartalma (%) szárazanyagra vonatkoztatva. A hibásávok az egyes értékek szórását jelzik.

4.1.4 Hamutartalom

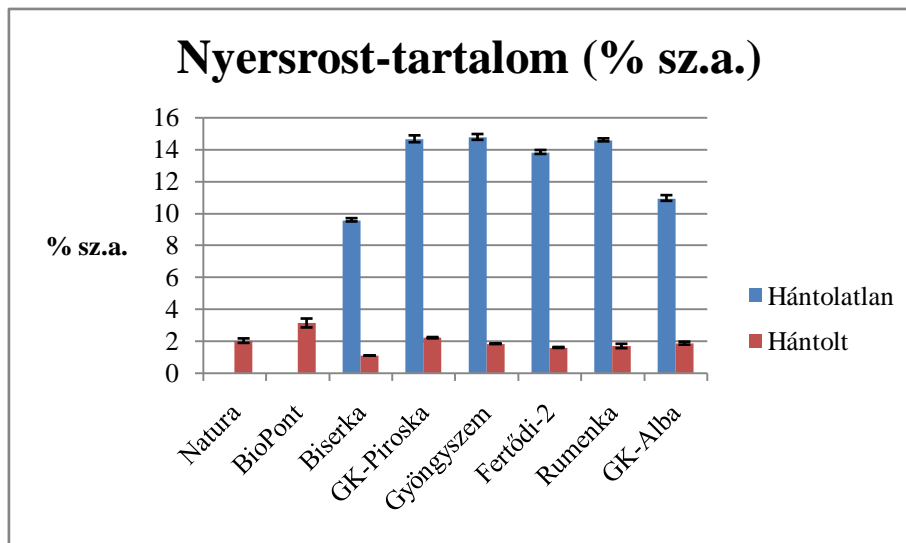
A hamutartalom a hántolás következtében jelentősen lecsökkent mindegyik minta esetében. A hántolatlan kölesek hamutartalma szárazanyag-tartalomra vonatkoztatva 2,68% és 4,71% közt, míg a hántoltaké 1,02% és 1,36% közt mozgott. A hamutartalom körülbelül azonos volt a hántolt mintákban, függetlenül attól, hogy a hántolatlan magoknak eredetileg mennyi volt a hamutartalma (21. ábra).



21. ábra. A vizsgált hántolt és hántolatlan kölesek hamutartalma (%) szárazanyagra vonatkoztatva. A hibaszávok az egyes értékek szórását jelzik.

4.1.5 Nyersrosttartalom

A minták nyersrost-tartalma hasonló tendenciát mutat, mint a hamutartalom, a hántolás következtében ez is az összes mintánál jelentősen csökkent. A hántolatlan minták közül öt körülbelül azonos nyersrost-tartalommal rendelkezett (1,58% - 2,19%), függetlenül a hántolatlan minták nyersrost-tartalmától, melyek 10,95% és 14,78% közt mozogtak. A hántolatlan minták közül a BioPont köles kiugróan magas, 3,12 %, a Biserka pedig alacsony, 1,07% rost-tartalommal rendelkezett (22. ábra).



22. ábra. A vizsgált hántolt és hántolatlan kölesek nyersrosttartalma (%) szárazanyagra vonatkoztatva. A hibásávok az értékek szórását jelzik.

4.1.6 Az alap beltartalmi értékek mérési eredményeinek értékelése

A hántolatlan mintákból mért beltartalmi értékek egészét figyelembe véve (különös tekintettel a rost-tartalomra, mivel az közel azonos az egyes fajták esetében és kevésbé érzékeny a termesztés körülményeire mint a többi komponens) elmondhatjuk, hogy a hántolás jól sikerült, a maghéjat sikerült minden minta esetében teljesen eltávolítani, hiszen a különböző fajták esetében közel azonos eredmények születtek az egyes paraméterek mérése során. A hántolatlan kölesből mért beltartalmi értékek - a nyersrosttartalmat kivéve – az irodalmi adatoknak megfelelnek. A szakirodalomban található, nyersrosttartalomra vonatkozó adatok alacsonyabbak (3-7 %), mint a mi eredményeink (9,59% és 14,78% közt). (5)

A hántolás hatására vonatkozóan a szakirodalomban találhatóaktól eltérő eredményeink születtek. Az irodalmi adatok szerint a hántolás következtében a fehérje- és a nyerszsírtartalomban 22%-os, valamint 40%-os csökkenés következett be, míg méréseink alapján a nyerszsírtartalomban bekövetkezett legnagyobb csökkenés lényegesen kisebb, 16%, a fehérjénél ugyanez az adat - szintén alacsonyabb az irodalminál – 7,5%. Az irodalmi adatoktól való eltérés valószínűleg a hántolás eltérő módjából és abból adódik, hogy ebben a kutatásban más köles fajt vizsgáltunk (*Panicum miliaceum*), mint amelyek az irodalmi

forrásban találhatóak (Eleusine coracana). Azonban sokkal fontosabb, hogy a változás iránya is eltér az irodalmi adatoktól, a mérési eredményeink szerint a fehérjetartalomban, és a nyerszsírtartalomban esetleges változások történtek, néhány fajtánál növekedést, másoknál csökkenést tapasztaltunk. Mivel azonos fajba tartozó kölesekről van szó, nem valószínű, hogy ilyen mértékű eltérés van az egyes fajták magjainak összetételében, ezért feltételezem, hogy a hántolásból kifolyólag mértem eltérő irányú változásokat. A hántolás pontos módját nem ismerjük, de valószínű, hogy az eltérő fizikai tulajdonságokkal (keménység, méret, a héj és a táplálósövet erősebb kapcsolata) rendelkező fajták máshogyan viselkedtek a hántolás során. (Az egyes fajták közti összetételbeli különbség nem valószínű, a fizikai tulajdonságokban való eltérés viszont nagyon is az.) Elképzelhető, hogy némely fajták magjainak eltérő mértékben pattant le a csírája, mint a többinek. Mivel a csíra magas fehérje- és zsírtartalommal rendelkezik, az, hogy hozzámérjük-e a mag többi részéhez – pontosabban, az, hogy mekkora lesz a mérés során azoknak a magoknak az aránya, amelyekről nem pattant le a csíra -, jelentősen befolyásolja a mért eredményt. Ennek a feltételezésnek azonban ellentmond, hogy a fehérjetartalom és a zsírtartalom változása az egyes fajták estén nem feltétlenül egyirányú, úgy tűnik, ez is esetleges volt. Az eredmények eltérését természetesen okozhatta mérési hiba is.

A hamutartalomban, és az élelmi rost-tartalomban mért változások az irodalmi adatokkal egybehangzóak. (4) A hamu- és nyersrosttartalom egyértelmű csökkenése pedig azt bizonyítja, hogy ezen komponensek nagy része a héjban található, így a hántolás azok jelentős mértékű csökkenésével jár. Mivel a hántolt kölesek hamu-, ill. nyersrosttartalma közel azonos volt a hántolatlan kölesek összetételétől függetlenül, azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a különböző fajták héja eltérő, a magok többi része pedig körülbelül azonos mennyiségben tartalmazza ezeket a komponenseket.

A hántolás előtt történő előkezelés során a köleseket áztattuk, majd szárítottuk, ezért azok nedvességtartalma változott a folyamat során, de a hántolás után körülbelül ugyanolyan értéket mértünk, mint azelőtt.

