

CUKORTARTALOM MEGHATÁROZÁSI LEHETŐSÉGEK ZÖLDSÉG- ÉS GYÜMÖLCSMINTÁKBAN, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A PARADICSOM ELŐKÉSZÍTÉSÉRE ÉS VIZSGÁLATÁRA

POSSIBILITIES OF THE DETERMINATION OF SUGAR CONTENT IN VEGETABLE AND FRUIT SAMPLES, FOCUSING ON THE PREPARING AND TEST OF TOMATO

Pető Judit, Hüvely Attila, Vojnich Viktor József, Cserni Imre*

*Agrártudományi Tanszék, Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar, Neumann János Egyetem, Magyarország

Kulcsszavak:

Cukortartalom
Brix%
Paradicsom
Szacharóz
Refrakció

Keywords:

Sugar content
Brix%
Tomato
Sucrose
Refraction

Cikktörténet:

Beérkezett 2017. november 6.
Átdolgozva 2018. január 29.
Elfogadva 2018. január 31.

Összefoglalás

A cukortartalom mérésére széles körben és folyamatosan nagy az igény, hiszen a különböző élelmiszeripari termékek élvezeti értékének egyik fontos összetevője. A tanulmány célja volt a gyümölcs- és zöldségfélék cukorvizsgálati lehetőségeinek rövid áttekintése, valamint az általunk használt módszer elemzése abból a szempontból, hogy a cukortartalom az előkészítésnél alkalmazott módszer során mennyire bizonyul tartósnak, azaz tartja-e leszűrt minta néhány napon keresztül az állandó értékét.

Abstract

The demand for analysis of the sugar content is widely and consistently high, because it is an important component of the enjoyment value of different food products. The aim of the study was to provide a brief overview of the possibilities of sugar analysis in fruits and vegetables, and the short analysis of the preparation method used by us in terms of the durability of the sugar content for a few days, in the filtered samples.

1. Bevezetés

A cukortartalom mérésére széles körben, és folyamatosan nagy az igény, hiszen a különböző élelmiszeripari termékek élvezeti értékének egyik fontos összetevője, másrészt egy adott alapanyag vagy termék energiatartalmának jellemzéséhez is mérhető lehet.

A cukortartalom meghatározás az élelmiszerekben illetve az alapanyagokban általában nem egyszerű feladat. Ennek oka, hogy a természetes cukrok az élelmiszereinkben mindig különböző szacharidok keverékei. Általában van egy fő, az adott gyümölcsre vagy zöldségfélére jellemző, domináns cukorkomponens, melyet azonban több másik cukor kísér. A cukrok között ugyanis nagyon sokféle szerkezetű izomer létezik, melyek sokszor csak térszerkezetükben

* Pető Judit. Tel.: +36 76 517 661
E-mail cím: peto.judit@kvk.uni-neumann.hu

különböznek. Ez akkor is igaz, ha csak az evolúció során kialakult és elterjedt, D-konfigurációjú sorozatot tekintjük is. Sok esetben, mivel a cukrok általános élvezeti értékét tekintjük, a metodikai eljárások nem törekednek a teljes analízisre. A módszerek többféle elvi alapon működhetnek, erre még visszatérünk.

A helyzetet az is bonyolítja illetve egyben a feladat jelentőségét mutatja, hogy a cukortartalom kifejezésére többféle skála és értékelés is elterjedt. Ezek egy része igen egyszerű eljárásokhoz kapcsolódik, melyek régóta használatosak. Különösen ismert, speciális terület a cukoripar és a borászat. Az ICUMSA (International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis) egy a XIX. század végén alapított szabványügyi szervezet, amely a cukor vizsgálatokra vonatkozó laboratóriumi eljárásokat tett közzé [1]. Érdekessége, hogy az ICUMSA a főbb cukorimportáló és -exportáló országok nemzeti bizottságaiból áll, és a szavazati jogokat az előző két évben importált és exportált cukor mennyisége alapján osztják ki. Az ICUMSA módszertani kézikönyvében részletes leírásokat találunk, elsősorban a nyerscukor, cukorrépa és fehér cukor vizsgálatára [2].

