

DEBRECENI EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG-, ÉLELMISZERTUDOMÁNYI- ÉS KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI
KAR
KERTÉSZETTUDOMÁNYI INTÉZET

Intézetigazgató:
Dr. habil. Apáti Ferenc
egyetemi docens

TDK dolgozat

Céklafajták értékelése aszalvány előállításához

Készítette:
Vatler Brigitta
„kertészmérnök jelölt”

Konzulensek:
Takácsné Dr. habil Hájos Mária
egyetemi docens
Dr. Kovácsné Madar Ágota
PhD hallgató

Debrecen
2022

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	4
1. TÉMAFELVETÉS	5
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	6
2.1. A cékla származása és morfológiája	6
2.2. A cékla környezeti igénye	7
2.3. Alkalmazott termesztési módok	8
2.4. Minőséget meghatározó tulajdonságok	8
2.4.1. Színanyagtartalom és –összetétel	9
2.4.2. Nitráttartalom	9
2.5. Alkalmazott feldolgozási módok	10
3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	12
3.1. A kísérletek helye, ideje és a vizsgált genotípusok	12
3.2. A kísérletben vizsgált genotípusok jellemzése.....	12
3.3. A kísérleti terület talajtani jellemzői	13
3.4. A kísérlet körülményei	14
3.5. Mérések	16
4. EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE.....	19
4.1. Morfológiai paraméterek alakulása	19
4.2. Érzékszervi vizsgálat eredménye	20
4.3. Összes szárazanyag-tartalom alakulása (%).....	21
4.4. Vízoldható szárazanyag-tartalom alakulása (Brix%)	22
4.5. Színanyag-tartalom alakulása (mg/100g).....	24
4.6. Összpolifenol-tartalom alakulása (mg GAE/100 g)	26
4.7. Flavonoid-tartalom alakulása (mg CE/100 g)	27
4.8. Szárítás hatása a színanyag-tartalom alakulására (mg/100g)	29
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	33
ÖSSZEFOGLALÁS	35
SZAKIRODALMI JEGYZÉK	38
MELLÉKLETEK	41
TÁBLÁZATJEGYZÉK	42
ÁBRAJEGYZÉK	43
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	44

NYILATKOZAT	45
-------------------	----

BEVEZETÉS

A céklát számottevő mennyiségben az utóbbi évtizedekben kezdték el fogyasztani, leginkább antioxidáns hatású színanyagai miatt. Termőterülete nem növekedett jelentősen az elmúlt évek során. Hazánkban 300-400 ha-on termesztünk céklát, amin az éves termés mennyiség 8-10 ezer tonna (AKI, 2017; NAIK 2019).

A 2020-as évi adatok alapján a gyökérzöldség termesztés hátrányos helyzetben volt. Az aszályos évjárat megnehezítette a kelést, a legtöbb helyen száraz talajba kerültek elvetésre a magok. Az előző évekhez képest csökkenő tendenciát mutatott a cékla termőterülete. Mintegy 10%-os csökkenés volt tapasztalható, azonban a jó hozamok javították az éves termés mennyiséget, ami 10,5 ezer tonnát jelentett. Ez a mennyiség 13-15%-kal magasabb volt az előző évekhez képest (I1).

Hazánkban a legtöbb cékla konzervgyárakba kerül feldolgozásra, de lehetőség van légyártásra és szárítmány készítésére is, úgynevezett céklachips előállítására. Manapság a fogyasztók körében egyre népszerűbbek a félkész vagy kész termékek, amelyek már nem igényelnek egyéb konyhai feldolgozást. Így kerül egyre inkább előtérbe a kényelmi ételek fogyasztása, mint például a céklachips. Hiszen csak gondoljunk bele mennyivel könnyebb kibontani egy csomag aszalványt, mint meghámozni és elkészíteni.

A céklát hazánkban főként feldolgozott élelmiszeripari termékeként keresik a fogyasztók, elsősorban salátakonzerv, ivólé, céklapor és táplálék kiegészítő formájában.

Magyarországon a friss répatest iránti kereslet alacsonyabb, ezzel szemben külföldön általában a friss répatestet részesítik előnyben, fogyasztják. Emellett a levelét is felhasználják főzelék és leves alapanyagaként.

Közismert, hogy a cékla színanyagai hőérzékenyek. A fajták között jelentős különbség tapasztalható, mivel a betacianinokhoz számos vegyület tartozik. Ezek eltérő aránya jelentősen befolyásolja a fajta hőérzékenységet.

Ez az alapvető oka annak, hogy szárítmány előállításánál kiemelt szerepe van a megfelelő fajta kiválasztásának.

1. TÉMAFELVETÉS

A céklának számos feldolgozási lehetősége van. Leggyakoribb feldolgozási módjai a konzervgyártás, légyártás, céklapor és céklachips előállítása. A friss répatestet gyakran készítik el batáta mellé sütve vagy akár párolva is különböző húsok mellé. A gyökérzöldség festékanyagait kinyerve számos termék ételszínezékeként lehet fellelni. Fiatal leveleit felhasználhatjuk saláták készítéséhez, de már az üzletláncokban saláta-mixekben, félkész termékekben is fellelhetjük. Mindezek mellett használhatjuk levesek és főzelékek alapanyagaként is.

A fajták vizsgálata azért lenne fontos, hogy tudjuk, hogy milyen felhasználási célra (salátakonzerv, szárítmány, ivólé stb.) érdemes választani az adott fajtát. Például a szárítmányok hőhatásra veszíthetnek színanyag-tartalmukból, illetve sérülhet a küllemi megjelenésük, amely piacképtelen terméket eredményezhet.

A kísérlettel választ kívánunk adni arra, hogy melyik fajta alkalmasabb az aszalvány készítésére. Értékeljük a friss céklaminták egyes bioaktívanyag-tartalmát (összpolifenol, flavnoid, betanin, vulgaxantin), illetve különböző szárítási hőmérsékletek hatását a növényi termékek színanyag-tartalmára.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A cékla származása és morfológiája

A cékla (*Beta vulgaris* ssp. *esculenta* var. *rubra* L.) a Libatopfélék (*Chenopodiaceae*) családjába tartozó kétszikű növény. Ezen túl a *Beta* nemzetségbe és a *Beta vulgaris* fajhoz tartozik. A cukorrépa (*Beta vulgaris* L. prov. *altissima*), a takarmányrépa (*Beta vulgaris* L. cv. *crassa* prov. *crassa*) és a mángold (*Beta vulgaris* L. cv. *cicla*) közeli rokonai (NOTTINGHAM, 2004).

Európából származik, a Földközi-tenger környékéről. Régóta ismert, már az ókorban is termesztett növény (CSELŐTEI et al., 1993). A *Beta vulgaris* L. var. *maritima* a Földközi-tenger környékén található meg, ami a cékla ősalakja. Vad alakja Elő-Ázsiában és Indiában fordul elő (SZABÓ, 1994).

A cékla kétéves növény, első évben vegetatív szerveket (répatest, levélzet), második évben generatív szerveket (magszár, mag) fejleszt. Viszont, ha a kicsírázott magot hosszabb ideig 0 ± 5 °C-os hőmérséklet éri, vagy esetleg fagy éri a fiatal növényeket, akkor már első évben felmagzik. Ezen kívül a hosszabb ideig tartó szárazság utáni esőzés is felmagzást okozhat (HÁJAS, 1976).

Első évben törőzsát alkotó töleveleket, a második évben pedig a magszáron szárleveleket fejleszt. Egyszerű, csupasz levelei fényesek, melyeknek színe a világoszöldtől a sötétzöldig terjedhet (SZABÓ, 1994).

Karógyökere mélyre hatol a talajban, melyen oldalgyökereket fejleszt. Gazdasági értelemben vett termése a répatest, melynek kialakulásában a szik feletti és alatti szár, illetve a karógyökér is részt vehet. A szik feletti szár a fejet képezi. A szik alatti szár a gömbölyű répatestek, míg a karógyökér a hosszú répatestek fejlődésében vesznek részt (SZABÓ, 1994).

A répatest gyűrűségét a másodlagos sejtfalvastagodás magyarázza, ahol elkülönül a háncs és a fa rész. A háncs részben nagyobb mennyiségű színanyag halmozódik fel. A répatest alakja lehet gömbölyű, lapos vagy hengeres. Ez határozza meg a termés felhasználási módját, ugyanis a gömbölyűből kockázott készítményeket állítanak elő, a lapos alakúakat friss fogyasztásra értékesítik leginkább, a hengeres alakúból pedig szeletelt árucikket készítenek (CSELŐTEI et al., 1993).

A répatest belső színe a vörös mellett lehet különböző árnyalatú és eltérő színű (1. ábra).

Szélporozta növény, ez indokolja a 100 méteres izolációs távolságot a rokon fajoktól. Gomolyból álló csalmatok termése van, mely poligerm, tehát egy magból vetést követően több

növény kel ki. Ezért kell tőszámbeállítást, azaz egyelést alkalmazni, melyet 2-4 lombleveles állapotban végzünk (CSELŐTEI et al., 1993). Ezermagtömege 13-22 g, amely 3-4 évig csíráképes (SZABÓ, 1994).



1. ábra: Különleges színű répatestek

Forrás: I2

2.2. A cékla környezeti igénye

A cékla hőigénye közepes, Markov-Haev-törvény besorolás szerint a 19 ± 7 °C-os csoportba tartozik, de jól fejlődik ettől alacsonyabb vagy magasabb hőmérsékleten is (CSELŐTEI et al., 1993). Nottingham (2004) szerint 15-19 °C-on fejlődik a legjobban. Csírázása már 5-6 °C-on megindul, de a kelés optimuma 25-26 °C. Optimális hőmérséklet a répatest fejlődéséhez a 15-20 °C, míg a lombozata 21-28 °C-on fejlődik a legjobban. Nem tűri a fagyot, ezért még előtte be kell takarítani (SZABÓ, 1994).

Fényigénye szempontjából hosszúnappalos növény, amely 12 és 16 óra közötti megvilágítást jelent. Gyengébb fényellátás mellett is jól fejlődik, viszont ebben az esetben csökken a színanyag- és cukor-tartalma. Előfordulnak nappalközömbös változatai is (SZABÓ, 1994).

Vízigénye közepes, nagy talajnedvességet igényel a csírázáshoz és a kezdeti fejlődéshez (CSELŐTEI et al., 1993). Az időszakos vízhiányt jobban tűri, mint a többi gyökérzöldség (SZABÓ, 1994). Transzspirációs hányadosa 300-400 (SOMOS, 1967).

Tápanyagok terén káliumból sokat igényel, míg nitrogén és foszfor igénye közepes. Ügyelni kell a nitrogén mennyiségére, mivel túlادagolás esetében romlik a répatest minősége. Ezek mellett a nyomelemek közül érzékeny a mangán-hiányra (SZABÓ, 1994).

Talajigény szempontjából a középkött talajok kedvezőek számára, de a szélsőséges talajok kivételével minden talajtípuson sikeresen termesztethető. Tápanyagigénye a legnagyobb a szántóföldi gyökérzölkségek között (CSELŐTEI et al., 1993). HADNAGY és társai (2001) szerint a vályog-, homokos vályog- és humuszos homok talajtípusok a legkedvezőbbek céklatermesztéshez, de megfelelő technológia alkalmazásával a legtöbb termőhelyen sikeresen termesztjük.

2.3. Alkalmazott termesztési módok

A tavaszi termesztés hazánkban nem jellemző, mivel a hideg hatására nem magzik fel. A baby-leaf termesztési mód szerint a cékla kb. 10 cm-es nagyságú levelét szedjük le, melyet salátákhoz használunk fel.

Magyarországon leginkább másodveteményként termesztjük rövid tenésziideje miatt. Az előveteményre kis mértékben igényes, minden olyan növény megfelelő, mely után időben elő lehet készíteni a talajt. Közvetlen szerves trágyázást nem igényel. Ügyelni kell a nitrát-felhalmozódásra, ugyanis a nitrogén többlet hatására romlik a termés minősége. Kálium igénye magas.

Helyrevetéssel szaporítjuk március elejétől július közepéig. Kelesztő öntözést igényel, nehezen duzzadó magja miatt. Tavasszal 10-15 °C-on 15-17 nap alatt, nyáron 21-22 °C-on 6-8 nap alatt kel ki. Ajánlott sortávolsága 40 cm, tőtávolsága 8-15 cm a fajta alakjától és a répatest méretétől függően. Betegségei közül nagy figyelmet kell fordítani a cercosporás levélfoltosságra. Kártevői között megemlítendő a répabolha, a levéltetű és a répabarkó, melyek ellen védekezni szükséges. Levelüknél fogva húzzuk ki a talajból a répatestet. Betakarítás után leveleit levágjuk és eltávolítjuk a szennyeződések. Sikeres tároláshoz egészséges répatestek szükségesek. Várható termés hozam: 12-20 t/ha. (CSELŐTEI et al., 1993).

2.4. Minőséget meghatározó tulajdonságok

A geozmin a cékla jellegzetes földes ízéért felelős vegyület. Ezt a vegyületet mikroorganizmusok termelik, melyek szimbiózisban élnek a répatest gyökereivel. Tartalmát csökkenthetjük, vagy akár el is kerülhetjük 3-4 °C-os hőmérsékleten és 97 %-os páratartalom melletti tárolással (TAKÁCSNÉ HÁJOS, 1997). Sokan azért nem fogyasztják rendszeresen a céklát, mert nem szeretik ezt a földes utóízt.

2.4.1. Színanyagtartalom és –összetétel

Azoknál a készítményeknél, melyek hőkezelve lesznek fontos, hogy olyan fajtát alkalmazzunk, melyek a legkevésbé hőérzékenyek. Ezeknél a színanyagok jelentős része betanin és kisebb részük más komponensek, mint például izobetanin vagy prebetanin.

A cékla két fontos színanyaga a betanin (E162) és a vulgaxantin, a betalainok csoportjába tartoznak és színezőanyagok kiváltására adnak kitűnő alternatívát (HENRY, 1996). A betanint kinyerve színezékként alkalmazzák, illetve kísérletekkel megállapították, hogy neuropátiás betegeknek egészségügyi kezelésként is alkalmazható antioxidáns és gyulladásgátló hatása miatt ((KWANKAEW et al., 2021). Továbbá megállapították, hogy ez a pigment képes enyhíteni az oxidatív stresszt és a gyulladást. Ellenáll a gasztrointesztinális emésztésnek, felszívódik a bélnyálkahártya hámsejtjeiben, és aktív formában jut el a plazmába (SILVA et al., 2022). A színanyagok bakteriosztatikus hatásuk mellett, a rosszindulatú daganatok gyógyítására is alkalmasnak bizonyultak.