Az eredményeinket búza értékeivel összehasonlítva (hántolatlan kölest a teljes kiőrlésű búzával, a hántoltat pedig búzaliszttel) azt kapjuk, hogy mind a hántolatlan, mind

pedig a hántolt kölesek azonos, vagy magasabb fehérjetartalommal és lényegesen magasabb zsírtartalommal rendelkeznek, mint a búza (27. táblázat). A hántolatlan köles hamutartalma magasabb, rosttartalma pedig azonos a búzáéval. A hántolt köles hamutartalma hasonló, vagy némileg alacsonyabb, a nyersrosttartalma pedig egyértelműen alacsonyabb a búza megfelelő értékeitől. (31) (5)

27. táblázat. Teljes kiőrlésű búza, hántolt köles, búzaliszt és hántolatlan köles makrokomponens-tartalmának összehasonlítása

	Fehérje (%)	Nyerszsír (%)	Nyersrost (%)	Hamu (%)
Teljes kiőrlésű búza	10,6	1,9	10,5	1,4
Hántolatlan köles	13,0-10,1	3,0-3,9	8,4-13,0	2,3-4,1
Búzaliszt	10,34	0,93	3	1,21
Hántolt köles	13,6-10,0	2,4-4,0	1,0-2,7	0,9-1,2

4.2 Egyéb, táplálkozástanilag fontos komponensek - antioxidáns tulajdonság, fenolos komponensek, élelmi rost-tartalom

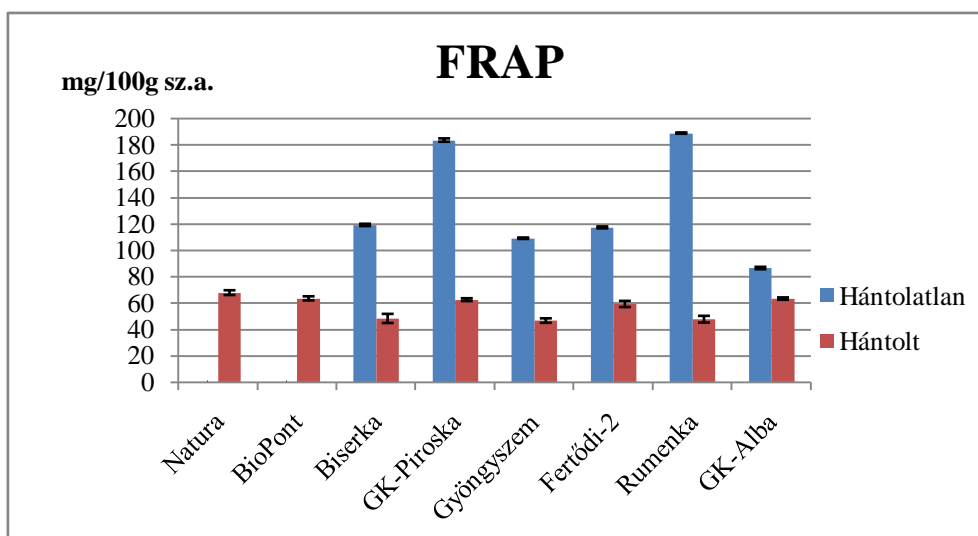
A hántolt és hántolatlan köles mintákból mért élelmi rost tartalmat, antioxidáns kapacitást (FRAP) és a fenolos komponensek mennyiségét (TPC) a 28. táblázat foglalja össze.

28. táblázat. Hántolt és hántolatlan kölesek antioxidáns kapacitása, élelmi rost- és fenolos komponens tartalma

Fajta		TPC (ferulasav ekvivalens; mg/100g sz.a.)	FRAP (Fe ²⁺ ekvivalens; mg/100g sz.a.)	Élelmi rost-tartalom (% sz.a.)
Natura	Hántolt	44,52	67,78	3,26
BioPont	Hántolt	99,38	63,40	3,37
Biserka	Hántolatlan	68,28	119,17	11,79
	Hántolt	41,26	48,18	2,71
GK Piroska	Hántolatlan	98,93	183,58	14,54
	Hántolt	42,85	62,43	4,17
Gyöngyszem	Hántolatlan	71,58	109,07	18,20
	Hántolt	37,23	46,56	4,25
Fertődi-2	Hántolatlan	76,40	117,28	20,41
	Hántolt	50,54	59,16	4,48
Rumenka	Hántolatlan	109,02	188,87	18,65
	Hántolt	41,48	47,60	4,58
GK Alba	Hántolatlan	52,34	86,44	16,30
	Hántolt	38,07	63,25	4,17

4.2.1 Redukáló képesség (FRAP)

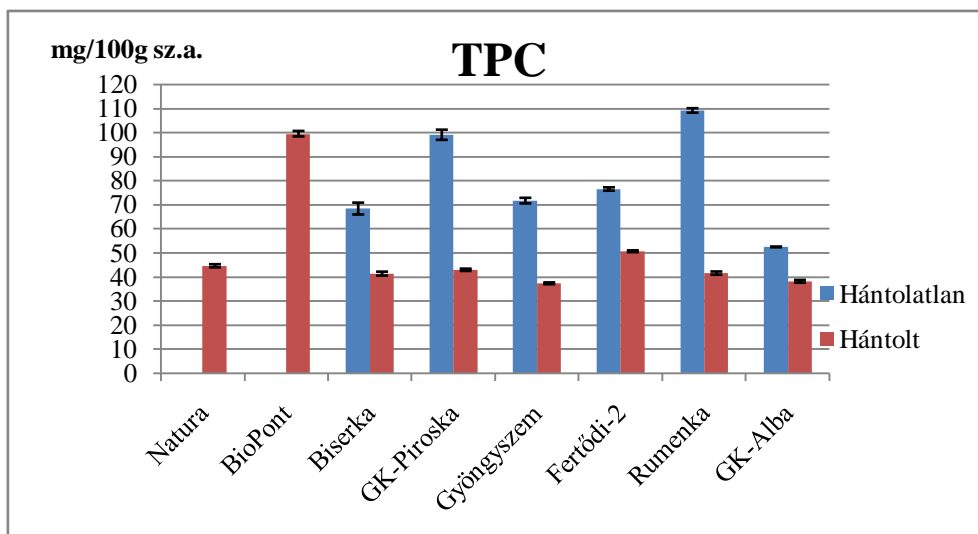
A hántolás következtében a FRAP értékek jelentősen lecsökkentek. A mért értékek a hántolt minták esetében egymáshoz hasonlóak voltak, szárazanyagra vonatkoztatva 46,56 mg/100 g és 67,78 mg/100 g közé estek, míg a hántolatlanoknál jelentős eltérések mutatkoztak. Ezen minták értékei 188,87 mg/100g sz.a. és 109,07 mg/100g sz.a. közt mozogtak (23. ábra).



23. ábra. Különböző fajtájú hántolt és hántolatlan kölesek antioxidáns kapacitása. A hibásávok az egyes értékek szórását jelzik.