1.1. A cukortartalom jellemzésére elterjedt fontosabb mérőszámok és analitikai módszerek

A különböző édességű oldatok, kivonatok cukortartalmának meghatározását hagyományosan két fő fizikai paraméter mérésére vezetik vissza, melyek a sűrűség és a törésmutató. Ezek a tulajdonságok könnyen mérhetők, az eszközök könnyen beszerezhetőek, és nagy előnyük, hogy hordozhatóak, terepi körülmények között is egyszerűen használhatók.

Nézzünk néhány lehetőséget:

A **Brix-fok** vagy **cukorfok** (jelölése °Bx) az oldatok cukortartalmának hagyományos, már a 19. század óta használatos mértékegysége. Nevét Adolf Ferdinand Wenceslaus Brix (1798–1870) német tudósról kapta. A Brix-fok (jele °Bx) a cukor és víz arányát jelzi, így például 10 Brix-fok a cukortartalma annak az oldatnak, amelynek 100 g-ja 10 g szacharózt (és 90 g vizet) tartalmaz. Szokás ezért **Brix%**-nak is nevezni. Mivel az eredmény hőmérsékletfüggő, jelenleg 20 vagy 25 °C a mérés viszonyítási alapja. A skála tehát a tömeg százalékos szacharóz tartalmat fejezi ki, és a mértékegység széles körben használatos ma is az élelmiszer- és a cukoriparban. Hasonló a két másik skála is, melyet 17,5 °C-os hőmérsékletre vonatkoztatnak: a *Balling-fok* (jele °Bg, °Blg) és *Plato-fok* (°P), az utóbbit inkább a söriparban használják. A három skálát gyakran felcserélve használják, mivel az eredményt tekintve a különbségek elhanyagolhatóak. A skála értékeinek meghatározását korábban sűrűség mérésre, újabban pedig törésmutató mérésre vezetik vissza [3].

Talán a legelterjedtebben használatos a cukortartalom gyors meghatározására Magyarországon is a *Baumé-fokoló* (B°, Bé°). Nevét Antoine Baumé, francia gyógyszerésztől kapta, és különféle folyadékok sűrűség mérésére alkalmas. A fokoló használata először Franciaországban és Spanyolországban terjedt el. Főként a borszőlő és egyéb gyümölcslevek cukortartalmának mérésére szolgál, de használatos a sörgyártásban is. A fokoló érdekessége, hogy két külön skálát tartalmaz a víznél sűrűbb, illetve hígabb folyadékok sűrűségének mérésére.

A jelenlegi gyakorlatban a cukortartalom meghatározásánál a sűrűség mérést felváltja a fénytörés mérése. A refraktométerek általában kisebb helyigényűek, kevésbé törékenyek, robosztusabb kivitelük következtében jobban hordozhatóak, a mérés során kevesebb a hibaforrás, és a mérés hasonlóan gyors. Így a borászok, a kertészek, a szesziparban dolgozók vagy a méhészek gyorsan és olcsón végezhetik méréseiket.

A refraktométer a fény törését követi egy adott folyadékban. A törésmutató értéke függ a folyadék típusától, a koncentrációtól, valamint a hőmérséklettől is. Az oldat törésmutatója a vízdoldható szárazanyag-tartalommal arányos, a vízben nem oldható komponensek ilyen módon nem mérhetők. A refraktométerek kivitelezése különböző lehet. Klasszikus esetben a **mérőműszerben** pár csepp folyadékot kell egy prizmára juttatni a mérés során, majd egy matt tetővel leszorítani. A beépített optikai távcsőben, és fényforrás felé fordulva egy számokkal ellátott skáláról könnyedén leolvasható a mért érték.

A vízben oldódó szárazanyag nagy részét gyümölcsöknél a cukorkomponensek teszik ki, így bár más kémiai vegyületek is megmérhetők, leggyakrabban a **vizes oldatok cukorfokának** meghatározására terjedt el. A Brix-skálával rendelkező univerzális refraktométerek segítségével

tetszés szerinti cukortartalom mérhető különböző gyümölcslevegekben, borokban, zöldséglevegekben és koncentrátumokban, vagy akár sűrített tejben is. Ezek Brix tartománya általában 0-20 °Bx közötti érték [4], és 0,1% pontossággal használhatók, azonban a Brix tartomány különböző szakaszaira különböző refraktométerek is léteznek.