Gyengébb fényellátás mellett is jól fejlődik a répatest, viszont ebben az esetben csökken a színanyag- és cukor-tartalma (SZABÓ, 1994).

Ezek mellett jelentős makro- és mikroelemtartalma van (P, Na, Fe, Mn, Zn), melyek közül kiemelkedő a kálium (K) és magnézium (Mg), illetve vitamin tartalma (B₁, B₂, B₅, B₆, B₉- és C- vitamin) is kiváló (NEELWARNE, 2013).

2.4.2. Nitráttartalom

A gyökérzöldségekben gyakori a nitrát- és nitrit felhalmozódás, melyeknek mértékét igyekeznünk kell csökkenteni. A megfelelő körülmények és fajták választásával akár ki lehet küszöbölni (MARSCHER, 1999).

A nitrát mérsékelt mennyiségben hozzájárul az emberi szervezet egészséges működéséhez. Önmagában nem toxikus, azonban helytelen tárolás, például levegőtlenesség mellett nitritté alakul át. Magas tartalma mellett a nitrit olyan aminokat képez, melyeknek bizonyították karcinogén hatását (NEELWARNE, 2013). A nitrátok gátolják a vér oxigénszállítását, és így az izmok oxigén-ellátását is. (SZIGETI, 2010a).

A növények a talajból szervesetlen sókon keresztül veszik fel a nitrát-tartalmukat. Egyes növényi készítmények magas hőfokon való tárolása viszont növelheti a nitrit-tartalmat. Annak ellenére, hogy a cékla milyen egészséges, egyúttal az egyik legnagyobb nitrát-forrásként van számontartva (SZIGETI, 2010b).

A nitrit és nitrát elsősorban zöldségfélékkel és az ivóvízzel juthat a szervezetünkbe. Kormányrendelet határozza meg az ivóvízre vonatkoztatott határértékeket, mely a nitritnél

0,5 mg/l, míg a nitrát esetében pedig 50 mg/l. Az ivóvizekbe kerülő nitrátok nitráttá redukálódhatnak, míg a növényekben nitróz-inhibitorok akadályozzák meg ezt a folyamatot. (SZIGETI, 2010b).

2.5. Alkalmazott feldolgozási módok

Manapság egyre népszerűbb kényelmi termék a **céklachips**, melyet késztermékként is megvásárolhatunk, de házilag is könnyen elkészíthetünk. A szárítmány alapanyagánál fontos a színanyag-tartalom és a vízdoldható szárazanyag-tartalom mennyisége. Ennél a feldolgozási módnál problémát okozhat a szénhidrát-mennyisége, ugyanis magas cukor-tartalom a szárított termék barnulását okozza, amely rontja annak színét. Ezért olyan fajtát szükséges használni szárításhoz, melynél magas színanyag-tartalom mellé alacsony cukor-tartalom párosul. A *BITALON KFT* honlapján 50-55 °C-os szárítási hőmérsékletet javasolnak a céklachips elkészítéséhez (I3).

A **céklalé** iránti kereslet is számottevő. Laktóztoleranciával vagy tejcukor érzékenységgel élő emberek számára a tej alapú probiotikus készítmények nem megfelelőek, ezért számukra más alternatívával kell előállni. SZABÓ és társai (2017) egy kísérlet során három zöldséglevet hasonlítottak össze (céklalé, paradicsomlé és sárgarépalé), mint probiotikus készítmények előállítására használt alapanyagot. Az antioxidáns hatású vegyületek mennyiségét vizsgálták, ahol megmérték a polifenol-tartalmat (TPC), a troloxra vonatkoztatott (TEAC) és vasredukálóképességen alapuló (FRAP) antioxidáns kapacitását. A fermentáció során *Bifidobacterium lactis Bb-12* baktérium törzsszel dolgoztak. A fermentált zöldségekben lévő tápanyagokat a probiotikus baktériumok könnyen lebontják és hasznosítják. A három zöldségle közül a céklalé kiemelkedő eredményeket mutatott magas polifenol- és antioxidáns-tartalma miatt. Ennek a gyökérszöldségnek volt a legmagasabb a vasredukálóképességen alapuló antioxidáns kapacitásának eredménye. Troloxra vonatkoztatott értéke azonban csökkent. A kísérletből azt a következtetést vonták le, hogy a zöldséglevelek, így tehát a céklalé is, egészségvédő hatásukat megőrizték fermentálás után és megfeleltek probiotikumok tápközegeként (SZABÓ et al., 2017).

A **céklapör** színezékként szolgálhat jégkrémek, joghurtok, húspótló szója termékek, kolbászok esetében, illetve pácolt húsok fedőfestékeként is alkalmazható (TAKÁCSNÉ HÁJOS, 2002). Használják még levesek, mártások, édességek és reggeli gabonafélék festékanyagaként is (SRUTHI et al., 2014).

Savanyításhoz leginkább bécicéklákat alkalmaznak. Ezek vetése kora tavasszal történik és tenészeitük kb. 60 nap. Bécicékla termesztéshez felmagzásra rezisztens és intenzív vastagodású fajtaakat érdemes választani. A gömbölyű típusú céklák sűrűn való vetéséből kapott 3-5 cm-es termések egészben savanyíthatóak.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A kísérletek helye, ideje és a vizsgált genotípusok

Az első évi kísérletet a Debreceni Egyetem, AKIT-DTTI Arborétum-Bemutatókertjében végeztük. A vetésre 2021. június 29-én került sor, a betakarításra pedig 2021. október 12-én. A talaj típusa mészlepedékes csernozjom, melyen 6 fajtát vizsgáltunk (4 gömbölyű és 2 hengeres). A fajták adatait az 1. táblázat szemlélteti.

A második év kísérletének beállítása Tégláson, 2022. április 30-án történt, melynek betakarítása 2022. július 27-én ment végbe. Ezen a területen talajvizsgálat alapján homok talajtípust határoztunk meg, ahol 4 fajtát vizsgáltunk (2 gömbölyű és 2 hengeres), melynek adatait az 1. táblázat mutatja be.

1. táblázat: A kísérlet során vizsgált genotípusok (Debrecen, 2021 és Téglás, 2022)

Fajta	Nemesítő/ Forgalmazó	Származás	Répatest típus	Kísérlet helye	
				Debrecen	Téglás
Bonel	Nickerson Zwaan	NL (Hollandia)	gömbölyű	+	–
Libero	Rijk Zwaan	NL (Hollandia)	gömbölyű	+	+
Larka	Rijk Zwaan	NL (Hollandia)	gömbölyű	+	–
Akela	Rijk Zwaan	NL (Hollandia)	gömbölyű	+	+
Carillon	Rijk Zwaan	NL (Hollandia)	hengeres	+	+
Lomako	Rijk Zwaan	NL (Hollandia)	hengeres	+	+

3.2. A kísérletben vizsgált genotípusok jellemzése

Bonel

Gömbölyű répatestű, nyári és őszi vetésnél egyaránt használható fajta. Ellenálló a felmagzással szemben. Felálló lombozata megkönnyíti az egyelést és a szedést. Mélyvörös húsa nem jellemző a fehérgyűrűség. Viszonylag magas hozamú és hosszú ideig termesztethető (NOTTINGHAM, 2004).

Libero

A Libero egy nemrég bemutatott Holland fajta. Bíbor vagy sötétvörös répatestei egyöntetűek, gömb alakúak és fehérgyűrűségük nem jellemző. Korai vetésre alkalmas, felmagzásra ellenálló fajta. Gyorsan érke, főtermesztésben jól termesztethető a téli tároláshoz. Növekedése gyors és hozama nagy (NOTTINGHAM, 2004).

Larka

Gömbölyű répatesté egyöntetű, sötét színű. Középkorai fajta, mely nyári és őszi termesztésre is alkalmas. Friss piaci termékként, illetve ipari feldolgozásra egyaránt termesztethető. Felmagzással szemben ellenálló és kiválóan alkalmazkodó (I4).

Akela

Felálló erős levélzete betegségekkel szemben ellenálló. Gömbölyű répatesté mély bordó színű, fehérgyűrűsségtől mentes. Magas beltartalmi értékekkel rendelkező gumója kiválóan alkalmas feldolgozásra és tárolásra. Nagy gumójú és magas hozamú fajta. (I5).

Carillon

Hengeres répatestű, hosszú gyökerű fajta. Hússzíne sötétvörös. Korán vethető, felmagzásra nem hajlamos. Sima felszíne miatt könnyen hámozható így jól szeletelhető (NOTTINGHAM, 2004).

Lomako

Hengeres standard fajta. Beltartalmi értéke kiváló, belső színe szép. Magas cukor-tartalmú és viszonylag alacsony nitrát-tartalmú. (I6).

3.3. A kísérleti terület talajtani jellemzői

Talajvizsgálat alapján a Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Agrárműszerközpontjában megállapították, hogy az Arborétum-Bemutatókertjében a mészlepedékes csernozjom talaj paraméterei alkalmasak céklatermesztésre. Ugyanezen helyen a Téglásról hozott talajminta típusát is megvizsgálták és az adatok alapján homok típusra következtettünk. A mért paramétereket a 2. táblázat mutatja be.

2. táblázat: Talajminta paramétereit (Debrecen, 2021 és Tégla, 2022)

Mért paraméterek	Debrecen	Tégla
pH érték (KCl)	7,79	6,22
Arany-féle kötöttségi szám (K _A)	45	27
Vízben oldható összes só (m/m) %	0,05	<0,02
Szénsavas més (m/m) %	1,92	<0,100
Szerves szén (humusz-tartalom) (m/m) %	2,65	1,44
Fosfor-pentoxid (mg/kg) (AL-kivonat)	854	307
Kálium-oxid (mg/kg) (AL-kivonat)	251	378
Nitrát (mg/kg) (KCl-oldható)	36,1	110

A fenti táblázat alapján több következtetést vonhatunk le a területek talajtani jellemzőiről. A debreceni talaj gyengén lúgos kémhatású. Fizikai talajfélesége agyagos vályog. Sótartalma alapján gyengén szoloncsákos. Ez a termékenység szempontjából fontos, hiszen a túl sok só gyenge termékenységet okozhat. Szénsavas méstartalma alapján gyengén meszes tulajdonságú. A talaj humusz-tartalma alapján a jó kategóriába sorolható. Fosfor-, kálium- és nitrát-tartalom szempontjából jól ellátott a talaj.

A téglási talaj kémhatása alapján a gyengén savanyú kategóriába esik. Az Arany-féle kötöttségi szám a homoktalajra utal. Kis sótartalmú a talaj, ugyanis a sók mennyisége kisebb, mint 0,05%. A fenti érték alapján méshányos vagy enyhén meszes adottságot állapíthatunk meg. Humusz-tartalma a jó kategóriába tartozik, ugyanis homoktalajon a 2 % már nagy értéknek számít. Fosfor-, kálium- és nitrát-tartalma igen magas.

3.4. A kísérlet körülményei

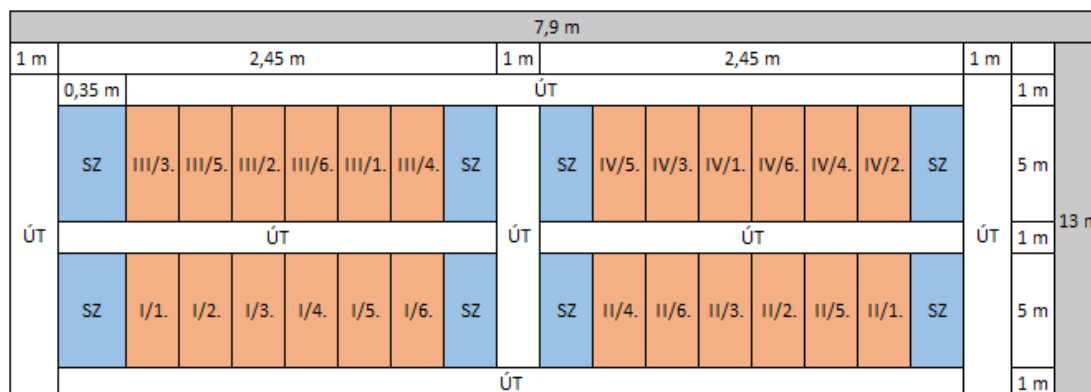
Az első évben a vetésre 2021. június 29-én került sor, a második évben pedig 2022. április 30-án. Ezek elrendezéseit a 2. és 3. ábra mutatja be.

A parcellaméret mindkét alkalommal 5 m x 0,35 m volt, ahol a fajták véletlenszerűen kerültek elvetésre, 4 ismétlésben és 1-1 szegélysorral.

Talajelőkészítés során Debrecenben talajmaróval és boronával műveltük meg a területet vetés előtt, Tégláson pedig rotációs kapával forgattuk át a talajt. A talajművelés után a vetőmagokat 2-3 cm mélyre és 35 cm-es sortávolságra vetettük el.

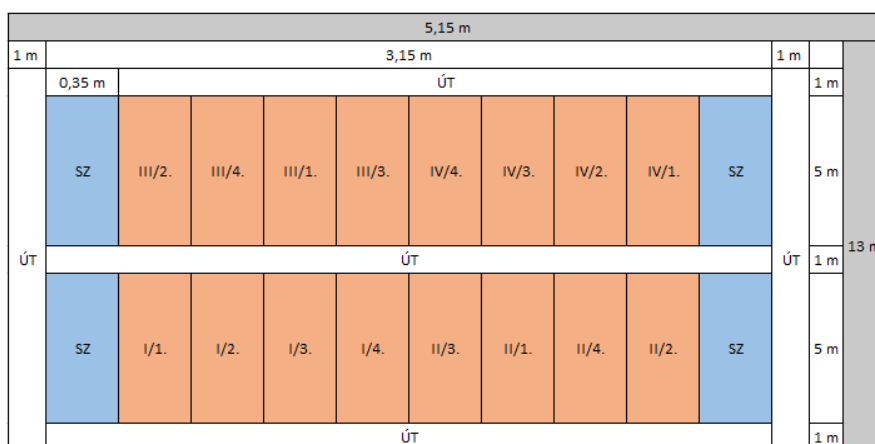
A töszámbeállítás, azaz az egyelés a növény 2-4 lombleveles korában történt, 5-7 cm-es tőtávolságra. Az öntözés csepegtető szalaggal valósult meg, heti 2-3 alkalommal 30 mm-es vízádagokkal.