4.2.2 Fenolos komponensek mennyisége (TPC)

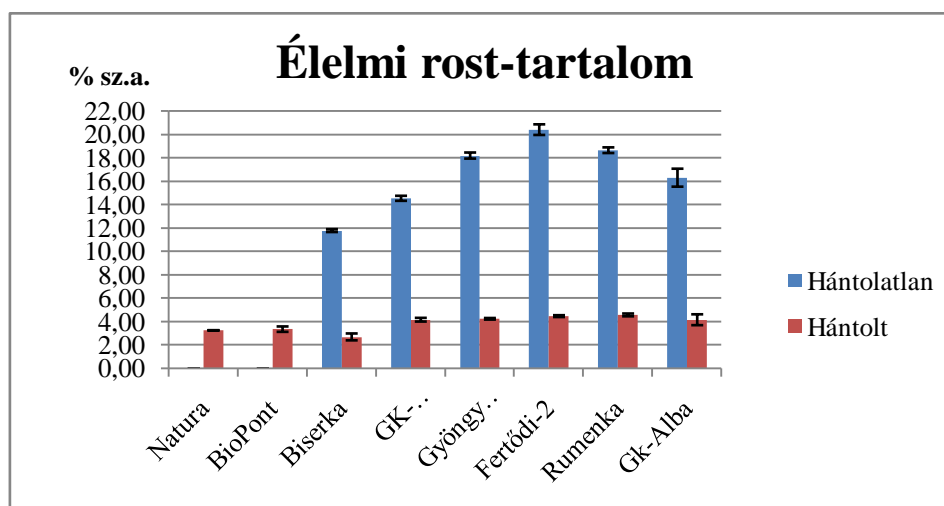
A hántolatlan minták TPC értékei nagy hasonlóságot mutatnak azok FRAP értékeivel. Amelyik mintának - egy másikhoz képest - nagyobb volt a FRAP értéke, annak a TPC értéke is hasonlóan viselkedett. A hántolás következtében jelentősen csökkent a TPC érték. Ez esetben is megállapítható, hogy míg a hántolatlan kölesek közül mért TPC értékek között jelentős eltérés van (109,02 mg/100g sz.a. - 52,34 mg/100g sz.a.), addig a hántolt kölesek esetében közel azonos értékeket mértünk (37,23mg/100 g sz.a. - 50,54 mg/100 g sz.a.). Kivétel ezek alól a hántolt BioPont köles, melynek TPC-je körülbelül akkora volt, mint a hántolatlan köleseké (99,38 mg/100g sz.a.)(24. ábra).



24. ábra. Fenolos komponensek mennyisége különböző fajtájú hántolt és hántolatlan kölesekben. A hibaszávok az egyes értékek szórását jelzik.

4.2.3 Élelmi rost-tartalom

A hántolt kölesek élelmi rost tartalma jelentősen lecsökkent a hántolatlan kölesekéhez képest. Hasonlóan a FRAP-hez és a TPC-hez, a hántolt kölesek az élelmi rost-tartalom esetén is hasonló értékeket mutattak (2,71%-4,58%), míg a hántolatlanokból mért értékek szélesebb tartományban helyezkedtek el (11,79%-20,41%)(25. ábra).



25. ábra. Különböző fajtájú hántolt és hántolatlan kölesek élelmi rost tartalma. A hibaszávok az egyes értékek szórását jelzik.

4.2.4 Az egyéb, táplálkozástanilag fontos komponensek mérési eredményeinek értékelése

Az eredmények alapján láthatjuk, hogy a kölesek FRAP illetve TPC tulajdonságai összefüggnek. Ez a vártaknak megfelel, hiszen a fenolos komponensek antioxidáns tulajdonságokkal rendelkeznek. Irodalmi értékekkel a FRAP-ot, rendelkezésre álló adatok híján, nem tudjuk összevetni. A TPC értéket szintén nem vethetjük össze az irodalmi adatokkal, ott ugyanis (9) galluszsav-ekvivalens értéket adtak meg, mi pedig ferulasav kalibráció alapján mértünk. Az élelmi rost tekintetében az eredményeink egyeznek az irodalmi értékkel (14,95%) (9).

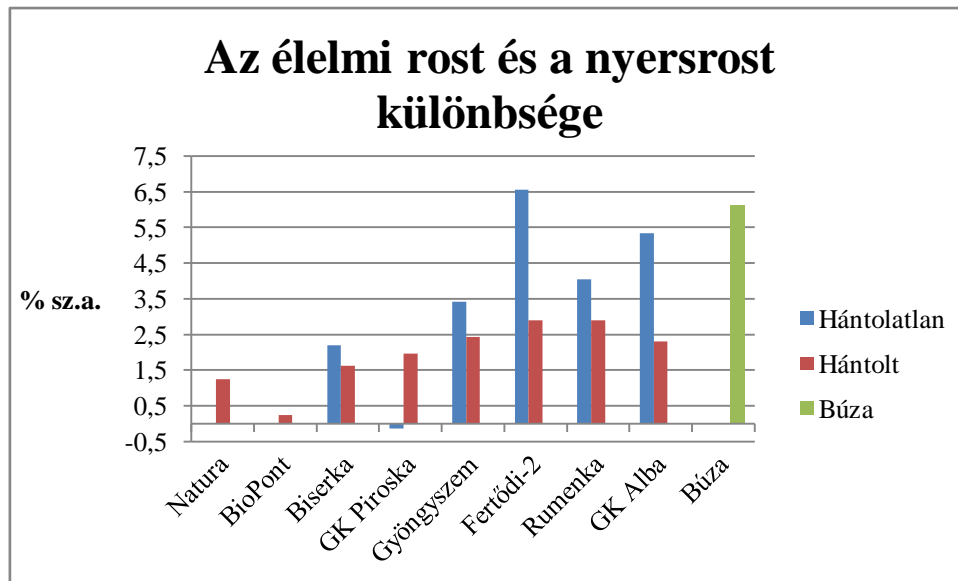
A köles ebben a fejezetben vizsgált komponenseit a búzáéhoz hasonlítva megállapíthatjuk, hogy a búza TPC értéke (136,19 mg/100g) lényegesen magasabb, míg a FRAP értéke (47,93mg/100g) és az élelmi rost-tartalma (6,33%) elmarad a hántolt köleséhez képest.

A hántolás során a FRAP illetve TPC érték, és az élelmi rost-tartalom jelentősen lecsökkent, ami azt bizonyítja, hogy a köles magjában legnagyobb részt a héj tartalmaz élelmi rostot, antioxidánsokat, valamint fenolos komponenseket, és ezért annak elvesztése ezeknek az összetevőknek a csökkenésével jár. Mivel a hántolt kölesek tulajdonságai közel azonosak voltak a hántolatlan kölesek értékeitől függetlenül, azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a különböző fajták héja eltérő, a magok többi része pedig körülbelül azonos FRAP, valamint TPC értékekkel és élelmi rost-tartalommal rendelkezik.

A BioPont köles kiemelkedő TPC értékét okozhatja mérési hiba, de adódhat abból is, hogy ez a köles más fajhoz tartozik, mint a többi, és ezért e tekintetben eltérő tulajdonságokkal rendelkezik. (A BioPont köles hovatartozásáról mindössze annyit tudunk, hogy Kínából származik.)

Az élelmi rost-tartalom és a nyersrosttartalom különbségeként kapjuk meg a táplálkozástanilag igen fontos rostkomponenseket. A vizsgált hántolatlan köleseknél ez 2,2% és 6,12% közt, míg a hántolt köleseknél 1,64% és 2,9% közt mozog (a GK Piroska negatív

értéke mérési hibára utal, a BioPont köles esetében mért kis érték is lehet mérési hiba eredménye, de elképzelhető, hogy más fajba tartik, ezért eltérő a mért érték). Láthatjuk, hogy a maghéj elvesztése itt is jelentős csökkenést eredményezett. Az irodalmi adatok (31) alapján e tekintetben a búza megelőzi a kölest, ugyanis mindössze egy kölesminta rendelkezik a búzalisztétől magasabb értékkel (26. ábra).



26. ábra. Az élelmi rost és a nyersrost különbsége különböző fajtájú hántolt és hántolatlan köleseknél és búzánál. A hibaszávok az egyes értékek szórását jelzik.

Összességében elmondhatjuk, hogy a vizsgált – ebben a fejezetben leírt, táplálkozástanilag fontos - komponensek mindegyike jelentősen csökkent a hántolás következtében.