A korszerű digitális refraktométerek automatikus hőmérséklet-kompenzációval rendelkeznek 25 °C-ra, a mérési technika és a hőmérséklet-kompenzálás módja az ICUMSA módszerén alapul. Az eredményt a folyadék törésmutatójának pontos megállapítása után Brix vagy RI (refrakciós index) skálán írják ki. A LED fényforrásból érkező fény a mintával érintkező prizmán áthalad, és a mintán megtörik. Egy kritikus beesési szöveget elérve a fény már nem halad át a mintán, hanem visszaverődik, és ezt a szenzor érzékeli. A készülék a kritikus szöveget határozza meg (refrakciós index), és a törésmutató alapján számolja ki a Brix értéket. A készülék a hőmérsékletet is jelzi.

A cukortartalom mennyiségi meghatározása kémiai módszerrel, **Schoorl féle módszer** szerint is történhet. Az indirekt meghatározás során a redukáló cukrok a réz amin-komplexét tartalmazó oldatából (Fehling-reagens) forralás közben vöröses színű réz(II)-oxidot választanak le. A réz feleslegét jodometriás titrálással határozzuk meg, és az eredményt az adott oldatra legjellemzőbb, domináns cukor komponensben adjuk meg, egy tapasztalati Schoorl táblázat segítségével. A mérés során fokozottan ügyelnünk kell a szabályozott körülmények betartására. Nem redukáló cukorkomponensek meghatározásánál (elsősorban szacharóz) előzőleg savas hidrolízist kell végeznünk [5, 6].

Az egyes szénhidrátok pontos minőségi és mennyiségi meghatározásai komoly nagyműszeres módszereket igényelnek, és a részletes meghatározások különböző **kromatográfiai módszerekkel** végezhetőek el általában. A vizsgálatok élelmezésügyi és táplálkozás-tani valamint egészségügyi jellegű tudományos kutatások során rendkívül nagy jelentőségűek, azonban a módszerek anyag- és eszközigénye természetszerűleg nagyságrenddel nagyobb költségeket jelent [7, 8]. A kromatográfiai módszerek (HPLC, GC-MS, TLC, ILC, stb.) fejlesztése napjainkban is folyamatos.

Jelenlegi tanulmányunk során a nyers, frissen szedett paradicsom beltartalmi tulajdonságai közül a cukortartalommal kapcsolatos vizsgálatunkra térünk ki. A munkánkban választ kerestünk arra, hogy a feldolgozás után nyert paradicsom szűrletben változik-e a cukortartalom néhány napos tárolás során, és a kapott értékek mennyire tekinthetők állandónak.

2. Anyag és módszer

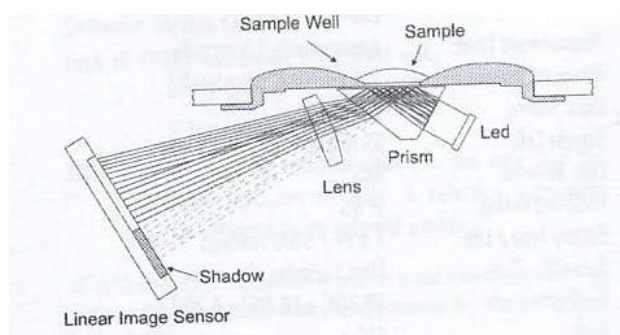
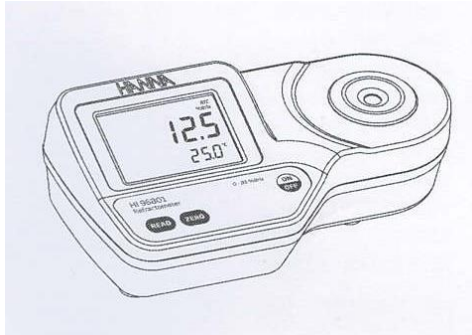
A paradicsom termesztési kísérletünket a Neumann János Egyetem Kertészeti és Vidékfejlesztési Karán végeztük, 2017 tavaszán. A kar üvegházában hidrokultúrás termesztés során paradicsom tesztnövényt vizsgáltunk. A paradicsom folytonos növekedésű Soliance F1 fajta volt. A kísérlet során növénykondicionáló kezelést végeztünk 2017 áprilisa és júniusa között, átlagosan kéthetente, összesen 6 alkalommal. A kísérlet körülményeinek részletes bemutatása a jelen közlemény szempontjából nem releváns. Az érett bogyóterméseket átlagosan tíznaponként takarítottuk be, jelen dolgozatban a 2017. július 28.-án gyűjtött terméseket vizsgáltuk. Az alkalmazott kezelésektől függően összesen 13 csoportot állítottunk fel a kezelésektől függően, két ismétlésben, illetve vizsgáltuk meg.