A mintavétel 2021. október 12-én, illetve 2022. augusztus (eleje) történt. 2021-ben 6 fajtát, míg 2022-ben 4 fajtát értékeltünk a laboratóriumi méréseknél.



1.	Bonel
2.	Libero
3.	Larka
4.	Akela
5.	Carillon
6.	Lomako

2. ábra: Debreceni vetésterv (2021)



1.	Libero
2.	Akela
3.	Carillon
4.	Lomako

3. ábra: Téglási vetésterv (2022)

Szárítmány (céklachips) készítése

Kísérletünkben két módon, 42 °C-on 4 és fél órán keresztül, illetve 52 °C-on 3 órán keresztül szárítottuk a friss céklákat, melyeket meghámoztunk és konyhai szeletelővel szeleteltünk fel 2-3 mm-es vastagságra. A céklachips elkészítéséhez Excalibur aszaló készüléket használtunk. Egyaránt megmértük a friss- és szárított termék színanyag-tartalmát, ugyanis azok mennyisége csökken hőkezelés során.

3.5. Mérések

A mintavétel után lemostuk a répatesteken maradt talajt, majd a következő **morfológiai méréseket** végeztük:

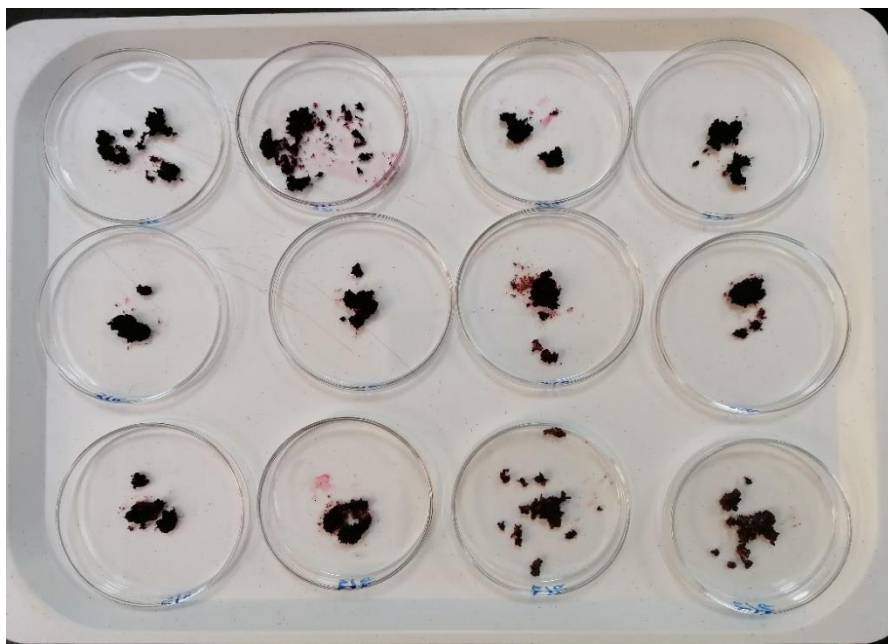
- levélhosszúság (cm)
- levéltömeg (g)
- répatest átmérő (mm)
- répatest hossza (mm)
- répatest tömege (mm)

Az **érzékszervi vizsgálat** során értékelésre került:

- a belsőszín intenzitása (1 – piros ... 5 – mély bordó)
- fehérgyűrűség mértéke (1 – fehérgyűrűs ... 3 – egyöntetű belső szín)
- íz (1 – erősen földes íz, kesernyés utóíz ... 5 – édes, földes íztől mentes)

A **laboratóriumi mérések** során vizsgált beltartalmi mutatók:

- Összes szárazanyag-tartalom meghatározása (%) – A homogenizált mintákat 105°C-on szárítógépben tömegállandóságig szárítottuk. MSZ-08-1783-1:1983-as szabvány 2. fejezete alapján (4. ábra)
- Vízoldható szárazanyag-tartalom meghatározása (Brix%) – kézi digitális refraktométerrel
- Színanyag-tartalom meghatározása (mg/100g) - friss termésen és szárítmányon – NILSSON (1970) módszere alapján (5. ábra)
- Összpolifenol-tartalom meghatározása (mg GAE/100 g) – A minták TPC-tartalmát Folin-Ciocalteu kolorimertikus módszerrel mértük, spektrofotométeren 760 nm hullámhosszúságon. Az eredményt Gallusz sav egyenértékre (GAE) adtuk meg. MEDA et al. (2005) módszer alapján (6. ábra).
- Flavonoid-tartalom meghatározása (mg CE/100 g) – A homogenizált minták mérése spektrofotométeren 510 nm hullámhosszúságon történt. A mérési eredményeket catechin egyenértékben tüntettük fel. KIM et al. (2003) módszer alapján (7. ábra)



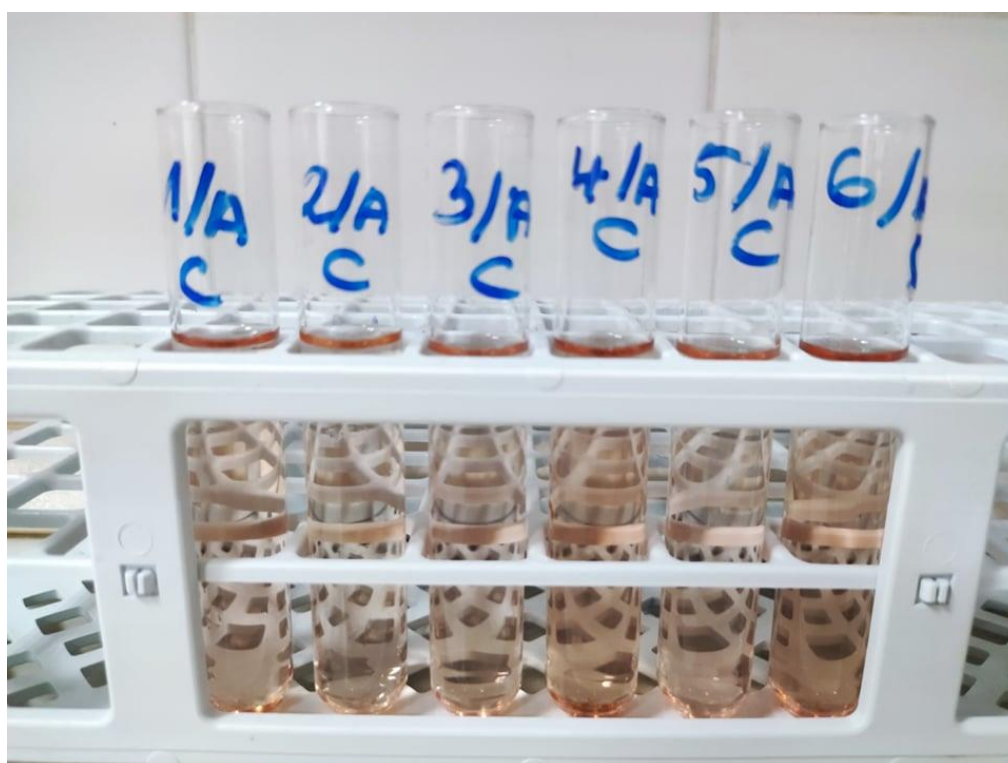
4. ábra: Szárazanyag-tartalom meghatározása (Debrecen, 2021)



5. ábra: Színanyag-tartalom kinyerése rázógép segítségével (Debrecen, 2021)



6. ábra: Polifenol mérés (Debrecen, 2021)



7. ábra: Flavonoid mérés (Debrecen, 2021)

4. EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

4.1. Morfológiai paraméterek alakulása

A morfológiai adottságok meghatározzák a céklatest feldolgozhatóságát. A Bemutatókertben vizsgált fajták között az első négy (*Bonel*, *Libero*, *Larka*, *Akela*) gömbölyű típus, melyet az 1,00-hez közeli alakindex is mutat. Ezeket a fajtákat kockázott céklaételek előállítására használják. Ezzel szemben a *Carillon* és a *Lomako* alakindexe majdnem 3,00 illetve 4,00 körüli értéket mutat, amely a hengeres répatest alakot jellemezi. Ezen paramétereket a 3. táblázat mutatja be. Itt a termés hosszúsága nagyobb, mint a szélessége. Ezekből szeletelt készítményeket lehet előállítani úgy, hogy minimális legyen a feldolgozási vesztesége.

3. táblázat: Morfológiai paraméterek alakulása (Debrecen, 2021)

Genotípus/Paraméter	Levélhossz (cm)	Levéltömeg (g)	Répatest tömege (g)	Alakindex (hossz/átmérő)
Bonel	33,2 ± 4,32	80,58 ± 40,55	107,22 ± 15,92	0,99 ± 0,20
Libero	35,2 ± 2,39	79,66 ± 41,28	178,52 ± 32,43	1,04 ± 0,09
Larka	34,8 ± 4,97	112,26 ± 31,90	207,44 ± 100,52	1,02 ± 0,16
Akela	37,8 ± 6,65	87,82 ± 52,23	150,08 ± 48,59	1,02 ± 0,19
Carillon	36,2 ± 6,87	69,24 ± 57,97	98,4 ± 19,44	2,72 ± 0,38
Lomako	26,6 ± 5,73	33,9 ± 22,32	117,48 ± 16,62	3,74 ± 0,40

A téglási kísérletben két gömbölyű (*Libero*, *Akela*) és két hengeres (*Carillon*, *Lomako*) fajtát vizsgáltunk. Ezen a helyszínen is mutatják a genotípusok a fajtára jellemző alakindex értékeket, melynek adatait a 4. táblázat szemlélteti.

4. táblázat: Morfológiai paraméterek alakulása (Téglás, 2022)

Genotípus/Paraméter	Levélhossz (cm)	Levéltömeg (g)	Répatest tömege (g)	Alakindex (hossz/átmérő)
Libero	36,59 ± 4,78	45,05 ± 19,33	267,40 ± 76,33	0,84 ± 0,13
Akela	39,66 ± 4,47	52,65 ± 15,69	287,73 ± 69,20	0,86 ± 0,12
Carillon	37,83 ± 3,54	61,70 ± 21,90	289,33 ± 81,55	3,18 ± 0,66
Lomako	28,92 ± 3,72	22,45 ± 12,54	98,93 ± 44,45	3,48 ± 0,66

4.2. Érzékszervi vizsgálat eredménye

A bemutatókerti kísérletben a *Lomako* típusnak volt a legmélyebb és legeggyöntetűbb színe, azonban a többi fajta értékei se sokkal maradtak el. A belső szín kialakulását a genetikai tulajdonságok és a termesztési mód is meghatározza. Egyenletes vízellátással és megfelelő tápanyagutánpótlással érhetünk el megfelelő belső színt.

A fehérgyűrűség mértéke a megfelelő termesztési mód hatására kevésbé alakult ki, mégis a *Bonel* és a *Carillon* fajtákra jobban jellemző. Erre magyarázat lehet a genetikailag kódolt tulajdonságuk.

A céklának jellegzetes földes íze van, amit a geozmin tartalom befolyásol. Ezt a kellemetlen ízt megfelelő tárolással és kevésbé hajlamos fajtával tudjuk mérsékelni. A *Bonel* esetében mértük az egyik legnagyobb BRIX mennyiséget is, és ezen genotípusnak volt az egyik legédesebb íze, melynél szinte egyáltalán nem volt érezhető a földes íz. Ezzel ellentétben a leginkább geozminos ízt adó fajta a *Libero* volt, melynél az egyik legkisebb BRIX értéket mértük. Mindemellett, ezen genotípusnál még kesernyés utóízt is érezhettünk. A bemutatókerti kísérlet érzékszervi vizsgálatának adatait az 5. táblázat szemlélteti.

5. táblázat: Érzékszervi vizsgálatok (Debrecen, 2021)

Paraméter/ genotípus	Belsőszín intenzitása (1-5)	Fehérgyűrűség mértéke (1-3)	Íz (1-5)
Bonel	3,40 ± 0,89	1,80 ± 0,45	4,40 ± 0,89
Libero	3,00 ± 0,00	2,20 ± 0,45	2,40 ± 0,55
Larka	3,40 ± 0,55	2,20 ± 0,45	3,60 ± 0,55
Akela	3,40 ± 0,55	2,00 ± 0,71	3,20 ± 0,45
Carillon	3,20 ± 0,84	1,60 ± 0,89	3,40 ± 0,55
Lomako	4,00 ± 0,71	2,20 ± 0,45	3,80 ± 0,45

A téglási kísérletben közel azonos, egyöntetű belsőszín intenzitás (~4,30) alakult ki. A fehérgyűrűség mértéke a *Carillon* fajtánál volt a leginkább jellemző, ahol jól elkülönültek a világos és sötét gyűrűk. Az íz értékelésénél mindegyik genotípus hasonlóan finom édes ízt éreztetett és földes utóíz sehol sem jelentkezett. Hiába mértük az egyik legnagyobb BRIX értéket a *Libero*-nál, az érzékszervi bírálat alapján a bírálatot végző személyek, ezt a genotípust ítélték a legkevésbé finomnak. Ezzel szemben a legjobb ízélményt a második legnagyobb BRIX értéket mutató fajtánál a *Carillon*-nál tapasztaltuk. Ezen paraméterek értékeit a 6. táblázatban láthatjuk.