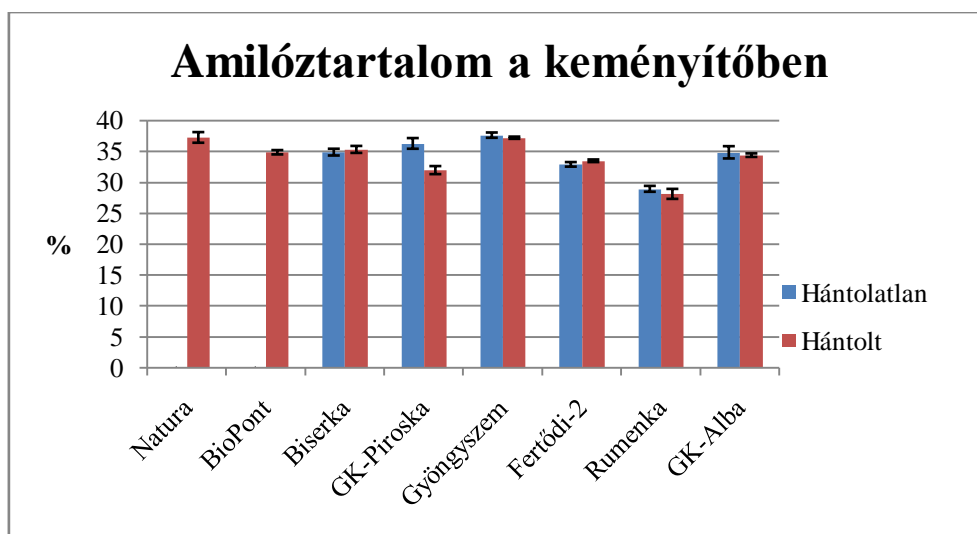
4.3 A köleskeményítő amidotartalma

Az egyes fajtákban az amidotartalom a teljes keményítőtartalomhoz képest kb. 28% és 38% közt mozgott (29. táblázat).

29. táblázat Amilóztartalom hántolt és hántolatlan, különféle kölesfajták esetében

	Hántolatlan	Hántolt
Natura	-	37,28
BioPont	-	34,88
Biserka	34,9	35,34
GK Piroska	36,31	31,99
Gyöngyszem	37,65	37,23
Rumenka	28,96	28,14
Fertődi-2	32,92	33,5
GK Alba	34,87	34,41

A hántolatlan kölesek keményítőjének amilóztartalma a mérés hibahatárán belül, tendencia nélkül változott. A Biserka és a Fertődi-2 fajták esetén az amilóztartalom a hántolás során csökkent, míg a másik hat fajta esetében nőtt. A változás a GK Piroska fajtánál volt egyedül kiemelkedő, 4,32% (27. ábra. A keményítő amilóztartalma különböző fajtájú hántolt és hántolatlan kölesekben).



27. ábra. A keményítő amilóztartalma különböző fajtájú hántolt és hántolatlan kölesekben. A hibasávok az egyes értékek szórását jelzik.

4.4 A köleskeményítő amilóztartalmának mérési eredményeinek értékelése

A mért amilóztartalom megegyezik az irodalmi adatokkal, miszerint kölesek keményítője 32%-38%-ban amilózból áll. (10) (5)

Az eredményeink alapján a hántolás nem befolyásolja a keményítő amilóztartalmát, ami valószínűleg annak tudható be, hogy a maghéj csak elhanyagolható mennyiségben tartalmaz keményítőt, így elvesztése nincsen hatással az amilóz hányadára a mag egészét tekintve.

4.5 A tészta fizikai tulajdonságainak vizsgálata

Az extrudálás során azt tapasztaltam, hogy a nagyobb köles tartalmú keverékek kevésbé voltak alkalmasak szabályos, egyenes szálú tészták készítésére, ezekből hullámos, töredezett szélű, szárítás után törékeny termék keletkezett. A 30% BioPont lisztből készült tészta összeragadt, megfőzése problémát okozott. A főzés során az 50% köles tartalmú tészták repedeztek, a főzési idő letelte előtt szétfőttek. Próbálkoztam csak köleslisztből tésztát készíteni, de a tészta nem állt össze, az extrúderből kilépve szétmorzsolódott.. Így nem tudtam ezzel elvégezni a tervezett vizsgálatokat.

A tészták külső megjelenésén a köles mennyiségének növekedésével egyértelmű minőségromlás figyelhető meg. Ahogyan a köles aránya nő, a tészták egyre rövidebbek és egyre hullámosabbak lesznek. Láthatjuk, hogy a csak búzalisztből készült tésztához képest romlott a kölestartalmú tészták megjelenése, de a siker hozzáadása javította azt.

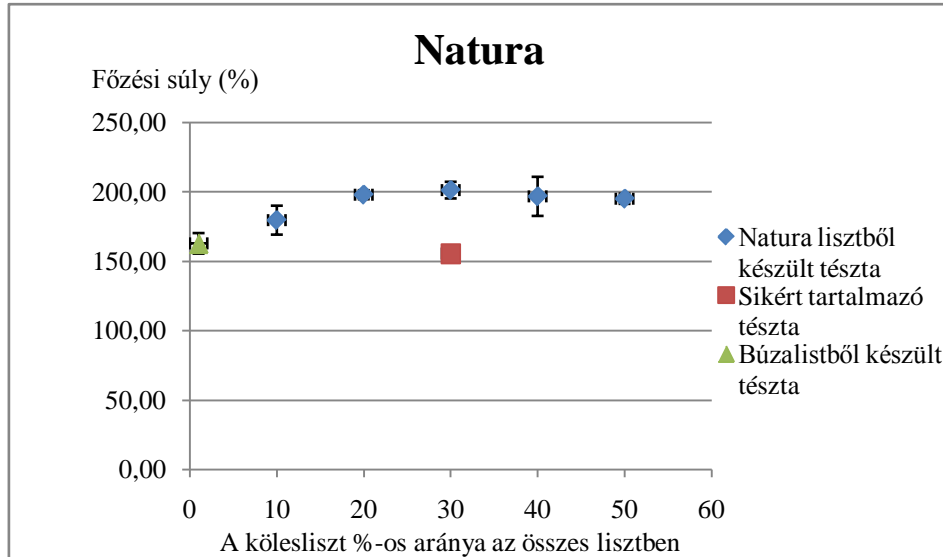
4.5.1 Főzési idő

Mivel nem tapasztaltam jelentős eltérést az egyes keverékekből készült tészták főzési ideje közt, ezért minden mintát egységesen kilenc percig főztem.

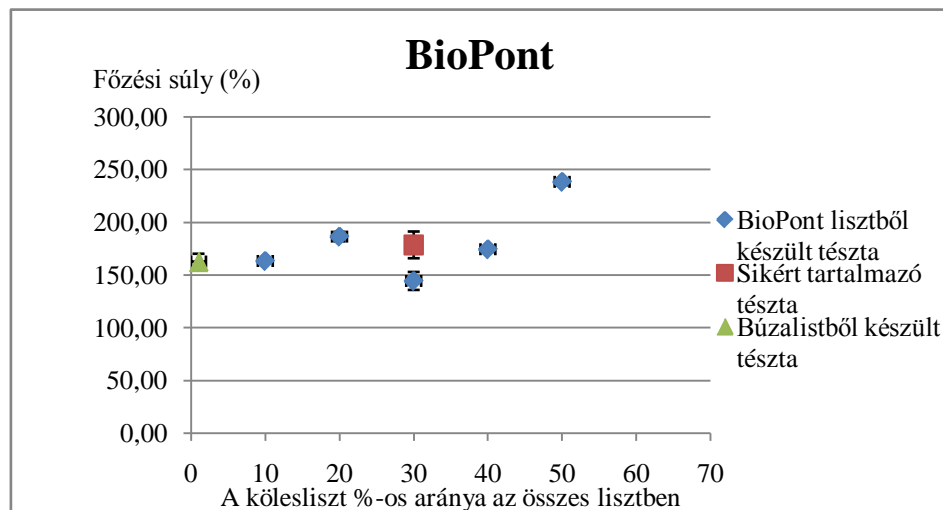
4.5.2 Főzési súly

A főzési súly mérésekor kapott eredmények nem mutatnak semmilyen tendenciát. A Natura köles felhasználásával készült tészta esetén igen kis tartományban, 179,43% és 201,07% között, míg BioPontból készült termékek esetén 144,31% és 186,41% közt változott a tészták főzési súlya, egyedül az 50% köleslisztet tartalmazó tészta mutatott kiugróan magas értéket, 238,39%-ot. A tiszta búzaliszt felhasználásával készült tészta főzési súlya 162,72 %, a

sikér hozzáadásával készült terméké pedig 155,39% a Natura és 178,55% a BioPont esetében (28. ábra, 29. ábra).