A beltartalmi vizsgálatokat a kar Talaj- és Növényvizsgáló Laboratóriumában végeztük el. A Neumann János Egyetem Kertészeti és Vidékfejlesztési Karán és jogelőd intézményeiben (Pallasz Athéné Egyetem, valamint Kecskeméti Főiskola Kertészeti Főiskolai Kar) működő akkreditált Talaj- és Növényvizsgáló Laboratóriumában a 2009-től folyamatosan végzünk talaj- levél- és kertészeti termék beltartalmi vizsgálatokat.

A bogyótermések előkészítését minden csoportban azonos módon végeztük el. A bogyókat alaposan megmostuk, aprítottuk és forgókéses turmixgépben homogenizáltuk. Egy csoportban 4 bogyótermést dolgoztunk fel. A nyers paradicsomlé szűrőpapíron szűrtük. A szűrlet cukortartalmát HI96801 típusú (Hanna Instruments) digitális refraktométeren mértük (1. ábra). A készülék mérési

tartománya 0-85% Brix (0,1% felbontásban, automatikus hőmérséklet-kompenzálással 10-40 °C között). A szükséges mintamennyiség: 100-200 µl volt mérésenként.

A kalibrálást 5 m/m%-os szacharóz oldattal végeztük el, és a készülék pontosságát 5 m/m%-os glükóz oldattal is ellenőriztük.



1. ábra: A HI96801 típusú refraktométer (Forrás: refraktométer Instruction manual)

A mérést elvégeztük a szedés/feldolgozás napján (Mérés 1.), majd a szűrletet 7-8 °C-on tároltuk. A mintákban a Brix mérést megismételtük 1, 2 illetve 5 napos tárolás után is (Mérés 2, 3, 4, mérési naponként csoportonként 1 mérést végeztünk). A kapott eredményeket átlagoltuk és szórás számoltunk valamennyi mérési napon.

A statisztikai vizsgálatok során és az eredmények szemléltetéséhez a Microsoft Office Excel programot használtuk fel. A lényegi eltéréseket min. 5% szignifikancia szinten fogadtuk el.