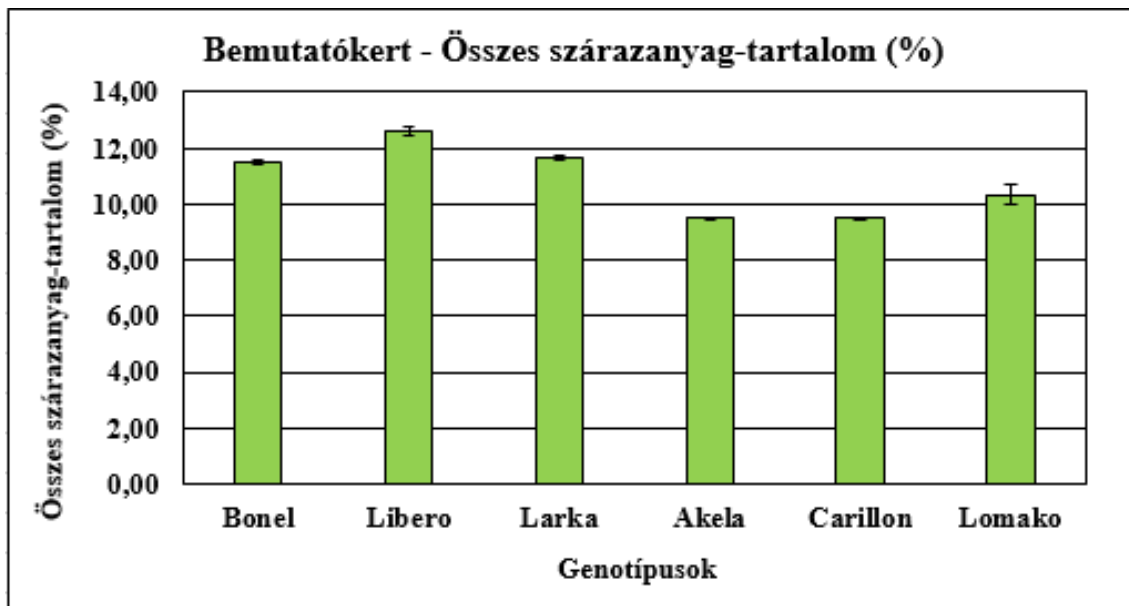
6. táblázat: Érzékszervi vizsgálatok (Téglás, 2022)

Paraméter/ genotípus	Belsőszín intenzitása (1-5)	Fehérgyűrűség mértéke (1-3)	Íz (1-5)
Libero	4,30 ± 0,67	2,60 ± 0,52	4,40 ± 0,70
Akela	4,30 ± 0,67	2,70 ± 0,48	4,70 ± 0,67
Carillon	4,40 ± 0,70	1,60 ± 0,70	4,90 ± 0,32
Lomako	4,30 ± 0,67	2,50 ± 0,53	4,60 ± 0,70

4.3. Összes szárazanyag-tartalom alakulása (%)

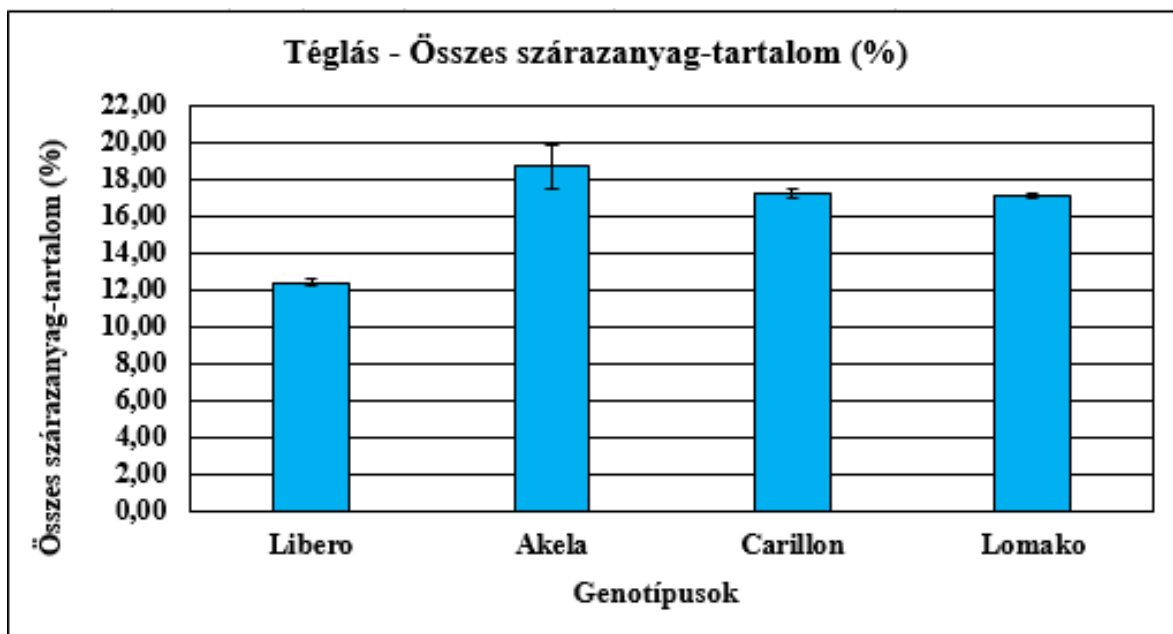
Az összes szárazanyag-tartalmat leginkább a környezeti paraméterek befolyásolják, ugyanakkor fajták között is adódhat eltérés. Ezen értékek utalnak a vízben oldható vegyületek mennyiségére (mint például mono- és diszacharidok, ásványianyagok, vitaminok stb.), de még azon vegyületekre is melyek vízben nem oldhatók (élelmi rost). Továbbá, a szárazanyag-tartalom fontos paraméter lehet a tárolásban is, mivel minél nagyobb az adott fajta szárazanyag-tartalma, annál tovább eltartható a pulton minőségvesztés nélkül.

A bemutatókerti kísérletnél mért eredményekre jellemző volt, hogy inkább ~12% alatti értékeket mutattak. A legmagasabb szárazanyag-tartalmat a *Libero*-nál (12,64%) mértük, míg a legalacsonyabbat az *Akela* (9,53%) és a *Carillon* (9,50%) fajtáknál. Ezen szárazanyag-tartalom alakulását a 8. ábra szemlélteti.



8. ábra: Összes szárazanyag-tartalom (%) (Debrecen, 2021)

A téglási kísérletben három fajta (*Akela*, *Carillon*, *Lomako*) közel hasonlóan nagy értéket (~17,64%) mutatott, míg a legkisebb értéket a *Libero* (12,40%) genotípusnál mértük. Az említett három fajta közül az *Akela* kiemelkedő volt a közel 20%-os szárazanyag-tartalmával, amely igen kedvező tárolási mutató lehet ezen tavaszi időszakban történő termesztésével. A genotípusok közötti eltérés mértékét az 9. ábra mutatja be.

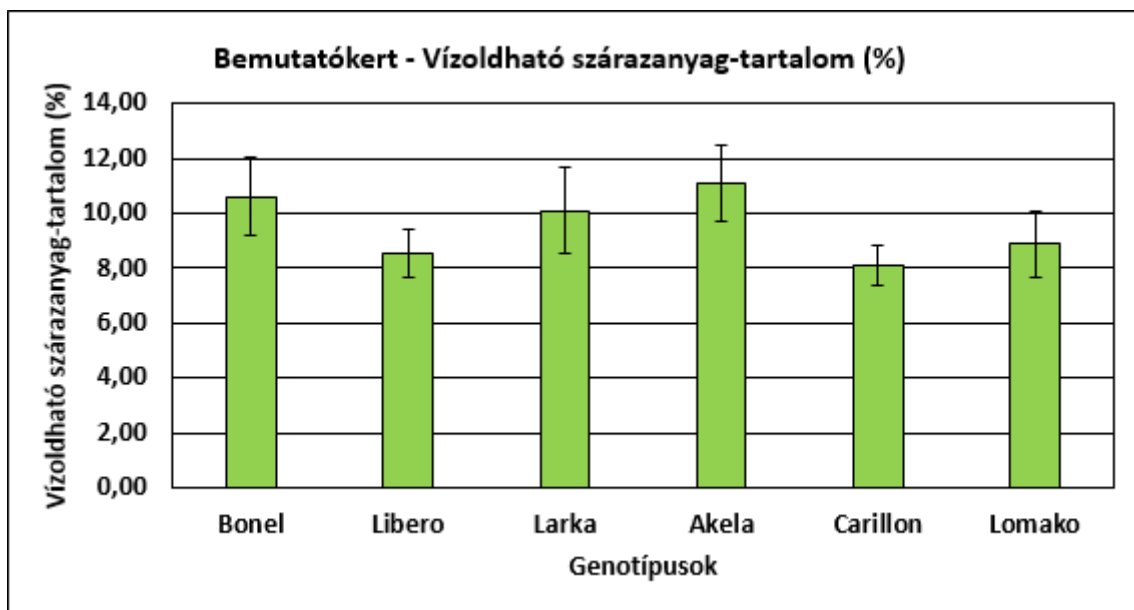


9. ábra: Összes szárazanyag-tartalom (%) (Téglás, 2022)

4.4. Vízoldható szárazanyag-tartalom alakulása (Brix%)

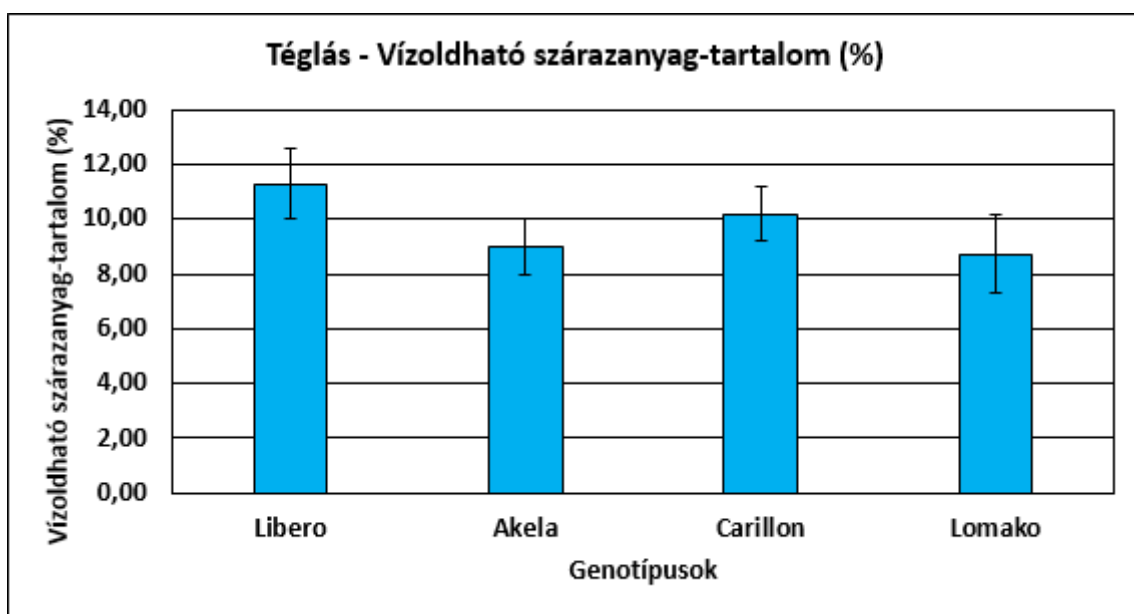
A méréseket digitális Brix-mérővel végeztük. Ennél a mérésnél a meghatározható vegyületek nagyobb része cukor, ami a répatest édes ízét magyarázza. Mennyiségét befolyásolja a fajtatulajdonság, a környezeti tényezők, illetve a termesztés-technológia.

A bemutatókerti kísérletben annak ellenére, hogy az egyik legkisebb szárazanyag-tartalmat mértük az *Akela* fajtánál, mégis Brix (vízoldható szárazanyag-tartalomban) érték tekintetében igen kiemelkedő értéket (11,10%) mutatott. Míg jelentősen kisebb vízoldható szárazanyag-tartalom a *Libero* (8,54%), a *Carillon* (8,12%) és a *Lomako* (8,88%) fajtáknál figyelhető meg, melyet a 10. ábra szemléltet.



10. ábra: Vízoldható szárazanyag-tartalom (%) (Debrecen, 2021)

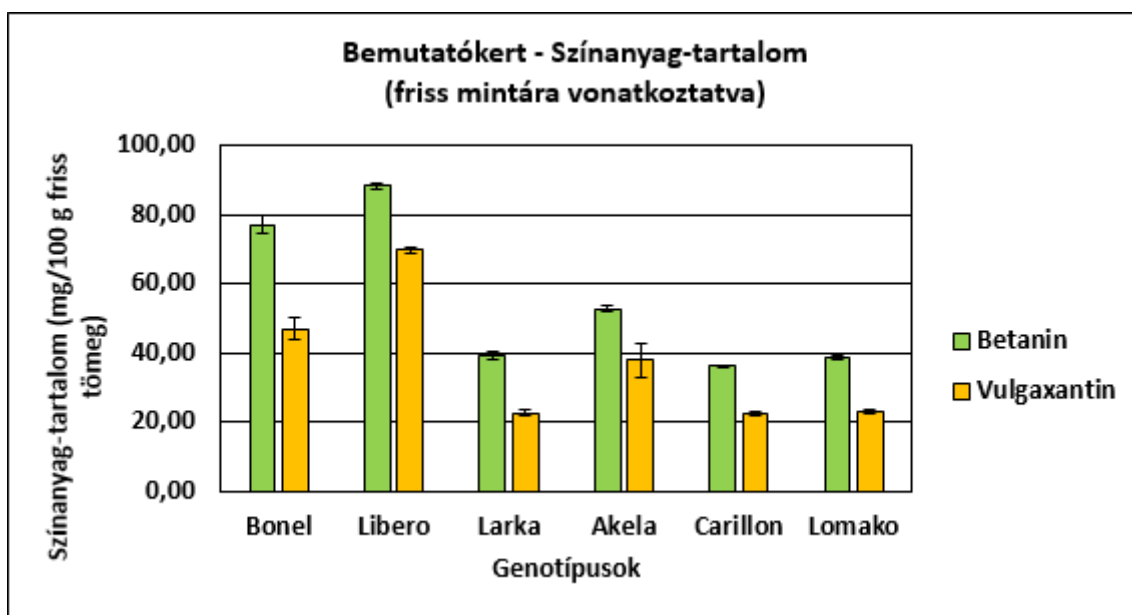
A téglási termesztésnél mért kisebb, bár 10% feletti szárazanyag-tartalom mellett a *Libero* (11,3%) rendelkezik a legmagasabb Brix (%) értékkel. Míg az *Akela* (9,00%) és a *Lomako* (8,70%) a legalacsonyabb vízoldható szárazanyag-mennyiséggel. Ezen adatokat a 11. ábrán láthatjuk.