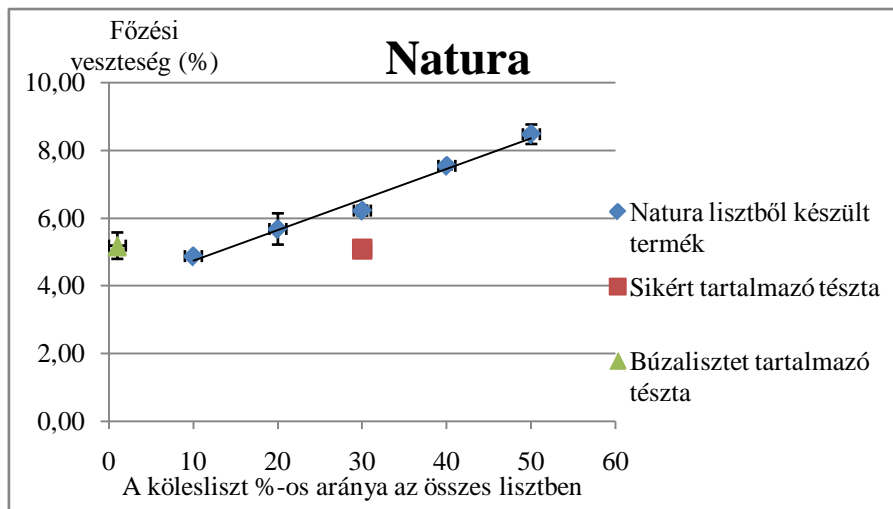
28. ábra. Különböző arányú köleslisztet tartalmazó tészták főzési súlya. A hibasávok az egyes értékek szórását jelzik.



29. ábra. Különböző arányú köleslisztet tartalmazó tészták főzési súlya. A hibasávok az egyes értékek szórását jelzik.

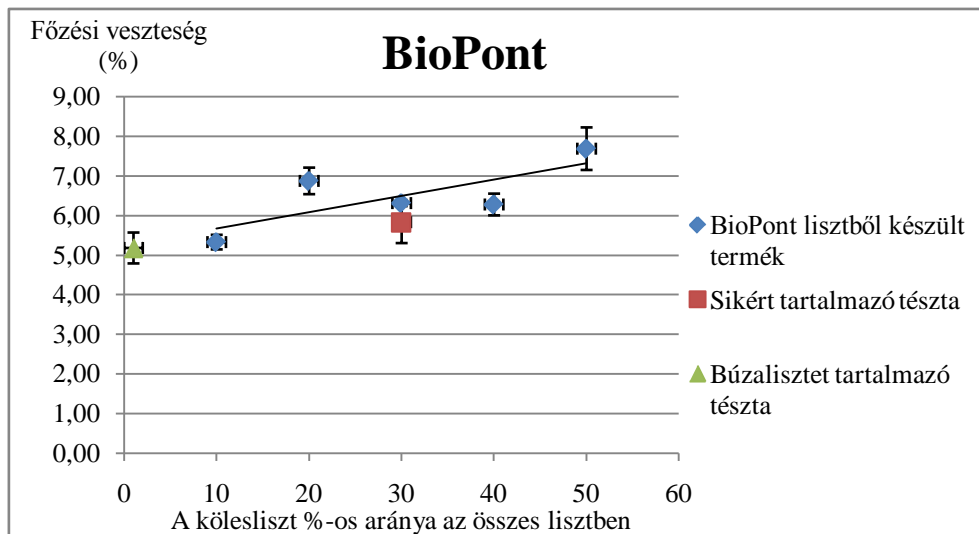
4.5.3 Főzési veszteség

Natura kölesből készült tészta esetén a főzési veszteség a tészta kölesliszt tartalmával együtt körülbelül lineárisan növekedett - 5%-tól 8,5%-ig. A 10% köleslisztet tartalmazó tészta körülbelül megegyezett a főzési vesztesége a 100% búzából készült termék, valamint a sikér-tartalmú és 30% kölesliszt tartalmú termék főzési veszteségével (kb. 5 %) (30. ábra).



30. ábra. Különböző arányú Natura köleslisztet tartalmazó tészták főzési vesztesége. A hibasávok az egyes értékek szórását jelzik.

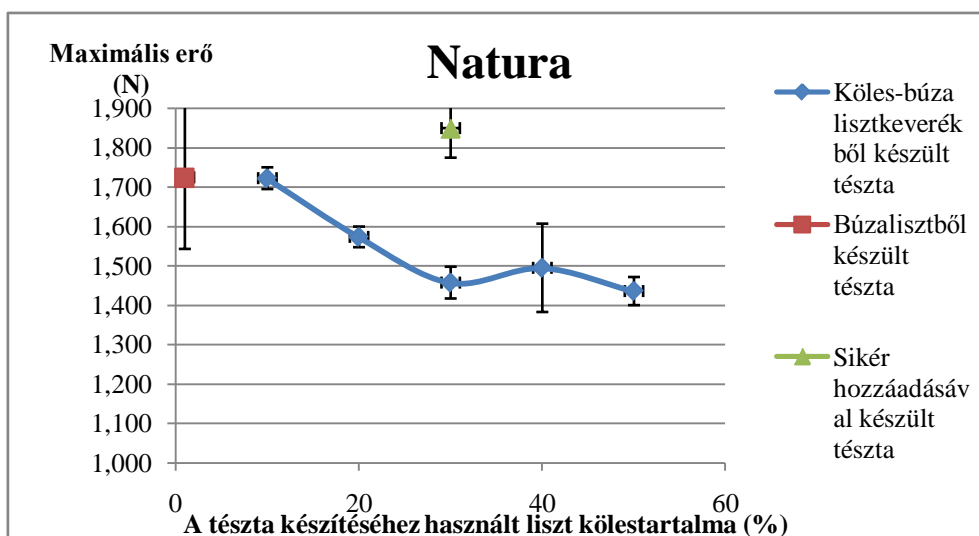
BioPont liszt esetében mért főzési veszteség nem mutat a Naturáéhoz hasonló szabályos lineáris összefüggést a kölesliszt-aránnyal, de itt is növekvő tendencia látszik (kb. 5%-tól 7,5%-ig). A 10 % kölest tartalmazó tészta főzési vesztesége itt is körülbelül megegyezik a 100% búzalisztből és a sikér hozzáadásával készült tészta értékeivel (kb. 5,5%) (31. ábra).



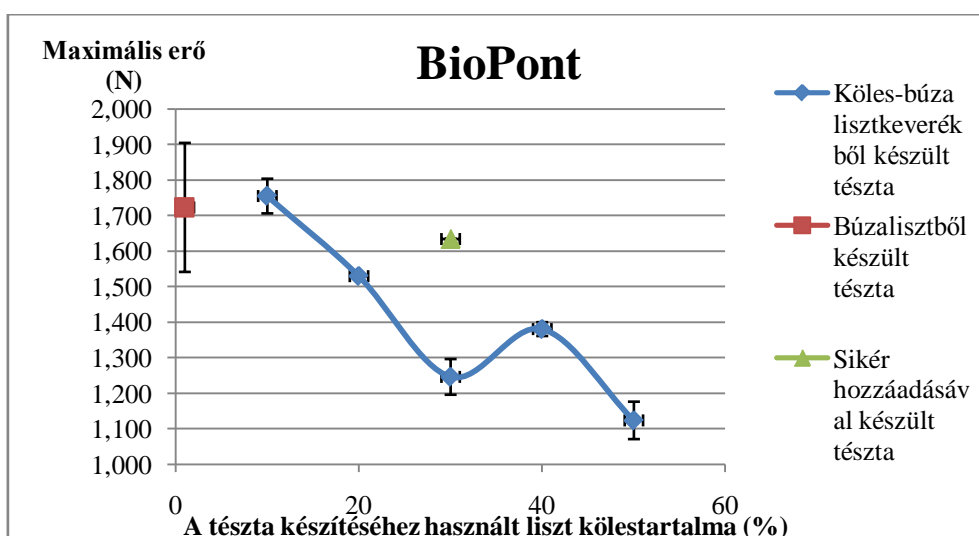
31. ábra. Különböző arányú BioPont köleslisztet tartalmazó tészták főzési vesztesége. A hibaszávok az egyes értékek szórását jelzik.

4.5.4 Keménységi vizsgálat

A tészta keménysége, vagyis a tészta átvágásához szükséges maximális erő, mindkét minta esetén, a kölestartalom növekedésével csökken, azonban a 40%-os tészta esetében mindkét kölesfajtánál nagyobb a mért maximális erő, mint a 30%-os tésztánál. Az 50% köles tartalmú tésztánál az érték újra lecsökken. Mindkét kölesfajta esetében hasonló lefutású görbét adtak ki az eredmények. A Natura 40%-os tésztájánál, a siker hozzáadásával készült tésztánál és a búza-standardnál a szórás igen nagy, az elfogadható határértéken jelentősen kívül esik (32. ábra, 33. ábra).



32. ábra. Különböző arányú Natura köleslisztet tartalmazó tészták keménysége



33. ábra. Különböző arányú BioPont köleslisztet tartalmazó tészták keménysége

4.5.5 A tészta funkcionális tulajdonságainak mérési eredményeinek értékelése

Az eredmények alapján úgy tűnik, hogy a főzési súlyt döntően nem befolyásolja az, hogy mennyi köleslisztet adunk a tésztához. Az 50% BioPont köles hozzáadásával készült tészta esetén mért kiugró értékeket okozhatta mérési hiba. Ennek a tésztának rossz állaga volt, szétfőtt, ezért a főzési súly mérése nehézségeket okozott. A mérés során többször

próbálkoztam újraméréssel, igyekeztem a párhuzamos mintáknál azonos mérési körülményeket biztosítani, de az eredmények nem változtak lényegesen.

A főzési veszteségmérés eredményeit figyelembe véve azt mondhatjuk, hogy a köles-arány növekedésével egyértelműen romlott a tészta a minősége. Ezt a sikérváz kialakításához szükséges búza fehérjék csökkenő mennyisége okozhatta (a köles nem tartalmaz sikért). Ezt alátámasztja, hogy a sikér hozzáadás mindkét minta esetében javította a tészta minőségét a sikér-mentes tésztához képest.

A tészta keménységének mérése során kapott eredmények elgondolkodtatóak, hiszen a tészták minősége nem feltétlenül romlik a köles-arány növekedésével. A 40% köles-tartalmú tészták keményebbek voltak, mint a 30 % kölest tartalmazó tészták. Ezt okozhatja akár mérési hiba is (a 40%-os Natura nagy szórása erre enged következtetni), de ennek ellentmond, hogy mindkét minta esetében hasonló eredmény figyelhető meg. Az eredmény alátámasztására, valamint okainak felderítésére további vizsgálatok szükségesek. Ennél a mérésnél a sikértartalmú és a búzalisztből készült minták meglehetősen bizonytalan eredményt adtak, de az látszik, hogy a sikér ez esetben is javította az értékeket.

Az egyes keverékekből készült tészta minőségének meghatározására tett vizsgálatok nem mutatnak egyértelmű tendenciát. A főzési súly alapján nem tapasztaltunk eltérést, a főzési veszteség mérése az mutatja, hogy a tészta minősége romlik az egyre nagyobb mennyiségű kölesliszt adagolással, ugyanakkor a keménység vizsgálat csökkenő értéket, de negyven százalékos köles-összetételnél keménységnövekedést mutat. A szakirodalomban találtak ezzel szemben a kölesliszt-arány növekedésével csökkenő főzési súlyról és keménységről, valamint növekvő főzési veszteségről számolnak be. (14)

Ahhoz, hogy a mért eredményeket megerősítsük, valamint megállapítsuk azt az ideális búzaliszt-kölesliszt arányt, mely még elfogadható minőségű terméket eredményez, de már megfelelő mennyiségben tartalmaz köleslisztet a táplálkozási értékek növekedéséhez, további méréseket kell végezni.

5 Összegzés

Dolgozatom célja a magyarországi és Magyarországon található kölesfajták beltartalmi elemzése, a hántolás hatásának vizsgálata, valamint különböző arányú köles-adagolással készített tészták funkcionális vizsgálata volt.

A vizsgált kölesfajták nedvesség-, fehérje- és zsírtartalma közt nem mutatkozott jelentős eltérés, az antioxidáns tulajdonságok és az élelmi rost-tartalom azonban fajtafüggőnek bizonyult. Az irodalmi adatok alapján megállapíthatjuk, hogy a hántolatlan köles ezekből a bioaktív komponensekből lényegesen többet tartalmaz, mint a búza. Ezeknek a táplálkozástanilag fontos összetevőknek későbbi vizsgálatok során érdemes lenne meghatározni a pontos összetételét.

A hántolásnak nem volt jelentős hatása a fehérje- és a zsírtartalomra, de lényeges csökkenést okozott az antioxidáns tulajdonságok esetében és az élelmi rost-tartalomban. E tekintetben az irodalomban találhatóaktól eltérő mértékű változást, de mindenképpen hasonló tendenciát figyelhettünk meg. Mivel a köles táplálkozástanilag értékei csökkentek a héj elvesztése során, a későbbiekben érdemes lenne megvizsgálni, hogy megkerülhető-e, pótolható-e valamilyen más eljárással a hántolás, valamint kísérleteket lehetne tenni annak optimalizálására.

A keményítő mért amidóztartalma az irodalmi adatoknak megfelel. A hántolásnak semmilyen hatása nem volt erre az értékre.

Kölesliszt és búzaliszt különböző arányú keverésével készült tészták funkcionális vizsgálata során kapott eredmények alapján elmondhatjuk, hogy a köles adagolása rontotta a termék minőségét. Búzaliszt hozzáadása nélkül nem sikerült tésztát készíteni. Köles felhasználásával készített termékekkel érdemes további, átfogóbb vizsgálatokat végezni (a búzán kívül más gabonákat és adalékanyagokat is felhasználva) annak érdekében, hogy megállapítsuk a legideálisabb kölesliszt-búzaliszt arányt a termékekben. Az alapanyagok beltartalmi összetételét, biológiailag aktív komponenseinek mennyiségét e munka során meghatároztuk, de érdemes volna magukból a termékekből is méréseket végezni, hiszen elkészítésük során jelentősen változhatnak ezek az értékek.

*Szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik segítettek, támogattak szakdolgozatom elkészítésében: elsősorban témavezetőmnek, **Dr. Tömösközi Sándornak** és konzulensemnek **Nádosi Mártának**. Köszönöm **Szűcsné Makay Erikának** a beltartalmi mérésekben nyújtott minden segítségét, a szegedi **Gabonakutató Közhasznú Társaságnak** és a **DE AMTC Kutató Központ** nyíregyházi részlegének, hogy rendelkezésemre bocsájtották a vizsgált kölesfajtákat, valamint **Dr. Léder Ferencnének** a kölesek hántolásában nyújtott segítségét.*

*Továbbá köszönöm a bécsi BOKU Egyetem Élelmiszertechnológiai Tanszék munkatársainak, többek közt **Julia Schmidtnek** és **Viola Zahlernek** a szakmai segítségét.*

6 Mellékletek

6.1 Irodalomjegyzék

1. Wikipedia. [Online] 2008. november. <http://hu.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6les>.
2. Új Magyar Lexikon. hely nélk. : Akadémiai kiadó, 1962.
3. [szerző] M. Black , P. Halmer J. D. Bewley. *The Encyclopedia of Seeds*.
4. *Preparation and functional properties of decorticated finger millet (Eleusine coracana)*. **S. Shobana, N.G. Malleshi**. 2006., Journal of food engineering, old.: 529-538.
5. **P.Belton, J. Taylor (Eds)**. *Pseudocereals and Less Common Cereals*. Germany : Springer, 2002.
6. Gabonatermesztési Kutató Közhasznú Társaság. [Online] 2008. november. <http://www.gk-szeged.hu/>.
7. Nemzeti Fajtajegyzék. hely nélk. : Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal, 2008.
8. Nyírkutató. [Online] http://www.nyirkutato.hu/index_p.html.
9. *Antioxidant activity and nutrient composition os selected cereals for food use*. **Sanna Ragee, El-Sayed M. Addel-Aal, Maher Noaman**. 2006., Food Chemistry, old.: 32-38.
10. *Nature of Carbohydrates and Proteins in Three Pearl Millet Varieties Varying in Processing Characteristics and Kernel Texture*. **N.A. Hadimani, G. Muralikrishba, R. N. Tharabathan and N.G. Malleshi**. 1998., Journal of Cereal Science, old.: 17-25.
11. *Characterization of Pearl Millet Protein Fractions*. **Matta, Mamta Chandna and Narender K**. 1990., Phytochemistry, old.: 3395-3399.
12. *Protein, carbohydrate and fibre in cereals from Mali - how to fit the results in a food composition table and database*. **I. Barikmo, F Ouattara, A oshaung**. 2004., Journal of food composition and analysis, old.: 291-300.
13. *Chemical composition of different varieties of ragi (Eleusine coracana)*. **Kadkol SB, Swaminathan M**. 1954.
14. *The minor cereals of the genus Digitaria in Africa and Europe*. **R, Porters**. 1955., 2. kötet.
15. *Cereal proteins. Amino acid composition and lysine supplementation of tef*. **Jansen GR, Dimaio LR, Hause NL**. 1962.

16. *The brewing potential of acha (*Digitari exilis*) malt compared with pearl millet (*Pennisetum typhoides*) malts and shorgum (*Shorgum bicolor*) malts.* **Nzeilbe HC, Nwasike CC.** 1995.
17. *Effects of parboiling and decortication on the nutritional value of shrogum (*Shorgum bicolor* L.Moench) and pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.).* **Serna-Saldivar SO, Clegg C Rooney LW.** 1994.
18. *Isolation of foxtail millet proteins and their subunit structure.* **Danno G, Natake M.** 1980.
19. *Characterisation of storage protein from selected varieties os foxtail millet (*Setarica italica*).* **Kumar KK, Parameswaran KP.** 1998.
20. *Effect of sulfur deficiency on the synthesis of alpha-setarin a methionine-rich protein of Italian millet.* **Naren AP, Virupaksha TK.** 1990.
21. *Alpha and beta proteins metionine-rich proteins of Italian millet.* **Naren AP, Virupaksha TK.** 1990.
22. *Characterisation of the major prolamin of tef (*Eragrostis tef*) and finger millet (*Eleusine coracana*).* **Tatham AS, Fido RJ, Moore CM, Kasadra DD, Kuzmiczky DD, Keen JN, Shewry PR.** 1996., *Cereal Sci*, 24. kötet, old.: 65-71.
23. *The world shorgum and millet economies:facts, trends and outlook.* **ICRISAT/FAO.** 1996.
24. **DAV, Dendy.** *Shorgum and millets: chemistry and technology.* *American Association of Cereal Chemists.* St Paul : ismeretlen szerző, 1995.
25. **National Academy Press.** *Lost corps of Africa.* *National research Council.* Washington DC : ismeretlen szerző, 1996. 1. kötet.
26. **Rachie KO, Peters LV.** *The Eleusines: a rewiew of the world literature.* 1977.
27. *Pasting properties of starch and protein in selected cereals and quality of their food products.* **Sanaa Ragee, El-Sayed M. Abdel-Aal.** 2004., *Food Chemistry*, old.: 9-18.
28. *Effect of composite flours and additives on the texture of chapati.* **Hardeep Singh Gujral, Ambika Pathak.** 2002, *Journal of Food Engeneering*, pp. 173-173.
29. *Quality of vermicelli from finger millet (*Eleusine coracana*) and its blend with different milled wheat fractions.* **M.L. Sudha, R. Vetrmani & A. Rahim.** 1998., *Food Research international*, old.: 99-104.
30. *Köles.lap.hu.* [Online] 2008. november. <http://koles.lap.hu/>.
31. *Resistant starch derived from proceed ragi (*Finger millet, Eleusine coracana*) flour: structural charachterization.* 1998., S.L. Mangala, H.P. Ramesh, K. Udayasankar, R.N. Tharanathan, old.: 475-479.

32. **Zentai.** *Pszeudoceráliák és alakor, tönke, valamint árpa táplálkozástani jellemzése.* 2008.
33. **Poór.** *Különleges gabonafajták és álgabonák reológiai és funkcionális tulajdonságainak vizsgálata.* 2008.
34. *Adatok a gabonaalapú táplálkozás élelmiszer-forrásairól Magyarországon és Közép-Európában.* **Ferencné, Biacs Á. Péter- Lajos József- Léder.** 1998., Élelmezési Ipar, old.: 19-39.
35. *Enzymes of ragi (Eleusine coracana) and ragi malt. I. Amylases.* **Chandrasekhara MR, Swaminathan M.** 1953.
36. *Effect of fermentation on the primary nutrients in finger millet (Eleusine coracana).* **Anthony U, Sripriya G Chandra TS.** 1996.

6.2 Függelékek

1. Függelék. FRAP és TPC mérések átlagai két párhuzamos mintából, azok szórása és relatív szórása, valamint élelmi rost mérések átlagai három párhuzamos mintából, azok szórása és relatív szórása hántolt köleszek esetében

	FRAP			TPC			Élelmi rost		
	Átlag (mg/100g)	Szórás (mg/100g)	Rel. szórás	Átlag (mg/100g)	Szórás (mg/100g)	Rel. szórás	Átlag (mg/100g)	Szórás (mg/100g)	Rel. szórás
Natura	58,05	3,62	6,23	38,13	1,30	3,41	3,26	0,91	0,03
BioPont	55,04	3,12	5,66	86,27	2,28	2,64	3,37	13,66	0,46
Biserka	104,42	6,90	6,61	59,83	4,92	8,23	11,79	2,08	0,24
GK-Piroska	162,63	2,15	1,32	87,64	4,23	4,83	14,54	2,94	0,43
Gyöngyszem	95,13	3,39	3,57	62,43	2,31	3,71	18,20	2,85	0,52
Fertődi-2	103,71	4,68	4,51	67,56	1,41	2,09	20,41	4,44	0,91
Rumenka	163,90	5,08	3,10	94,61	1,86	1,97	18,65	2,59	0,48
GK-Alba	76,34	1,78	2,33	46,23	0,27	0,58	16,30	9,41	1,53

2. Függelék. FRAP és TPC mérések átlagai két párhuzamos mintából, azok szórása és relatív szórása, valamint élelmi rost mérések átlagai három párhuzamos mintából, azok szórása és relatív szórása hántolatlan köleszek esetében

	FRAP			TPC			Élelmi rost		
	Átlag (mg/100g)	Szórás (mg/100g)	Rel. szórás	Átlag (mg/100g)	Szórás (mg/100g)	Rel. szórás	Átlag (mg/100g)	Szórás (mg/100g)	Rel. szórás
Biserka	43,00	1,71	3,98	36,82	1,64	4,45	2,71	21,74	0,59
GK-Piroska	54,95	2,54	4,62	37,72	0,94	2,50	4,17	7,56	0,32
Gyöngyszem	41,47	1,05	2,53	33,16	0,75	2,25	4,25	3,16	0,13
Fertődi-2	52,94	1,45	2,73	45,23	0,76	1,69	4,48	3,48	0,16
Rumenka	41,80	0,98	2,34	36,42	1,34	3,67	4,58	5,21	0,24
GK-Alba	54,84	1,82	3,32	33,01	1,18	3,57	4,17	22,25	0,93

3. Függelék. Amilóztartalom mérés átlagai három párhuzamos mintából, és azok szórása, valamint relatív szórása hántolt és hántolatlan kölesek esetében

	Hántolt			Hántolatlan		
	Átlag (%)	Szórás (%)	Rel. szórás	Átlag (%)	Szórás (%)	Rel. szórás
Nat	37,28	1,72	4,62	-	-	-
Bio	34,88	0,70	2,01	-	-	-
Bis	34,90	1,13	3,23	35,34	1,09	3,10
GP	36,31	1,30	3,59	31,99	1,73	5,41
Gy	37,65	0,36	0,95	37,23	0,86	2,30
F2	32,92	1,62	4,91	33,50	0,95	2,85
Rum	28,96	0,42	1,46	28,14	0,74	2,63
GA	34,87	0,57	1,63	34,41	1,98	5,77

4. Függelék. Natura kölesliszt hozzáadásával készült tésztából mért főzési súly és főzési veszteség átlaga két párhuzamos mérés esetében, azok szórása és relatív szórása

	Főzési súly			Főzési veszteség		
	Átlag (%)	Szórás (%)	Relatív szórás	Átlag (%)	Szórás (%)	Relatív szórás
Natura 10%	179,43	20,84	11,61	4,86	0,01	0,30
Natura 20%	197,75	6,44	3,26	5,67	0,92	16,30
Natura 30%	201,07	11,98	5,96	6,21	0,29	4,68
Natura 40%	196,56	28,15	14,32	7,53	0,21	2,79
Natura 50%	194,86	7,33	3,76	8,46	0,57	6,79
Natura 30% + siker	155,39	1,91	1,23	5,08	0,51	9,97

5. Függelék. BioPont kölesliszt hozzáadásával készült tésztákból mért főzési súly és főzési veszteség átlaga két párhuzamos mérés esetében, azok szórása és relatív szórása

	Főzési súly			Főzési veszteség		
	Átlag (%)	Szórás (%)	Relatív szórás	Átlag (%)	Szórás (%)	Relatív szórás
BioPont 10%	163,25	2,17	1,33	5,32	0,37	6,93
BioPont 20%	186,41	8,99	4,82	6,87	0,67	9,77
BioPont 30%	144,31	17,06	11,82	6,31	0,15	2,40
BioPont 40%	174,40	5,17	2,96	6,27	0,55	8,75
BioPont 50%	238,39	6,49	2,72	6,91	2,16	31,29
BioPont 30% + sikér	178,55	25,39	14,22	5,82	1,06	18,12
Búza 100%	162,72	14,83	9,12	5,17	0,78	15,09

6. Függelék. Natura és BioPont köleslisztek adagolásával készített tészták elvágásához szükséges maximális erő mérési eredményei tíz párhuzamos minta alapján, azok szórása, és relatív szórása

Köleslisztarány (%)	BioPont			Natura		
	Átlag (N)	Szórás (N)	Relatív szórás	Átlag (N)	Szórás (N)	Relatív szórás
0	1,72	0,36	0,15	1,72	0,36	0,15
10	1,76	0,10	5,53	1,72	0,05	3,19
20	1,53	0,01	0,86	1,54	0,10	6,83
30	1,25	0,10	8,04	1,46	0,08	5,53
40	1,38	0,04	2,84	1,49	0,22	14,99
50	1,12	0,11	9,38	1,44	0,07	4,94
g	1,63	0,00	0,15	1,85	0,15	8,11

7. Függelék. A makrokomponens-tartalom mérésének átlagai két párhuzamos mintából, azok szórása és relatív szórása a hántolt kölesek esetében

	Nedvesség (%)			Fehérje (%)			Nyerszír (%)			Hamu (%)			Nyersrost (%)		
	Átlag	Szórás	Rel. szórás	Átlag	Szórás	Rel. szórás	Átlag	Szórás	Rel. szórás	Átlag	Szórás	Rel. szórás	Átlag	Szórás	Rel. szórás
Natura	14,35	0,00	0,00	13,65	0,07	0,54	2,98	0,02	0,83	1,29	0,04	3,20	2,01	0,28	13,98
BioPont	13,19	0,11	0,86	12,44	0,02	0,20	3,51	0,07	1,99	1,15	0,03	2,26	3,12	0,56	17,91
Biserka	10,76	0,03	0,26	11,23	0,04	0,38	3,32	0,04	1,22	1,00	0,00	0,03	1,07	0,01	0,77
GK-Piroska	11,98	0,00	0,00	13,07	1,15	8,79	3,64	0,31	8,40	1,22	0,15	12,50	2,19	0,08	3,66
Gyöngyszem	10,94	0,07	0,65	13,17	0,01	0,04	3,00	0,06	2,04	1,02	0,05	4,58	1,81	0,04	2,11
Fertődi-2	10,51	0,10	0,94	15,20	0,28	1,87	3,78	0,00	0,10	1,36	0,03	1,86	1,58	0,06	3,61
Rumenka	12,19	0,13	1,04	14,66	0,16	1,08	4,49	0,04	0,93	1,21	0,07	6,12	1,67	0,27	16,21
GK-Alba	13,29	0,06	0,43	14,17	0,10	0,70	4,24	0,08	1,99	1,11	0,05	4,48	1,85	0,19	10,07

8. Függelék. A makrokomponens-tartalom mérésének átlagai két párhuzamos mintából, azok szórása és relatív szórása a hántolatlan kölesek esetében

	Nedvesség (%)			Fehérje (%)			Nyerszír (%)			Hamu (%)			Nyersrost (%)		
	Átlag	Szórás	Rel. szórás	Átlag	Szórás	Rel. szórás	Átlag	Szórás	Rel. szórás	Átlag	Szórás	Rel. szórás	Átlag	Szórás	Rel. szórás
Biserka	12,38	0,26	2,11	11,58	0,12	1,00	3,96	0,02	0,52	3,12	0,18	5,92	9,59	0,21	2,15
GK-Piroska	11,41	0,44	3,84	13,23	0,06	0,47	3,65	0,03	0,71	2,68	0,08	2,88	14,67	0,43	2,93
Gyöngyszem	12,78	0,10	0,77	12,69	0,18	1,39	3,53	0,04	1,03	4,71	0,05	0,97	14,78	0,36	2,46
Fertődi-2	11,57	0,04	0,37	14,80	0,59	3,99	3,51	0,09	2,69	3,08	0,04	1,35	13,84	0,25	1,78
Rumenka	13,22	0,05	0,37	13,56	0,10	0,72	4,51	0,04	0,78	3,34	0,17	5,07	14,60	0,19	1,28
GK-Alba	11,68	0,10	0,85	14,50	0,30	2,04	3,82	0,05	1,37	3,61	0,15	4,10	10,95	0,36	3,25