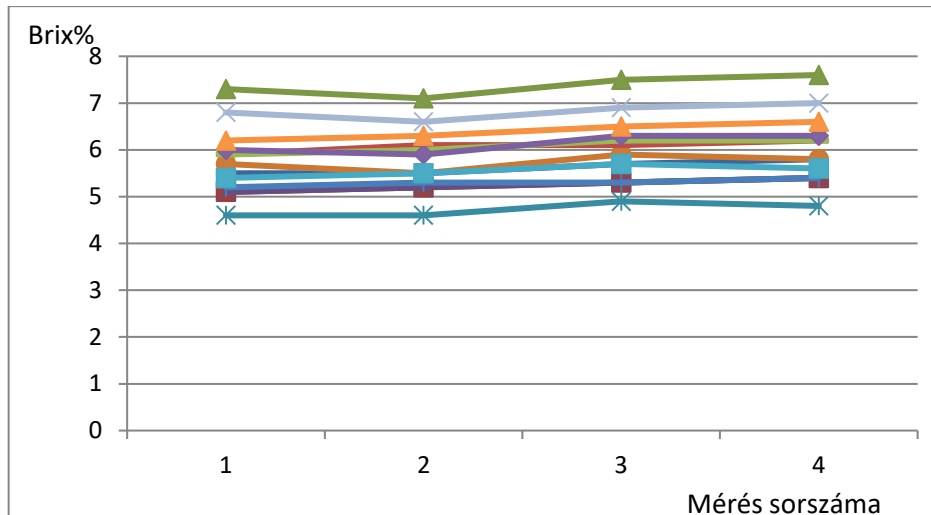
3. Eredmények és értékelés

A vizsgált minták Brix értékét a feldolgozás napján és a tárolás során több alkalommal mértük (1. Táblázat). Az átlagos értékek az első nap során nem változtak, majd ezután enyhén emelkedő tendenciát mutattak.

1. Táblázat. A paradicsom bogyók Brix% tartalmának átlagos értékei és szórásai

Mérés sorszáma		1	2	3	4
Tárolási időtartama	nap	0	1	2	5
Átlag	Brix%	5,75	5,75	5,97	6,01
Szórás	Brix%	0,71	0,64	0,70	0,73

A Brix% az előkészítés utáni második naptól enyhén emelkedő tendenciát mutatott, az eltérés azonban nem volt szignifikáns ($p > 0,05$). A tendenciális változásokat a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra. A Brix érték változása a tárolás során a vizsgált 13 mintacsoportban (n=13)

4. Következtetések

Gyökérzöldségek (elsősorban burgonya és sárgarépa) esetén a szakirodalom szélesebb körben vizsgálja a beltartalom esetleges változásait a tárolási időszak során. Kevesebb adat található azonban a friss fogyasztású zöldség- és gyümölcsfélék beltartalmának változásait illetően, és főként a metodikai jellegű problémák és változások követésével kapcsolatosan. Egyes szerzők vizsgálták a paradicsom esetén például a tárolási idő, hőmérséklet- és nyomásviszonyok hatását [9]. A szakirodalom többségének eredményei szerint a burgonyában és sárgarépában tárolás során a hat szénatomos cukrok (hexózok) mennyisége enyhén növekedik, míg a 12 szénatomos szacharózé enyhén csökken. A változások azonban gyakran eltérőnek bizonyultak az egyes fajták között, és erősen függenek a hőmérséklettől is.

Korábbi tanulmányunkban hat különböző paradicsomfajtát vizsgáltunk 3 hetes tárolási periódus során, fajtánként eltérően változtak a sav- ill. cukor tartalmak, valamint a sav/cukor arány. Utóbbi általában emelkedő tendenciát mutatott [5].

Jelen vizsgálatunkban tájékozódunk, hogy a frissen feldolgozott, és átszűrt paradicsomlében néhány napos tárolás során változik-e érzékelhetően a cukortartalom, azaz mennyire szükséges a vizsgálat gyors elvégzése. A vizsgálatunk során feltételezésünk volt, hogy a héjanyagoktól és rostanyagoktól megfosztott, leszűrt lében gyorsabban változhat a cukortartalom, esetleg hamarabb indul erjedésnek, mint a teljes termésben. Az érett termésben ugyanis az antioxidáns tulajdonsággal is bíró színanyagok (főként a likopin), és más „tartósító” hatású anyagok vannak jelen, mégpedig az evolúciós fejlődés során kialakult, kiegyenlített arányban és egyensúlyban.

Eredményeink azt mutatták, hogy a Brix érték alapján meghatározott cukortartalom néhány napos tárolás során nem csökkent a szűrt paradicsomlében, vélhetően nem bomlott el, nem indult erjedésnek, sőt, enyhén emelkedő tendenciát mutatott a vizsgált fajtában, azonban a különbség nem volt szignifikáns. A vizsgált Soliance F1 fajta Brix értéke közepesnek mondható a fajták között [10]. Az emelkedő tendencia összhangban van a több tárolt nyers zöldségnövényről leírt tudományos adatokkal, valószínűleg a hexózok szintjének enyhe emelkedésével magyarázható [11, 12]. A hosszabb tárolási idő alatt azonban az értékek szórása enyhén növekedett, néhány csoportban a cukortartalom csökkent is, mely utalhat a cukorbomlási, erjedési folyamatok megkezdődésére, illetve különböző mértékére. Ennek részletes vizsgálata a tárolási hőmérséklet változásával, másrészt az alkalmazott termésművelő anyagok minőségének és dózisének függvényében, további vizsgálatok tárgya lehet.