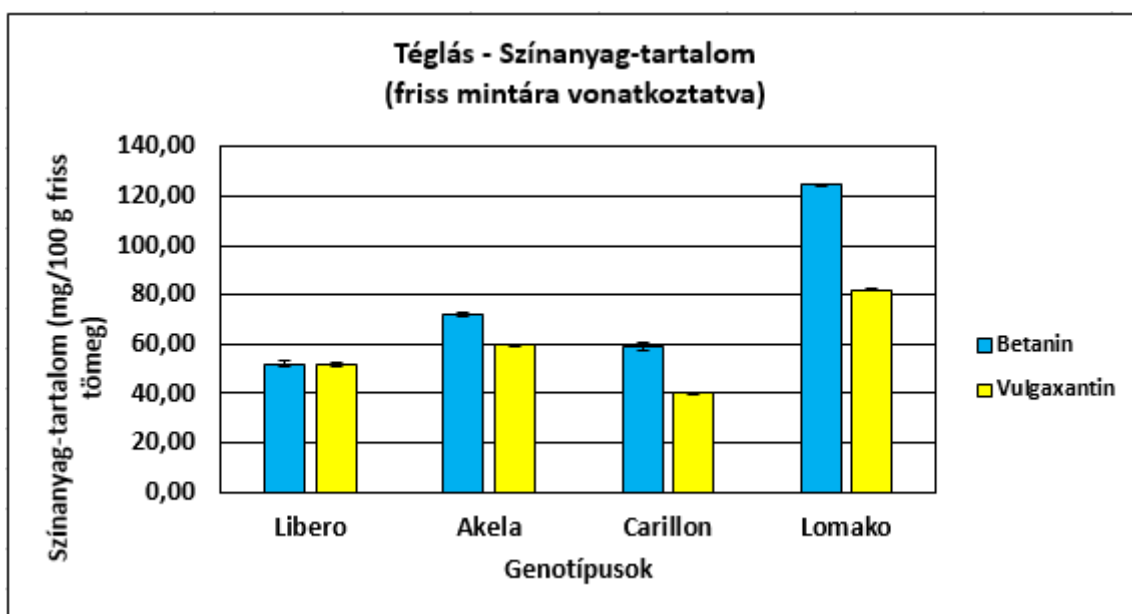
11. ábra: Vízoldható szárazanyag-tartalom (%) (Téglás, 2022)

4.5. Színanyag-tartalom alakulása (mg/100g)

A vörös színt adó betacianinok közül a legnagyobb arányban a betanin fordul elő a céklában. A 12. és 13. ábra szemlélteti, hogy a betanin mennyisége minden fajtában magasabb, mint a sárga színű vulgaxantiné. A két színanyag mennyisége összefüggésben van egymással. Bioszintézisük parallel működik, ahogy a betanin aránya növekszik, azzal együtt a vulgaxantin aránya is (NEELWARNE, 2013).



12. ábra: Színanyag-tartalom (mg/100 g) (Debrecen, 2021)

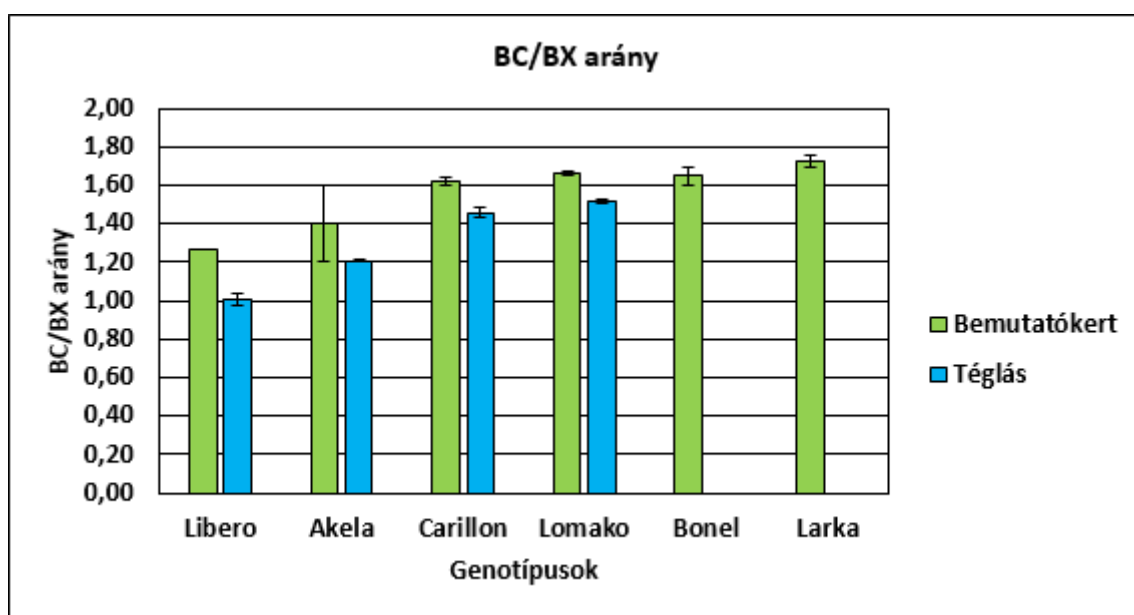


13. ábra: Színanyag-tartalom (mg/100 g) (Téglás, 2022)

Kiemelkedően magas színanyag-tartalommal rendelkeznek a debreceni kísérletben a *Libero* (88,44 mg/100 g betanin és 69,80 mg/100 g vulgaxantin) és a *Bonel* (77,14 mg/100 g betanin és 46,86 mg/100 g vulgaxantin), míg a többi típus jelentősen kevesebb színanyagot tartalmaz.

A téglási állományból a *Lomako* (124,47 mg/100 g betanin és 81,92 mg/100 g vulgaxantin) színanyag-tartalma kiemelkedő. Ez arra utalhat, hogy ezen körülmények között a *Lomako* kedvező fajta lehet, mint színezék az élelmiszeriparban. A többi fajta esetében a betanin és vulgaxantin mennyisége ~60-40 mg/100 g között alakult.

A BC/BX arány a két nagy festékcsoport egymáshoz viszonyított aránya, mely alapján meg tudjuk határozni a belsőszínintenzitását. Az 1,00 feletti érték esetében a vörös szín intenzívebb, míg 1,00 alatti értéknél a sárga szín mennyisége a meghatározóbb. A vizsgált genotípusok között többnyire jellemző az intenzív vörös belső színintenzitás mindkét helyszínen, melyet a 14. ábra mutat be. A *Libero* és az *Akela* fajták esetében kevésbé intenzív ez a vörös, mivel itt főként 1,40 alatti BC/BX arányt állapítottunk meg. Míg a többi genotípus esetében a BC/BX arány 1,40 és 1,80 között alakult, amelyet intenzívebb vörös festékszín jellemez.

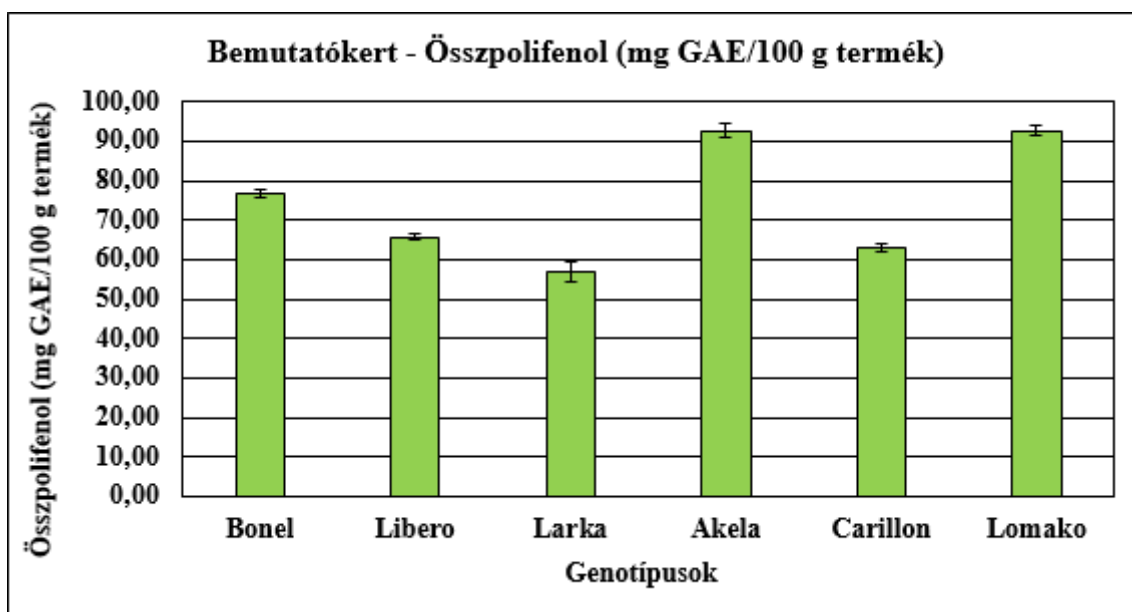


14. ábra: BC/BX arány (Debrecen, 2021 és Téglás, 2022)

4.6. Összpolifenol-tartalom alakulása (mg GAE/100 g)

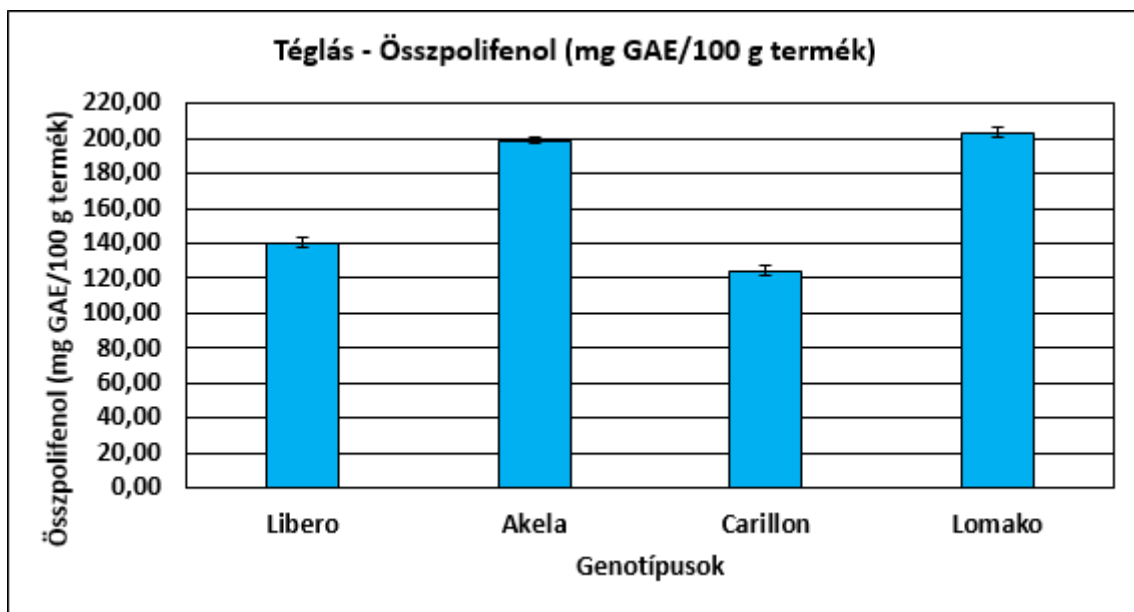
A polifenoloknak jelentős egészségmegőrző szerepük van, ugyanis antioxidáns hatásuk révén segítenek megelőzni a krónikus megbetegedéseket. (WOOTTON-BEARD - RYAN, 2011; LECHNER - STONER, 2019)

A debreceni kísérlet során a vizsgált cékla genotípusoknál összpolifenol-tartalom esetében kiemelkedő értékeket kaptunk az *Akela* (92,67 mg GAE/100 g) és a *Lomako* (92,64 mg GAE/100 g) fajtáknál. Legkisebb mennyiséget a *Larka* (56,82 mg GAE/100 g) esetében mértünk, amit a 15. ábra szemléltet.



15. ábra: Összpolifenol-tartalom (mg GAE/100 g) (Debrecen, 2021)

Tégláson értékelt cékla fajtákról elmondható, hogy minden esetben 120 mg GAE/100 g feletti TPC tartalmat mértünk. Továbbá, igen magas, 200 mg GAE/100 g körüli értéket mértünk az *Akela* (199,00 mg GAE/100 g) és a *Lomako* (203,33 mg GAE/100 g) esetében. Míg viszonylag alacsony polifenol-tartalmat kaptunk a *Libero* (140,50 mg GAE/100 g) és a *Carillon* (124,50 mg GAE/100 g) fajtáknál. A téglási genotípusok összpolifenol tartalmának alakulását a 16. ábra mutatja be.

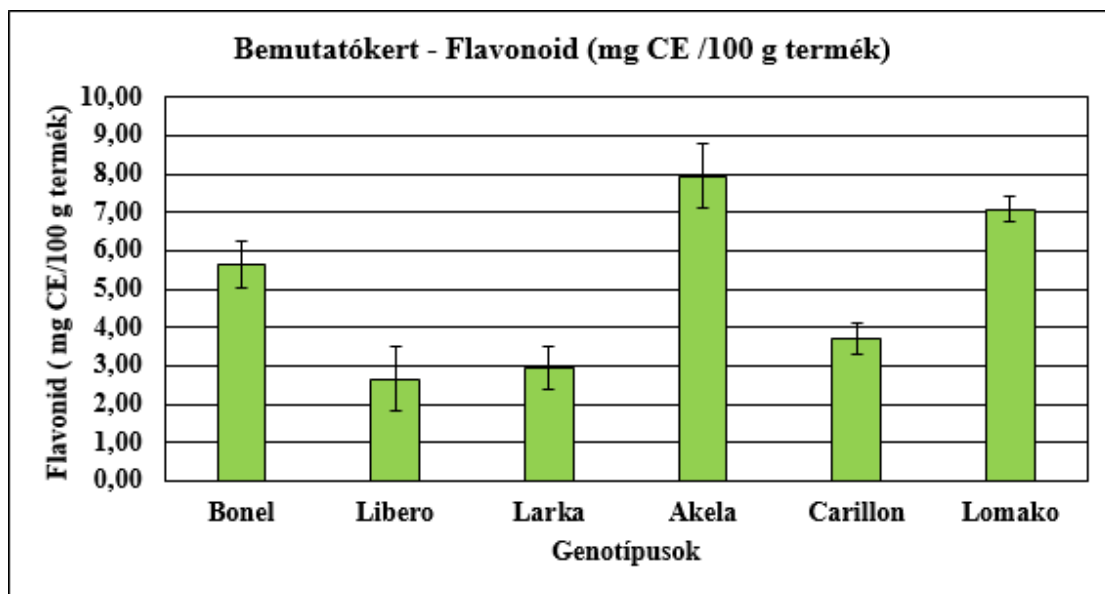


16. ábra: Összpolifenol-tartalom (mg GAE/100 g) (Téglás, 2022)

4.7. Flavonoid-tartalom alakulása (mg CE/100 g)

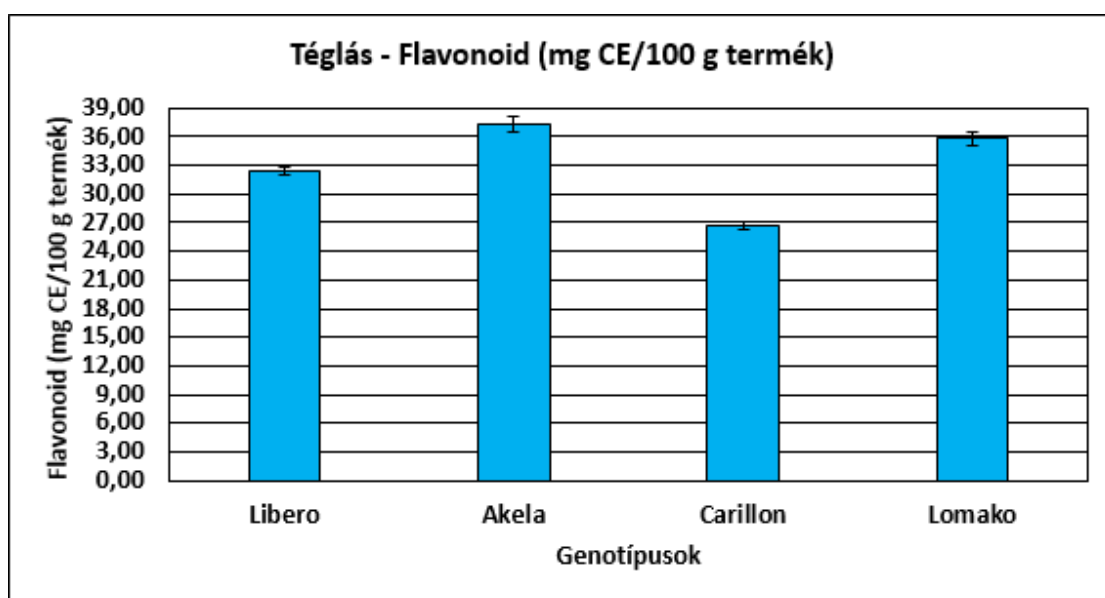
A színyanyagok jelentős része a flavonoidok vegyületcsoportjába tartozik, melyeket az élelmiszeripar alapanyagokként tud felhasználni. Jelentős antioxidáns hatásuk van, illetve megakadályozzák a zsírok oxidációját (ROBARDS, 2003).

A bemutatókerti fajták közül, ahogy a TPC tartalom esetében is az *Akela* és a *Lomako* emelkedett ki, úgy a flavonoid mérés során is. Flavonoid-tartalom esetében az *Akela* fajtánál 7,94 mg CE/100 g és a *Lomako* fajtánál 7,08 mg CE/100 g mennyiséget mértünk. Míg jóval alacsonyabb flavonoid-tartalmat mértünk három fajta (*Libero*, *Larka*, *Carillon*) esetében is, ahol a 4 mg CE/100 g értéket sem érték el. Ezen genotípusoknak volt a legkisebb TPC mennyiségük is. A bemutatókerti eredményeket a 17. ábrán láthatjuk.



17. ábra: Flavonoid-tartalom (mg CE/100 g) (Debrecen, 2021)

A téglási kísérletnél három fajta (*Libero*, *Akela*, *Lomako*) is kiemelkedő értéket mutatott, 30,00 mg CE/100 g flavonoid-tartalmat meghaladva, akárcsak a TPC tartalmat tekintve. A bemutatókertbeni kísérlethez hasonlóan szintén az *Akela* (37,27 mg CE/100 g) mutatta a legmagasabb értéket. A Tégláson vizsgált fajták közül a *Carillon* (26,63 mg CE/100 g) rendelkezik a legalacsonyabb értékkel, mely a TPC tartalomban is a legkisebb értéket produkálta. Ezen adatok a 18. ábrán vehetők szemügyre.

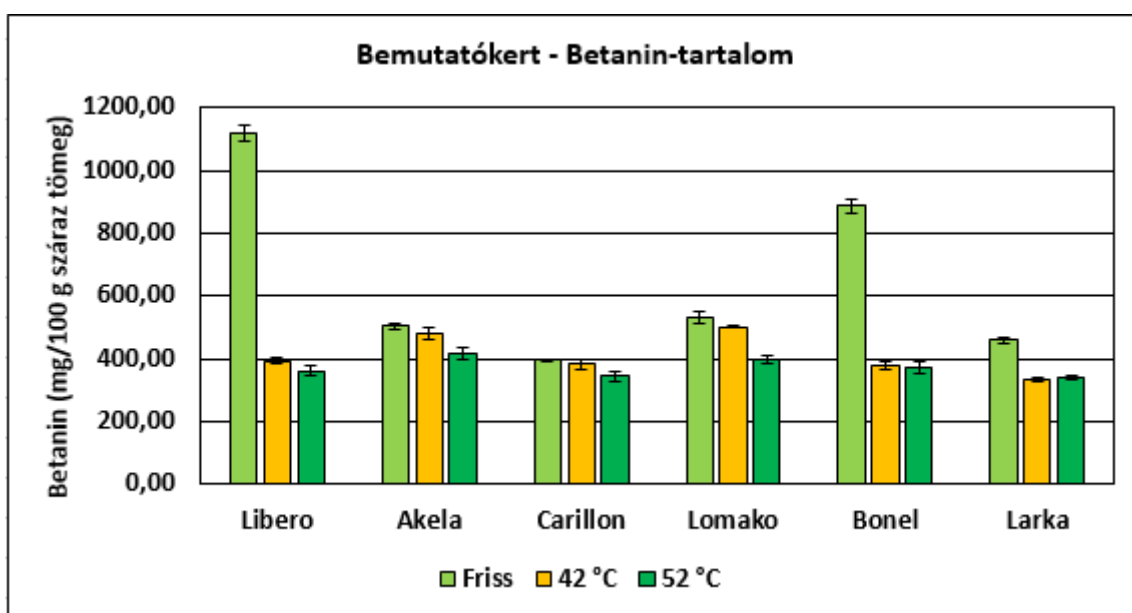


18. ábra: Flavonoid-tartalom (mg CE/100 g) (Téglás, 2022)

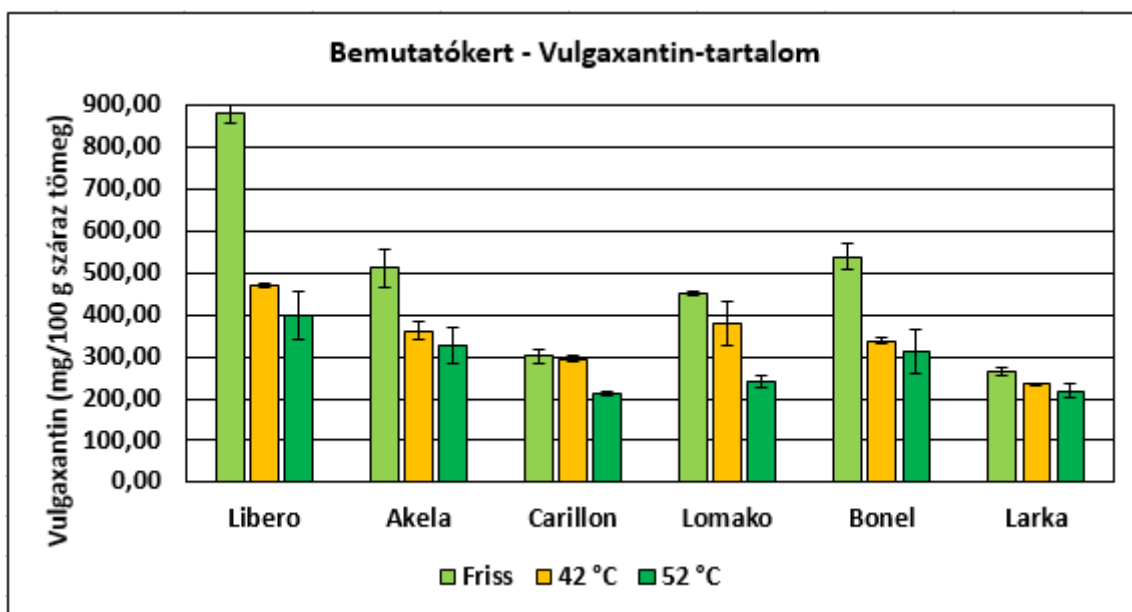
4.8. Szárítás hatása a színanyag-tartalom alakulására (mg/100g)

Mind a bemutatókerti, mind a téglási kísérlet fajtáit azonos hőkezelésekkel aszaltuk. Két módon végeztük a szárítást: 42 °C-on 4 és fél órán keresztül, illetve 52 °C-on 3 órán keresztül. Szárítás hatására a fajták eltérően reagáltak. Összességében elmondható, hogy magasabb hőfokon nagyobb színanyag-tartalom csökkenést tapasztaltunk. Az alacsonyabb hőfokon történő szárítás kíméletesebb volt. A színanyag-tartalmat szárított mintára vonatkoztatva számoltuk ki.

A bemutatókerti kísérlet során (19-20. ábra) a *Libero* és a *Bonel* fajta produkálta a legmagasabb színanyag-tartalmat friss formában, ugyanakkor itt csökkent a legnagyobb mértékben azok tartalma az aszalás során. A többi fajtánál (*Akela*, *Carillon*, *Lomako*, *Larka*) ugyan alacsonyabb a színanyag-tartalom a friss mintában, viszont itt állapítottuk meg a legkisebb csökkenést. Tehát, összességében ezen fajták kisebb minőségvesztéssel, illetve némileg nagyobb színanyag-tartalommal alkalmazhatóak szárítmány készítéséhez, mint a *Libero* és a *Bonel*.

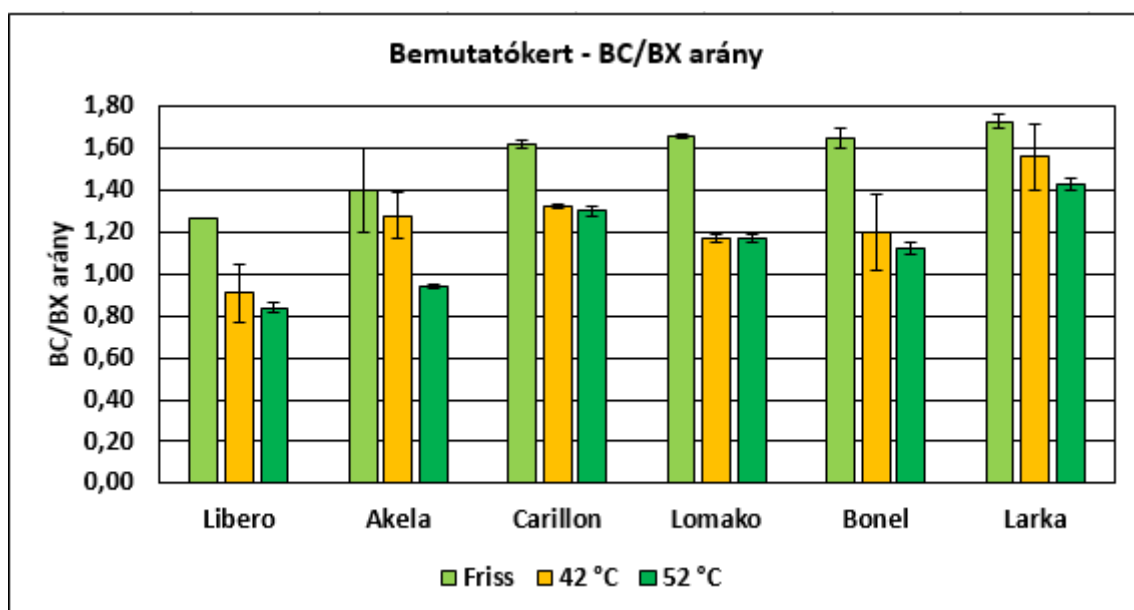


19. ábra: Betanin-tartalom csökkenése szárítás hatására (Debrecen, 2021)



20. ábra: Vulgaxantin-tartalom csökkenése szárítás hatására (Debrecen, 2021)

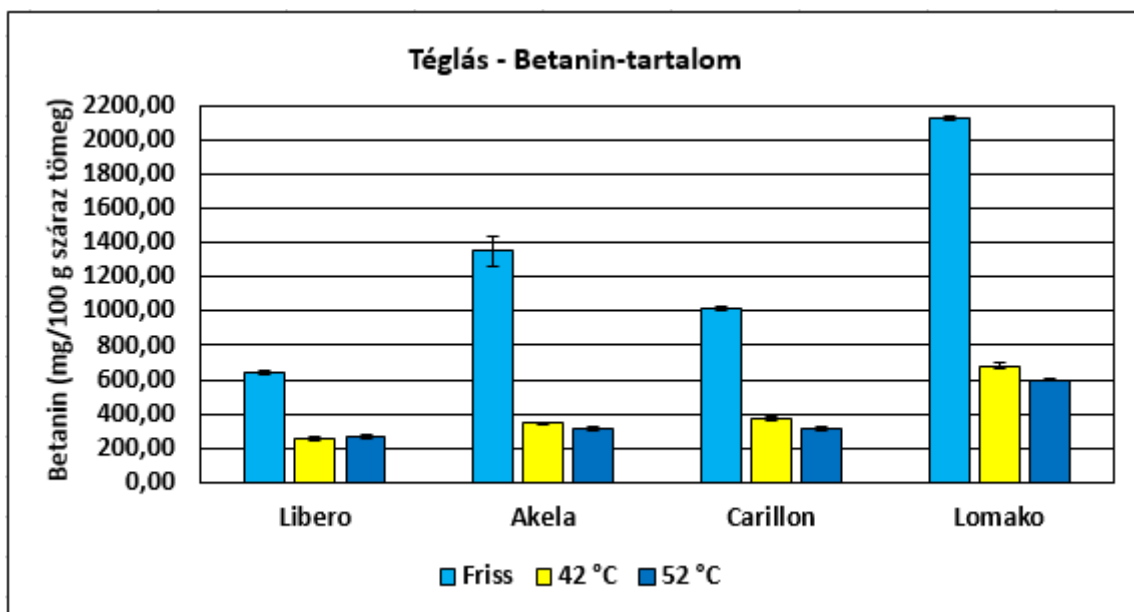
A vörös és sárga komponensek aránya (BC/BX) nem változott, tehát mindkét színanyag hasonlóan érzékeny a szárításra (21. ábra).