Vizsgálatainkkal szeretnénk felhívni a figyelmet arra, hogy sok esetben fontos a metodikai jellegű vizsgálatok végzése, és ezek pontos leírása is a tudományos eredmények közlésénél, hiszen az eredményeket – mint több esetben láttuk – eltérő mértékben, de befolyásolhatják a

méréseket előkészítő lépések időintervallumai és környezeti feltételei is. Nem zárható ki ugyanis, hogy a kismértékű, tendenciális jellegű metodikai változások, befolyásolják a vizsgálati csoportok közötti fellépő szignifikancia mértékét - erősítve vagy éppen elfedve a kapott különbségeket. Különösen fontos szerepe van a metodika azonosságának a tenyészidőszakban több alkalommal végzett analízisek során, valamint a több tenyészidőszakra kiterjedő és tartamhatású vizsgálatoknál.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a kutatás támogatásáért, amely az EFOP-3.6.1-16-2016-00006 „A kutatási potenciál fejlesztése és bővítése a Pallasz Athéné Egyetemen” pályázat keretében valósult meg. A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával, a Széchenyi 2020 program keretében valósul meg.

Irodalomjegyzék

- [1] Plews R.W. (1997): The History of ICUMSA. The First 100 Years, 1897–1997. Berlin: Verlag Albert Bartens KG. ISBN 0905003152
- [2] ICUMSA Methods Book (2009), Verlag Dr. Albert Bartens KG, Berlin, ISBN 9783870405533 és Supplement ISBN 9783870405632)
- [3] Wertán P. (1964): Cukoripari zsebkönyv. Budapest: Műszaki. p. 85.
- [4] Balázs G., Nyéki J., Szabó Z., Soltész M. (2008): Alanyok hatása cseresznyefajták termőre fordulására és gyümölcsminőségére 2008 AGTEDU (Szerk: Belina K., Klebiczki J., Lipócziné Csabai S., Bné Pető J.) Kecskeméti Főiskola, Kecskemét, pp. 46-50. ISBN 1586-846x
- [5] Borsné Pető J., Kovács A., Tóthné Taskovics Zs. (2004): Hajtatott paradicsomfajták beltartalmi értékeinek vizsgálata. *Magyar Tudomány Napja Évkönyv*, AGTEDU 5, pp. 23-28.
- [6] Cserni I., Borsné Pető J., Hüvely A., Rajkainé Végh K., Rajkai K., Szili-Kovács T., Németh T. (2008): A talajok tápanyagtartalmának és a csemegekukorica beltartalmi értékeinek változása nitrogénkezelések függvényében. AGTEDU Tudományos Konferencia kiadványa (1) pp. 57-62. ISSN 1586-846X
- [7] Ventura, E. E., Davis, J. N., & Goran, M. I. (2011). Sugar content of popular sweetened beverages based on objective laboratory analysis: focus on fructose content. *Obesity*, 19(4), pp. 868-874.
- [8] Courtin, C. M., Van den Broeck, H., & Delcour, J. A. (2000). Determination of reducing end sugar residues in oligo- and polysaccharides by gas–liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 866(1), pp. 97-104.
- [9] Beckles, D. M. (2012). Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 63(1), pp. 129-140.
- [10] Brandt S. (2007): A termesztési körülmények és a fajta hatása a paradicsom beltartalmi értékeire, PhD doktori értekezés, SZIE, Gödöllő, 2007, pp. 1-120.
- [11] Suojala, T. (2000). Variation in sugar content and composition of carrot storage roots at harvest and during storage. *Scientia Horticulturae*, 85(1), pp. 1-19.
- [12] Matsuura-Endo, C., Kobayashi, A., Noda, T., Takigawa, S., Yamauchi, H., & Mori, M. (2004). Changes in sugar content and activity of vacuolar acid invertase during low-temperature storage of potato tubers from six Japanese cultivars. *Journal of plant research*, 117(2), pp. 131-137.