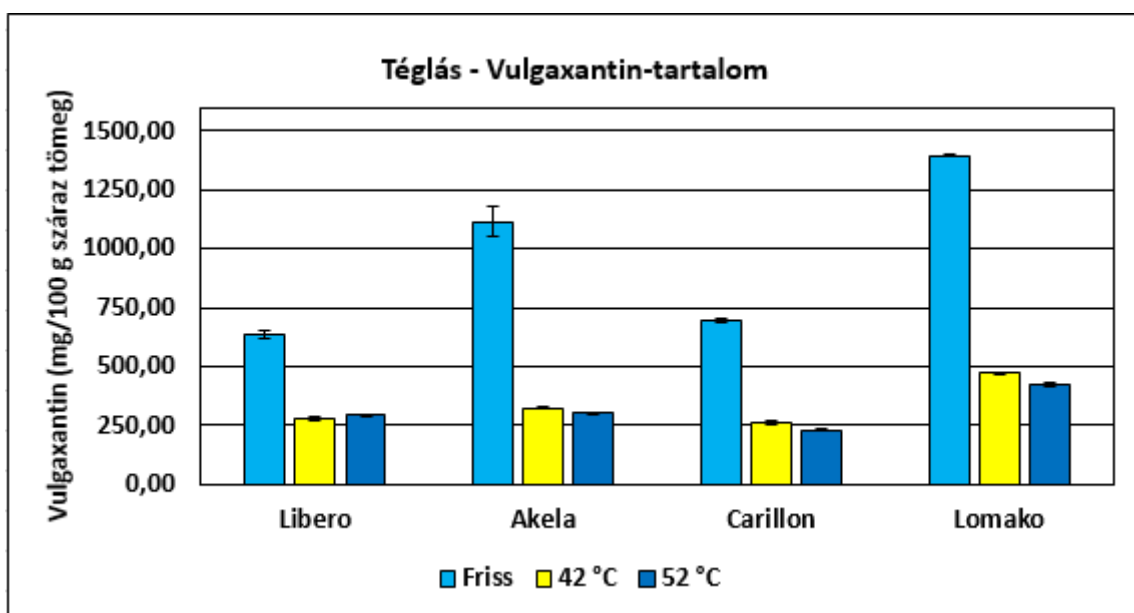
21. ábra: BC/BX arány alakulása szárítás hatására (Debrecen, 2021)

A téglási kísérlet során friss formában a *Lomako* fajtának a legmagasabb a színanyag-tartalma, azonban ez a legérzékenyebb a hőkezelésre és itt tapasztalható a legnagyobb csökkenés is. Friss anyagban a *Libero* mutatja a legalacsonyabb színanyag-tartalmat, viszont itt

a legkisebb annak csökkenése szárítás hatására. Az *Akela* és a *Carillon* hasonló mértékű csökkenést mutat, amit a 22. és 23. ábrán láthatunk.

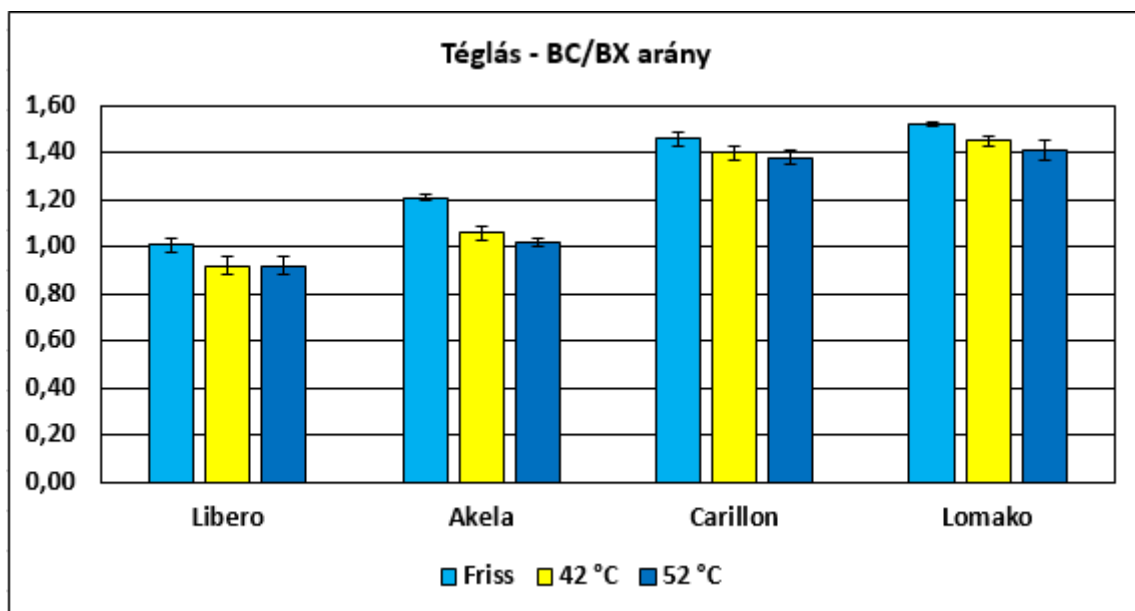


22. ábra: Betanin-tartalom csökkenése szárítás hatására (Téglás, 2022)



23. ábra: Vulgaxantin-tartalom csökkenése szárítás hatására (Téglás, 2022)

A színyanyagok aránya (BC/BX) nem változott, melyet a 24. ábra mutat be. Szárítás során a betanin- és a vulgaxantin-tartalom is hasonló mértékben csökkent. Ez azt mutatja, hogy mindkét színyanyag hasonlóan érzékeny a hőkezelésre.



24. ábra: BC/BX arány alakulása szárítás hatására (Téglás, 2022)

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Friss fogyasztásra leginkább alkalmasak a gömbölyű répatestet fejlesztő genotípusok. A bemutatókerti kísérletben a *Bonel*, míg a téglási kísérletben az *Akela* mutatta a legkellemesebb édes ízt, földes utóíz nélkül. Az *Akela* mellett szól az egyöntetű, intenzív vörös belső szín és a fehérgyűrű-mentesség is.

Feldolgozásra a hengeres típusok javasoltak, ugyanis a kész termékek mutatósabbak azonos átmérőjű szeletek felhasználásával. Mészlepedékes csernozjom talajon a *Lomako*, míg homoktalajon a *Carillon* fajta termesztését ajánljuk, ha kellemesebb ízvilágot szeretnénk elérni.

Céklalé előállításához, olyan genotípust érdemes választani, melynek magas színanyag- és vízdoldható szárazanyag-tartalma van, illetve nem jellemző rá a földes utóíz. Ha mészlepedékes csernozjom talaj jellemző az adott területre, akkor a *Bonel* és az *Akela* típust tudjuk ajánlani termesztésre, ellenben homokon a *Carillont*.

Tárolás során fontos paraméter a szárazanyag-tartalom, ugyanis minél magasabb annak mennyisége, annál tovább lehet tárolni a répatesteket minőségvesztés nélkül. Megállapítottuk, hogy mészlepedékes csernozjom talajon 3 fajta is kiválóan termeszthető erre a célra, mégpedig a *Bonel*, a *Liberó* és a *Larka*, melyek között kiemelkedő eredményt produkál a *Liberó*. Ezzel szemben homok talajtípuson másik 3 fajta alkalmas erre a célra: az *Akela*, a *Carillon* és a *Lomako*, melyek közül a legmegbízhatóbb fajta az *Akela*.

Ha kiváló egészségmegőrző hatásuk miatt szeretnénk fogyasztani a céklát, akkor az *Akela* és a *Lomako* fajtát tudjuk szorgalmazni, melyek mindkét talajtípuson jól teljesítettek. Ezen fajtáknak kiemelkedő volt mind az összpolicfenol-, mind a flavonoid-tartalmuk.

Száritmány előállításához azon fajták termesztése ajánlott, melyeknek magas színanyag-tartalma mellé alacsony vízdoldható szárazanyag (cukor)-tartalom párosul. A magas szénhidrát-tartalom hőkezelés során karamellizálódik és barnulást okoz, ezzel rontva a kész termék esztétikai minőségét. Ennek értelmében csernozjom talajra nem ajánljuk a *Bonelt* és az *Akelat*, míg homokra a *Liberót* és *Carillont* magas cukortartalmuk miatt. Ezek helyett csernozjom talajtípus mellé *Liberó*, homok talajtípus mellé *Akela* és *Lomako* fajta termesztése javasolt.

Ugyanakkor megállapítottuk, hogy szárítás hatására a fajták eltérő mennyiségben veszítettek színanyag-tartalmukból. A csernozjom talajról gyűjtött minta esetében friss formában a *Liberó* és a *Bonel* produkálta a legmagasabb színanyag-tartalmat, ugyanakkor itt csökkent a legnagyobb mértékben. Az *Akela*, *Carillon*, *Lomako* és *Larka* típusoknál ugyan alacsonyabb színanyag-tartalmat mértünk friss anyagban, ezen érték kevésbé csökkent aszalás során. A homoktalajon termesztett fajták közül friss anyagra vonatkoztatva a *Lomakonak* volt a

legmagasabb színanyag-tartalma, azonban itt tapasztalható a legnagyobb csökkenés is. Ugyan a *Libero* mutatta friss mintában a legalacsonyabb színanyag-tartalmat, ez a fajta volt a legkevésbé érzékenyebb a szárításra.

Összességében mindkét talajtípuson helyt állt a *Lomako*, melynek szárítás után a legnagyobb színanyag mennyisége maradt fent, illetve homok talajtípusra javasolható még az *Akela* termesztése is.

ÖSSZEFOGLALÁS

A céklát számottevő mennyiségben antioxidáns hatású színanyagai miatt kezdték el fogyasztani az utóbbi évtizedekben. Hazánkban a legtöbb cékla konzervipari feldolgozásra kerül, de lehetőség van légyártásra és szárítmány (céklachips) készítésére is. Manapság a fogyasztók körében egyre népszerűbbek az egyéb konyhai feldolgozást nem igénylő félkész vagy kész termékek. Így kerül egyre inkább előtérbe a kényelmi ételek fogyasztása, mint például a céklachips.

A céklának számos feldolgozási lehetősége van. Leggyakoribb feldolgozási módjai a konzervgyártás, légyártás, céklapor és céklachips előállítása.

Közismert, hogy a cékla színanyagai hőérzékenyek. A fajták között jelentős különbség tapasztalható, mivel a betacianinokhoz számos vegyület tartozik. Ezek eltérő aránya jelentősen befolyásolja a fajta hőérzékenységet. Ez az alapvető oka annak, hogy szárítmány előállításánál kiemelt szerepe van a megfelelő fajta kiválasztásának.

Az első évi kísérletet a Debreceni Egyetem, AKIT-DTTI Arborétum-Bemutatókertjében végeztük. A vetésre 2021 június 29-én került sor, a betakarításra pedig 2021 október 12-én. A talaj típusa mészlepedékes csernozjom, melyen 6 fajtát vizsgáltunk (4 gömbölyű és 2 hengeres). A második év kísérletének beállítása Tégláson, homoktalajon, 2022 április 30-án történt. Ezen a talajtípuson 4 fajtát vizsgáltunk (2 gömbölyű és 2 hengeres).

A morfológiai mérések során mértük a levél hosszúságát, a levél tömegét, a répatest tömegét, a répatest hosszát és átmerőjét. Az érzékszervi vizsgálatok során értékeltük a répatestek belső színintenzitását, a fehérgyűrűség mértékét és a répatestek ízét. A laboratóriumi mérések során vizsgáltuk az összes- és vízdoldható szárazanyag-tartalmat, a színanyag-tartalmat friss és szárított mintára vonatkoztatva, illetve összpolidifenol- és flavonoid-tartalmat határoztunk meg.

Friss fogyasztásra leginkább alkalmasak a gömbölyű répatestet fejlesztő genotípusok. Ugyanakkor ezen fajtákat kockázott céklaételek előállítására is használják. A bemutatókerti kísérletben a *Bonel*, míg a téglási kísérletben az *Akela* mutatta a legkellemesebb édes ízt, földes utóíz nélkül. Az *Akela* mellett szól az egyöntetű, intenzív vörös belső szín és a fehérgyűrűségtől való mentesség is.

Mészlepedékes csernozjom talajon a *Lomako*, míg homoktalajon a *Carillon* fajta termesztését ajánljuk.

A talajtani paraméterek és a vetés időpontja jelentősen befolyásolták a morfológiai paramétereket, ahogyan a beltartalmi értékeket is.

A szárazanyag-tartalom fontos tényezője az eltarthatóságnak. Minél nagyobb az adott fajta szárazanyag-tartalma, annál tovább eltartható a pulton minőségvesztés nélkül. Mészlepedékes csernozjom talajon a fajták jellemzően ~12% alatti értékeket mutattak. A legmagasabb szárazanyag-tartalmat a *Libero*-nál (12,64%) mértük, míg a legalacsonyabbat az *Akela* (9,53%) és a *Carillon* (9,50%) fajtáknál. Homoktalajon az *Akela* (18,68%), a *Carillon* (17,18) és a *Lomako* (17,06%) közel hasonlóan nagy értéket mutatott, míg a legkisebb értéket a *Libero* (12,40%) genotípusnál mértük. Az említett három fajta közül az *Akela* kiemelkedő volt a 18,68%-os szárazanyag-tartalmával, amely igen kedvező tárolási mutató lehet ezen tavaszi időszakban történő termesztésével.

Vízoldható szárazanyag-tartalom mérésnél a meghatározható vegyületek nagyobb része cukor, ami a réptest édes ízét adja. A csernozjom talajon végzett kísérletben annak ellenére, hogy az egyik legkisebb össz-szárazanyag-tartalmat mértük az *Akela* fajtánál, mégis Brix érték tekintetében igen kiemelkedő értéket (11,10%) mutatott. A homoktalajon való termesztésnél mért kisebb, bár 10% feletti szárazanyag-tartalom mellett a *Libero* (11,3%) rendelkezik a legmagasabb Brix értékkel, míg az *Akela* (9,00%) és a *Lomako* (8,70%) a legalacsonyabb vízoldható szárazanyag-mennyiséggel.

A vörös színt adó betacianinok közül a legnagyobb arányban a betanin fordul elő a céklában, melynek mennyisége minden fajtában magasabb, mint a sárga színű vulgaxantiné. Kiemelkedően magas színanyag-tartalommal rendelkezik csernozjom talajon a *Libero* (88,44 mg/100 g betanin és 69,80 mg/100 g vulgaxantin) és a *Bonel* (77,14 mg/100 g betanin és 46,86 mg/100 g vulgaxantin), míg a többi típus jelentősen kevesebbet tartalmazott. A homoktalajon nevelt állományból a *Lomako* (124,47 mg/100 g betanin és 81,92 mg/100 g vulgaxantin) színanyag-tartalma kiemelkedő. Ez arra utalhat, hogy ezen körülmények között a *Lomako* kedvező fajta lehet, mint színezék az élelmiszeriparban. A többi fajta esetében a betanin és vulgaxantin mennyisége ~60-40 mg/100 g között alakult.

A polifenoloknak és a flavonoidoknak jelentős egészségmegőrző szerepük van antioxidáns hatásuk révén. Mindkét beltartalmi paraméter esetében az *Akela* (92,67 mg GAE/100 g polifenol és 7,94 mg CE/100 g flavonoid) és a *Lomako* (92,64 mg GAE/100 g polifenol és 7,08 mg CE/100 g flavonoid) emelkedett ki a csernozjom talajon való termesztés során. Homoktalajon is fellelhető ugyanezen párhuzam, ahol az *Akela* (199,00 mg GAE/100 g polifenol és 37,27 mg CE/100 g flavonoid) mutatta a legnagyobb értéket.

Mindkét talajtípuson mért genotípusok azonos hőkezelése mellett elmondható, hogy szárítás hatására a fajták eltérően reagáltak. Magasabb hőfokon nagyobb színanyag-tartalom csökkenést tapasztaltunk, illetve az alacsonyabb hőfokon történő szárítás kíméletesebb volt.

Mészlepedékes csernozjom talajon a *Libero* és a *Bonel* fajta mutatott legmagasabb színanyag-tartalmat friss formában, ugyanakkor itt csökkent a legnagyobb mértékben azok tartalma az aszalás során.

A többi fajtánál (*Akela*, *Carillon*, *Lomako*, *Larka*) ugyan alacsonyabb a színanyag-tartalom a friss mintában, viszont itt állapítottuk meg a legkisebb csökkenést. Tehát, összességében ezen fajták kisebb minőségvesztéssel, illetve némileg nagyobb színanyag-tartalommal alkalmazhatóak szárítmány készítéséhez.

Homokon történő termesztés során friss formában a *Lomako* fajtának a legmagasabb a színanyag-tartalma, azonban ez a legérzékenyebb a hőkezelésre és itt tapasztalható a legnagyobb csökkenés is. Friss anyagban a *Libero* mutatja a legalacsonyabb színanyag-tartalmat, viszont itt a legkisebb annak csökkenése szárítás hatására.

Szárítás során a betanin- és a vulgaxantin-tartalom is hasonló mértékben csökkent. Ez azt mutatja, hogy mindkét színanyag hasonlóan érzékeny a hőkezelésre.

SZAKIRODALMI JEGYZÉK

1. AKI (2017): Agrárpiaci Jelentések. Zöldség, gyümölcs és bor. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest. XXI. évf., 8. sz. p. 6.
2. CSELŐTEI L., NYÚJTÓ S., CSÁKY A. (1993): Kertészet. Mezőgazda Kiadó. 162-164. p.
3. HADNAGY, Á., TUZA, S., KRISTÓF L.-NÉ (2001): Cékla. In: Téli zöldségek. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 94-96 p.
4. HÁJAS M. (1976): Gyökérzöldségek termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 160-161 p.
5. HENRY, B. S. (1996): Natural Food Colours. In: Natural Food Colourants. Hendry, G. A. F. – Houghton, J. D. (Eds). Chapman, London. 40-79 p.
6. KIM, D. O., CHUN, O. K., KIM, Y. J., MOON, H. Y., LEE, C. Y. (2003): Quantification of phenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. J. Agric. Food Chem., 51(22):6509-6515.
7. KWANKAEW, N., OKUDA, H., AVE-MON, A., ISHIKAWA, T., HORI, K., SONTI, P., KOZAKAI, Y., OZAKI, N. (2021): Antihypersensitivity effect of betanin (red beetroot extract) via modulation of microglial activation in a mouse model of neuropathic pain. In: European journal of pain. London. 25:1788-1803. DOI: <https://doi.org/10.1002/ejp.1790>
8. LECHNER, J. F., STONER, G. D. (2019): Red beetroot and betalains as cancer chemopreventive agents. Mol. 24(8):1602 1-12.
9. MARSCHER, A.P. (1999): The compact jets of TeV blazars. Astroparticle Physics, 11 19-25. p. DOI:10.1016/S0927-6505(99)00019-5
10. MEDA, A., LAMIEN, C. E., ROMITO, M., MILLOGO, J., NACOUUMA, O. G. (2005): Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Faso honey, as well as their radical scavenging activity. F. Chem. 91(3):571-577.
11. NAIK (2019): Agrárpiaci Jelentések. Zöldség, gyümölcs és bor. NAIK Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest. XXIII. évf., 9. sz. p. 6.
12. NEELWARNE, B. (Ed.) (2013): Red beet biotechnology. Food and pharmaceutical applications. Springer, New York. 435 p.
13. NILSSON, T. (1970): Studies into the pigments in beetroot (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *rubra* L.). Lantbrukshögsk. An. 36:179-219.

14. NOTTINGHAM, S. (2004): Beetroot. The Times. London. E-book.
<https://www.academia.edu/21542519/Beetroot>
15. ROBARDS, K. (2003): Strategies for the determination of bioactive phenols in plants, fruit and vegetables. *J. of Chrom. A.* 1000(1-2):657-691.
16. SILVA, D., BAIÃO, D., FERREIRA, V., PASCHOALIN, V. (2022): Betanin as a multipath oxidative stress and inflammation modulator: a beetroot pigment with protective effects on cardiovascular disease pathogenesis. In: *Critical reviews in food science and nutrition*. United States. 62:539-554.
17. SOMOS A. (1967): Zöldségtermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
18. SRUTHI, P.D., ANOOHYA, P.N., VASU, A.T., LATHA, B.S., CHAVALI, M. (2014): Portrayal of red pigments extracted from red beet (*Beta Vulgaris*, L.) and its potential uses as antioxidant and natural food colourants. In: *VFSTR Journal of STEM*, 2 (1) 24-32. p.
19. SZABÓ G. T., BUJNA E., FODOR M., PAPP N., STEFANOVITS-BÁNYAI É., STÉGERNÉ MÁTÉ M., FURULYÁS D. (2017): Zöldségalapú probiotikus készítmények egészségvédő komponenseinek vizsgálata. In: *23rd International Symposium on Analytical and Environmental Problems*. Szerk.: ALAPI T., ILISZ I. University of Szeged, Department of Inorganic and Analytical Chemistry, Szeged. 490-494 p.
20. SZABÓ I. (1994): Cékla. In: *Zöldségtermesztők kézikönyve*. Szerk.: BALÁZS S. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 578-579 p.
21. SZIGETI, T. J. (2010a): Az élelmiszerek nitrát- és nitrittartalmának élelmiszerbiztonsági megítélése. In: *Élelmiszer Tudomány Technológia*, 64 (4) 24-30. p.
22. SZIGETI, T. J. (2010b): Nitrát- és nitrit vegyületek jelentősége az élelmiszerekben. In: *Élelmiszervizsgáló Közlemények*, 56 (4) 235-236. p.
23. TAKÁCSNÉ HÁJOS M. (1997): A cékla nitrát- és geozmin tartalmának változásai a betakarítástól a felhasználásig. *Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Közleményei*. Budapest. 56 160-166. p.
24. TAKÁCSNÉ HÁJOS M. (2002): A céklatermesztésünk növelésének indokai és lehetőségei. In: *Agrártudományi közlemények = Acta Agraria Debreceniensis*. 131-135 p.
25. WOOTTON-BEARD, P. C., RYAN, L. (2011): A beetroot juice shot is a significant and convenient source of bioaccessible antioxidants. *J. of Function. F.* 3(2):329-334.

26. I1: A 2020. évi magyarországi zöldségtermesztés értékelése. [https://fruitveb.hu/a-2020-
evi-magyarorszag-zoldsegtermesztes-ertekelese/](https://fruitveb.hu/a-2020-
evi-magyarorszag-zoldsegtermesztes-ertekelese/)
(Megtekintve: 2022. 10. 24.)
27. I2: Cékla és arónia. <https://www.ujno.sk/cekla-es-aronia>
(Megtekintve: 2022. 10. 24.)
28. I3: Céklacsipsz. <http://www.biofa.hu/receptek/ceklacsipsz>
(Megtekintve: 2022. 10. 24.)
29. I4: <https://www.rijkzwaan.com/find-your-variety/beetroot/larka-rz>
(Megtekintve: 2022. 10. 24.)
30. I5: <https://www.rijkzwaan.com/fajta/keres%C5%91/c%C3%A9kla/akela-rz>
(Megtekintve: 2022. 10. 24.)
31. I6: <https://www.rijkzwaan.com/find-your-variety/beetroot/lomako-rz>
(Megtekintve: 2022. 10. 24.)

MELLÉKLETEK



25. ábra: A genotípusok fejlődése a vegetációs időszakban (Debrecen, 2021)



26. ábra: A genotípusok fejlődése a vegetációs időszakban (Téglás, 2022)



27. ábra: Libero genotípusból készült szárítmány (Debrecen, 2021)

TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. táblázat: A kísérlet során vizsgált genotípusok (Debrecen, 2021 és Téglás, 2022)	12
2. táblázat: Talajminta paraméterei (Debrecen, 2021 és Téglás, 2022).....	14
3. táblázat: Morfológiai paraméterek alakulása (Debrecen, 2021).....	19
4. táblázat: Morfológiai paraméterek alakulása (Téglás, 2022)	19
5. táblázat: Érzékszervi vizsgálatok (Debrecen, 2021).....	20
6. táblázat: Érzékszervi vizsgálatok (Téglás, 2022)	21

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: Különleges színű répatestek	7
2. ábra: Debreceni vetésterv (2021).....	15
3. ábra: Téglási vetésterv (2022)	15
4. ábra: Szárazanyag-tartalom meghatározása (Debrecen, 2021)	17
5. ábra: Színanyag-tartalom kinyerése rázó gép segítségével (Debrecen, 2021)	17
6. ábra: Polifenol mérés (Debrecen, 2021).....	18
7. ábra: Flavonoid mérés (Debrecen, 2021)	18
8. ábra: Összes szárazanyag-tartalom (%) (Debrecen, 2021).....	21
9. ábra: Összes szárazanyag-tartalom (%) (Téglás, 2022)	22
10. ábra: Vízoldható szárazanyag-tartalom (%) (Debrecen, 2021)	23
11. ábra: Vízoldható szárazanyag-tartalom (%) (Téglás, 2022).....	23
12. ábra: Színanyag-tartalom (mg/100 g) (Debrecen, 2021).....	24
13. ábra: Színanyag-tartalom (mg/100 g) (Téglás, 2022).....	24
14. ábra: BC/BX arány (Debrecen, 2021 és Téglás, 2022)	25
15. ábra: Összpolifenol-tartalom (mg GAE/100 g) (Debrecen, 2021)	26
16. ábra: Összpolifenol-tartalom (mg GAE/100 g) (Téglás, 2022).....	27
17. ábra: Flavonoid-tartalom (mg CE/100 g) (Debrecen, 2021)	28
18. ábra: Flavonoid-tartalom (mg CE/100 g) (Téglás, 2022).....	28
19. ábra: Betanin-tartalom csökkenése szárítás hatására (Debrecen, 2021).....	29
20. ábra: Vulgaxantin-tartalom csökkenése szárítás hatására (Debrecen, 2021)	30
21. ábra: BC/BX arány alakulása szárítás hatására (Debrecen, 2021)	30
22. ábra: Betanin-tartalom csökkenése szárítás hatására (Téglás, 2022)	31
23. ábra: Vulgaxantin-tartalom csökkenése szárítás hatására (Téglás, 2022).....	31
24. ábra: BC/BX arány alakulása szárítás hatására (Téglás, 2022).....	32
25. ábra: A genotípusok fejlődése a vegetációs időszakban (Debrecen, 2021).....	41
26. ábra: A genotípusok fejlődése a vegetációs időszakban (Téglás, 2022)	41
27. ábra: Libero genotípusból készült szárítmány (Debrecen, 2021).....	41

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani konzulenseimnek, **Takácsné Dr. Hájos Mária** egyetemi docensnek és **Dr. Kovácsné Madar Ágota** PhD hallgatónak, akik szakértelmükkel és hasznos tanácsaikkal hatalmas segítséget nyújtottak dolgozatom elkészüléséhez.

Köszönöm szépen **Sinka Lúcia** PhD hallgatónak a laboratóriumi mérések során nyújtott segítségét és támogatását.

Köszönettel tartozom a **Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Agrárműszerközpont** munkatársainak, akik segítettek az analitikai mérések megvalósításában.

Köszönet illeti a **Debreceni Egyetem, Agrár Kutatóintézet és Tangazdaság DTTI** munkatársait, akik sokat segítettek a kísérlet kivitelezésében és értékelésében.

Hálásan köszönöm **családomnak** és **barátaimnak** a sok támogatást és türelmet. Kifejezetten hálás vagyok a **Szegedi családnak**, akik nélkül a téglási kísérlet nem valósulhatott volna meg.

Külön köszönöm páromnak, **Dávidnak**, hogy a kísérletek kivitelezésében segítkezett és támogatott az évek során, hatalmas türelmet tanúsítva.

NYILATKOZAT

..... büntetőjogi és fegyelmi felelősségem tudatában kijelentem és aláírással igazolom, hogy a diplomadolgozat saját munkám eredménye. A felhasznált irodalmat korrekt módon kezeltem, a diplomadolgozatra vonatkozó jogszabályokat betartottam.

.....

aláírás

Születési idő: