



Élelmiszertudományi Kar

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

SÁRGARÉPA (*Daucus carota* subsp. *sativus*) FIZIKAI ÉS ÍZJELLEMZŐINEK VÁLTOZÁSA NEM IDEÁLIS TÁROLÁS SORÁN

Készítette:

Kaszab Tímea

Témavezető:

Dr. Fekete András
Egyetemi tanár

Budapesti Corvinus Egyetem

Élelmiszertudományi Kar

Fizika-Automatika Tanszék

Budapest, 2013

A doktori iskola

megnevezése: Élelmiszertudományi Doktori Iskola

tudományága: Élelmiszertudományok

vezetője: Dr. Fodor Péter
Budapesti Corvinus Egyetem
Alkalmazott Kémia Tanszék

Témavezető: Dr. Fekete András
Budapesti Corvinus Egyetem
Élelmiszertudományi Kar
Fizika-Automatika Tanszék

A doktori iskola- és a témavezető jóváhagyó aláírása:

A jelölt a Budapesti Corvinus Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, a műhelyvita során elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, ezért az értekezés védési eljárásra bocsátható.



.....
Az iskolavezető jóváhagyása



.....
A témavezető jóváhagyása

BEVEZETÉS

Az egészséges táplálkozás elengedhetlen része a rendszeres zöldség- és gyümölcsfogyasztás, segítségükkel jelentős mennyiségben juthatunk mikrotápanyagokhoz fontos ásványi elemekhez és főleg a szervezet egészségi állapotának megőrzéséhez szükséges, csak a növények által termelt endogén vegyületekhez (Vandresen et al, 2009). Napjainkban a piac növekvő keresletet mutat e termények iránt, ahol a fogyasztók számára az ár mellett egyre fontosabb a minőség, a magas vitamin- és ásványianyag-tartalom, valamint a tápérték. De milyen szempontok szerint dönt a fogyasztó, milyen minőségi elvárásai vannak? A minőség összetett fogalom, amelyet a külső (szín, illat, méret, alak) és a belső (íz, állomány, beltartalom, tápérték) jellemzők mellett a fogyasztói elvárások, a piaci kínálat és a korábbi tapasztalatok egyaránt meghatároznak (Abbott, 1999).

A piacra kerülés előtt már a termesztés és a betakarítás körülményei döntően befolyásolhatják a minőség alakulását. A betakarítást követően fontos szerepe van a helyesen megválasztott tárolási körülményeknek (pl. hőmérséklet, páratartalom). A szezonális termények esetében fő szempont, hogy hosszan eltarthatóak legyenek, és eközben minőségüket minél jobban megőrizték, hiszen a fogyasztó egész évben megköveteli a minőségi árut.

A háztartásokban azonban a kertészeti termények eltarthatóságát jelentősen befolyásolja az a tény, hogy nem oldható meg az iparban alkalmazott hosszú idejű tárolás, illetve nem állíthatóak be az ott alkalmazott tárolási paraméterek. Háztáji gazdaságokban és őstermelőknél sok helyen a pince az egyetlen lehetőség, mellyel a téli gyökérezöldség-, burgonya-, hagyma- és almakészlet tárolható. Ilyen esetben a termények fizikai és beltartalmi jellemzői rövid időn belül akár jelentősen változhatnak, ami csökkenti a termény élvezeti értékét. Természetesen lehetőség van a zöldségek fagyasztással, szárítással vagy hőkezeléssel történő tartósítására is; az ezek során bekövetkező fizikai változásokat már sokan vizsgálták. Mivel azonban az otthoni tárolási körülmények nem ideálisak a minőség hosszú távú megőrzéséhez, könnyen előfordulhat olyan mértékű minőségromlás, amely élvezhetetlenné és fogyaszthatatlanná teszi az adott terményt. Sárgarépa esetében ez a változás akár rövid idő alatt bekövetkezhet. Ennek késleltetése érdekében az eltarthatósági idő meghosszabbítható például a sárgarépa homokban történő tárolásával. Az ideális körülmények között tárolt, ipari hűtőtárolóból piacra, illetve élelmiszerláncokhoz kerülő sárgarépa a primőr időszak elteltével, akár egész évben kiszolgálja a fogyasztói igényeket. Azonban a termény a polcra kerülését követően akár rövid időn belül minőségromlásnak indulhat. Ennek oka, hogy a kis hőmérsékletű és magas páratartalmú térben az élettani folyamatok lelassulnak, majd a tárolóból szárazabb és melegebb környezetbe kerülve rövid időn belül felgyorsulnak. Nem biztos azonban, hogy a szemmel látható minőségromlás azonos mértékű élvezeti értékvesztést is jelent. A zöldségek és gyümölcsök keménységének vizsgálatára a már jól bevált roncsolásos és roncsolásmentes

módszereket alkalmaznak. Ezek a vizsgálatok információt adnak a termény állományáról és minőségéről. A nyers sárgarépa fogyasztása táplálkozási szokásaink és ezzel egészséges életmódunk kialakításának egyre szervezettebb része, hiszen tápértéke, valamint ásványi és vitamintartalma figyelemre méltó. A nyers sárgarépa fogyasztása során a keménység mellett az ízjellemzők is szerepet kapnak az élvezeti érték kialakulásában. Kérdés, hogyan viseli a sárgarépa a nem ideális tárolási körülményeket, és hogyan jelentkezik a tárolás hatása az ízjellemzőkben.

CÉLKITŰZÉSEK

Doktori munkám alapvető célja, hogy összefüggéseket állapítsak meg nem ideális feltételek mellett tárolt sárgarépa tömegvesztesége, valamint mechanikai, optikai és ízjellemzői között. A cél megvalósítása érdekében a következő feladatok megoldása volt szükséges.

- 1. Összefüggések meghatározása** mechanikai vágási, kompressziós kúszás-kirugózási teszt, optikai mérések és ízjellemzők vizsgálati eredményei, valamint a tömegveszteség között.

Részletesebben:

Mechanikai vágási vizsgálatok:

- vágási erő/vágási deformáció viszony,
- dekompressziós munka/kompressziós munka viszony.

Kompressziós kúszás-kirugózási teszt:

- terhelőerő/kúszás előtti deformáció viszony,
- terhelőerő/maximális deformáció,
- elasztikus deformáció/maximális deformáció viszony,
- plasztikus deformáció/maximális deformáció viszony,
- plasztikus deformáció/elasztikusdeformáció viszony, valamint a tömegveszteség között.

- 2. Összefüggések meghatározása** az optikai vizsgálatok, az abszorbancia és a színjellemzők, valamint a tömegveszteség között

- 3. Összefüggések megállapítása** az érzékszervi – „jó illat”, „narancsszín-intenzitás”, „harapás és rágás”, „édes íz”, „keserű íz” és „összbenyomás” – jellemzők, valamint a tömegveszteség között

- 4. Tömegveszteség becslése**

- Tömegveszteség becslése a mért és számított mechanikai jellemzők alapján
- Tömegveszteség becslése a mért és számított optikai jellemzők alapján
- Tömegveszteség becslése a mért és számított ízjellemzők alapján

ANYAG ÉS MÓDSZER

Anyagok

Sárgarépa

A vizsgálataim során Nanti típusú, Nevis fajtájú sárgarépát vizsgáltam. Az előkísérleteket 2007-ben, majd a méréseket három egymást követő évben végeztem, 2008 és 2010 között a betakarítás után.

A sárgarépa minőségi osztályozása után az ép, sérülésmentes, egyenes répákat választottam ki a kísérletekhez.

Tárolási körülmények

Az előkísérletek, valamint a kísérletek során választott nem ideális tárolási körülmények az irodalomban meghatározott optimális tárolási hőmérséklet és relatív páratartalom adatoktól eltérő értékeket jelentenek.

A betároláskor a sárgarépákat csoportosítottam. Az előkísérletek során az „EK1” és „EK2” sorozat mintáit, valamint 2008. és 2009. évi sárgarépákat „nem ideális” körülmények között tároltam, hűtőszekrényben. A hűtőszekrénytérben két helyen (középen és felül) ventilátor keverte a levegőt, az egyenletes levegőáramlás elérése céljából. A méréseket a betároláskor és azt követően hetente végeztem, a részletes leírásra majd az egyes módszereknél térek ki.

A 2010. évi sorozatot a betakarítás után közvetlenül téli, hosszú idejű („ideális”) tárolásnak megfelelő paraméterekre beállított környezetben, szintén hűtőszekrénybe helyeztem, az utolsónak mérésre szánt csoportot pedig ezzel egyidőben egy rövid idejű („nem ideális”) tárolással azonos feltételeket biztosító hűtőszekrényben helyeztem el. A tárolási kísérlet során minden egyes héten egy újabb csoport került át a „nem ideális” környezetbe, azonban a kontrollcsoportok az egész kísérlet alatt az „ideális” környezetben maradtak. Ennek megfelelően a 4. heti minta 4 hétig, a 3. heti minta 3 heti, a 2. heti minta 2 hétig, az 1. heti minta 1 hétig volt tárolva „nem ideális” feltételek mellett.

A tárolási körülmények a következők voltak:

- Előkísérlet (EK1): hőmérséklet: $8,0\pm 0,5^{\circ}\text{C}$; páratartalom: $86\pm 1\%$
- Előkísérlet (EK2): hőmérséklet: $8,0\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ és $15,0\pm 0,5^{\circ}\text{C}$; páratartalom mindkét hőmérsékleten: $87\pm 1\%$ és $84\pm 1\%$
- Kísérlet (2008, 2009): hőmérséklet: $8,0\pm 0,5^{\circ}\text{C}$; páratartalom: $84\pm 2\%$
- Kísérlet (2010): „Ideális” tárolás: hőmérséklet: $2,0\pm 0,5^{\circ}\text{C}$; páratartalom: $96\pm 2\%$
„Nem ideális” tárolás: hőmérséklet: $8,0\pm 0,5^{\circ}\text{C}$; páratartalom: $84\pm 2\%$

Légzésintenzitás mérése

A vizsgálatokat az Élelmiszertudományi Kar Hűtő és Állattermék Technológiai Tanszékén, zárt rendszerű, nagy érzékenyséű (0-9999 ppm) infravörös CO₂-érzékelőkkel (ALMEMO 3290, Ahlborn Mess- und Regelungstechnik GmbH, Németország) ellátott respirométerrel végeztem. A méréseket változó időközönként, általában kétnaponta végeztem, azonban az első héten a folyamatok pontosabb nyomon követése céljából naponta gyűjtöttem az adatokat. Az eljárás során a légzésintenzitást a zárt mérőedénybe helyezett, ismert tömegű sárgarépa környezetében lévő gáztér CO₂-tartalmának időegységre eső változásából számítottam.

A légzésintenzitás-mérőkör fő része az ALMEMO 3290 nevű CO₂ gázelemző- és adatgyűjtő egység, mely ppm-ben jelzi a vizsgált légtér CO₂-koncentrációját. A tárolótérből kikerülő ismert tömegű sárgarépamintákat 8°C-on tároltam és a mérés is 8°C-on történt. Az eredményeket ml/kg·h mértékegységben adtam meg.

A mérési paraméterek (mérési időköz- és időtartam, stb) beállítására a mért adatok megjelenítésére és előzetes feldolgozására az AMR WinControl ver 4.1 (akrobit® Software GmbH., Németország) adatgyűjtő és megjelenítő szoftvert használtam. Az érzékelők a CO₂-koncentrációtól függő infravörös sugárzáselnyelés alapján működnek. A mért CO₂-koncentrációadatok időbeli változását ábrázolva az adatsor meredeksége információt hordoz a minta légzésintenzitásáról.

A sárgarépaszöveteket a Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Karának, Növénytan Tanszékén vizsgáltam. A vizsgálathoz szükséges metszetek Leitz típusú fagyasztó mikrotómmal készültek, majd ezt követően a tárgylemezre került preparátumok tartósítása glicerin és víz 1:1 arányú keverékével történt. A felvételek Zeiss Axio Imager.A2 típusú mikroszkóppal és Axio Cam HRc, Zeiss kamerával készültek, ahol az objektív 10x nagyítást, míg a mikroszkóp 2,5x, 5x, 10x, 20x, 40x nagyításokat tett lehetővé, ez a valóságban így 25x, 50x, 100x, 200x, 400x nagyításnak felelhet meg.

Sárgarépa mérése kvázistatikus és dinamikus keménységvizsgálati módszerekkel

A méréseim során a tömeget és a nedvességtartalmat minden mérési napon meghatároztam. Tömegméréshez Voltcraft TS-500 típusú, 0-500g mérési tartományú, 0,1g pontosságú mérleget használtam, a nedvességtartalom meghatározást Venticell Comfort Line szárítószekrényben (MMM Medcenter Einrichtungen GmbH, Németország) végeztem, az alábbi beállításokkal: 105°C hőmérséklet, 100%-os levegőáramlás, 24 h időtartam (Aghbashlo et al, 2011). A nedvességtartalmat nedvesbázisra és szárazbázisra is meghatároztam.

Az előkísérletek (EK) során kvázistatikus állományvizsgálati módszerként az SMS precíziós penetrométerrel történő vágást, valamint dinamikus keménységvizsgálati módszerként az

akusztikus keménységvizsgálatot és ütészvizsgálatot alkalmaztam a minták elemzéséhez. Ezt követően kezdtem meg a kísérleteket, ahol kiegészítettem a módszereket a továbbiakkal: kúszás-kirugózás teszttel, optikai mérésekkel (VIS, NIR) és ízjellemzők mérésével. A méréseket az egyes csoportokon heti gyakorisággal végeztem.

Vágási vizsgálat

A hagyományos keménységmérési módszerek elvégzésére a Stable Micro System TA-XT2 típusú asztali precíziós penetrométert alkalmaztam. A precíziós penetrométer segítségével reológiai tulajdonságok vizsgálatára nyílik lehetőségünk. A készülékhez számos mérőfej és alkatrész tartozik, melyek segítségével az élelmiszerek széles skáláját vizsgálhatjuk. A műszerrel kétféle mérést végeztem: vágást és kúszás-kirugózás tesztet. A méréseket heti gyakorisággal végeztem.

Vágás során a kés/guillotine pengefejet használtam, mellyel sárgarépa korongokat vágtam el az átmérő mentén. Azért választottam ezt a módszert, mert az étkezés során a feldolgozott sárgarépát nagyon gyakran korongra vágják, és így a harapáskor a száliránnyal párhuzamosan történik a terményre az erő kifejtés. A mérőfej 3 mm vastagságú alumíniumlap volt, alján 45°-ban kialakított éllel. A korongokat a sárgarépa felső 1/3-ából vágtam ki, a szeletek vastagsága 5 mm volt. A mérés során a maximális deformáció értékét 8 mm-re állítottam be, ezzel biztosítva, hogy a tárolás során egyre jobban puhuló répát is el tudjam vágni. A méréseket a hűtőszekrényből kivett, és szobahőmérsékletűre felmelegedett mintákon végeztem. Hetente 1-1 csoportot vizsgáltam a tárolási kísérletek során. Minden mintából 3-3 mérést végeztem, a mérések során ellenőriztem az 5 mm-es szeletvastagságot és a vágási átmérő értékét, csökkentve ezzel a minták közötti szórás lehetőségét. A tesztek során meghatároztam a maximális vágási erőt, valamint a hozzá tartozó vágási deformáció értékét. Ezekből számoltam a vágási erő és vágási deformáció viszonyát (F_v/D_v). Ezután meghatároztam a dekompressziós munka és a kompressziós munka hányadosát (M_{DK}/M_K), amelyet a vágási deformációtól a maximális deformációig tartó görbeszakasz alatti terület (M_K) és a zérus deformációtól a vágási deformációig tartó görbeszakasz alatti terület (M_{DK}) hányadosából számoltam ki.

Akusztikus keménységvizsgálat

Az akusztikus keménységmérés során a minták globális keménységét határoztam meg. A méréseket heti gyakorisággal végeztem, a mintánként mért 1-1 adatot használtam fel az értékelés során. Az ilyen elrendezés lehetővé teszi a termény szabad rezgését és a szivacs által határolt térben a kellő érzékenység eléréséhez megfelelő hangnyomás alakul ki (Felföldi, 1996a, 1996b). A mintákat mindig a mikrofonra merőlegesen, a répa csúcsán ütöttem meg egy pálcával, így rezgésbe hoztam, az ütésre adott hangválaszt pedig a termény átellenes oldalán a mikrofonnal rögzítettem. A

kapott hangválasz a mikrofon és egy hangkártya segítségével számítógépbe vezethető, a terményre jellemző frekvenciát pedig a „Stiffness” nevű program határozza meg, amely szintén a Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Karának Fizika-Automatika Tanszékén készült. A program a rögzített hangválaszból meghatározza és grafikusán megjeleníti az adatsor Fast Fourier Traszformáltját, és a kiválasztott frekvenciasávban automatikusan megkeresi a hangválasz jellemző frekvenciáját.

Az akusztikus keménységtényező meghatározásához (jele: S , m.e.: m^2s^{-2}) a hosszúkás termények akusztikus keménységének mérésére javasolt összefüggést alkalmaztam (Zsom-Muha and Felföldi, 2007):

$$S = f^2 \cdot l^2 \quad (1)$$

ahol: f – a termény jellemző rezonancia frekvenciája, Hz

l – a termény hossza, m.

Módszerek a sárgarépa szövetszerkezetének vizsgálatára

Kúszás-kirugózás vizsgálata

A kúszás-kirugózás teszthez szintén az SMS TA-XT2 típusú asztali precíziós penetrométert alkalmaztam. A méréseket heti gyakorisággal végeztem, melyek során a sárgarépákból egy pengerács segítségével 9x9x9 mm élhosszúságú kockákat vágtam ki a sárgarépa farészéből (xylem) és háncsrészéből (phloem). A kockákat 75 mm átmérőjű alumíniumlappal terheltem.

A mérés során beállított paraméterek a következők voltak: 60 N terhelőerő, 60 s kúszási idő, 0,1 mm/s mérőfej sebesség. Hentente 1-1 csoportot vizsgáltam a tárolási kísérletek során. Minden mintából 2-2 mérést végeztem, a mérések során ellenőriztem a kivágott kockák méreteit. A kísérlet elején próbamérést végeztem, hogy megállapítsam, milyen irányú terhelés a legmegfelelőbb. Ezért a kivágott répakockák fa- és háncsrészét száliránnyal párhuzamosan és arra merőlegesen is megmértem. A későbbiekben már csak a száliránnyal párhuzamos terhelést vizsgáltam, mert a korongvágással azonos irányú terheléssel akartam vizsgálni a mintákat, hiszen – amint fentebb írtam – a sárgarépa is sokszor korongokra vágva kerül felhasználásra.

A kúszás-kirugózás teszt során az alábbi paramétereket határoztam meg:

- Terhelőerő és kúszás előtti deformáció viszonya (F_t/D_{ke}), a kúszási szakasz kezdőpontjában
- Terhelőerő és maximális deformáció viszonya (F_t/D_{max}) a kúszás végpontjában
- Elasztikus deformáció és maximális deformáció viszonya (E/D_{max})
- Plasztikus deformáció és maximális deformáció viszonya (P/D_{max})
- Plasztikus deformáció és elasztikus deformáció viszonya (P/E).

Ütésvizsgálati (impact) módszer

Az ütésvizsgálati módszerrel roncsolásmentesen felületi keménységet határozhatunk meg. Ezért választottam ezt a módszert, mert ennek segítségével a sárgarépa fa- és hánrcs részét is vizsgálhattam. A méréseket heti gyakorisággal végeztem.

Az ütésvizsgálati módszer során piezo-elektromos elven működő gyorsulásérzékelővel ellátott ütésvizsgáló kalapácsot (félgömb alakú fémfejű), egy jelátalakító elektronikus egységet és egy HP 35670A típusú dinamikus jelanalizátort tartalmazó mérési elrendezést alkalmaztam.

Az erőérzékelő feszültségjele a jelátalakítón keresztül számítógépre vihető, és ott egy speciális program segítségével elemezhető. A mérések során használt „Impact” nevű programot a Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Karának Fizika-Automatika Tanszékén fejlesztették ki. A program az erőérzékelő jele alapján menti a görbe kezdeti és maximum pontja közötti időtartam nagyságát. A felületi keménység jellemzésére a szinuszgörbe első hullámának kezdő és maximum pontja közötti időkülönbségből (Felföldi és Fekete, 2000) meghatároztam az ütésvizsgálati keménységtényezőt (D , ms^{-2}):

$$D = \frac{1}{\Delta T^2} \quad (2)$$

ahol ΔT – a szinusz görbe kezdő és maximum pontja közötti időkülönbség, ms

A méréseket hetente végeztem, melyek során a sárgarépa szárához viszonyítva a gyökér 1/3-2/3 részénél történő keresztbevágás után a friss vágási felületen, a sárgarépa két fő szövettípusának, a farésznek és a hánrcs résznek határoztam meg az ütésvizsgálati keménység tényezőjét. Ehhez a minták farészét és hánrcs részét 5-5 ponton vizsgáltam, melyeknek az átlagát vettem eredményként.

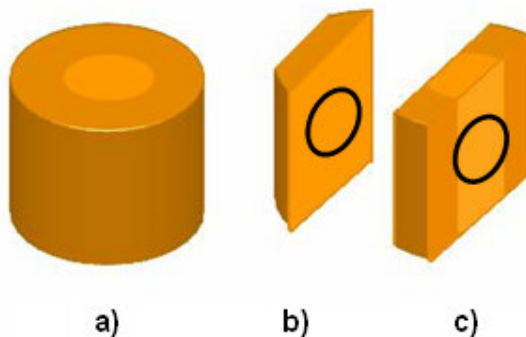
Optikai mérési módszerek

Közeli infravörös spektroszkópia (NIR) alkalmazása

Az élelmiszeripar számára fontos anyagok a Spectralyzerrel (A PMC Spectralyzer 10-25 infravörös spektrométer) mérhető tartományban rendelkeznek elnyelési (abszorpciós) maximummal. A műszer 1000–2500 nm között a közeli infravörös tartományban mér 2 nm-enkénti felbontásban. Megvilágítási és megfigyelési geometriája $0/45^\circ$. Egy holografikus rácst tartalmaz, amely színszűrővel két tartományban (1000–1600 nm és 1600–2500 nm) mér. Érzékenysége a nagyobb hullámhosszokon gyengül.

A méréseket heti gyakorisággal végeztem a többi méréssel együtt. A mérések előtt szükséges a megfelelő mintaelőkészítés. Ehhez a sárgarépból 2 cm vastag korongokat vágtam, és a farészből és a hánrcs részből is 5 mm vastag metszetet készítettem (1. ábra). A mért felület egy 25 mm átmérőjű, az 1. ábrán látható bekarikázott felület volt. A minta előkészítését követően a műszer

kalibrálása szükséges a gyári etalonnal Végül a korong elmetszéséből kapott felületek abszorbanciáját mértem. A kapott adatokat számítógéppel dolgoztam fel.



1. ábra Mintaelőkészítés NIR méréshez a) egész korong, b) háncsrész minta, c) farész minta

Szín mérése

A ColorLite sph850 (ColorLite GmbH, Katlenburg-Lindau, Germany) típusú spektrofotométerrel különböző színmérő rendszerek paraméterei mérhetőek a látható fény tartományban (VIS) 400-700 nm között. A műszer egyaránt alkalmas szilárd anyagok, folyadékok és porok mérésére. A mérés során a mintát az érzékelő mérési felületére merőlegesen helyezzük el, míg a minta megvilágítása 45°-os szögben fénydiódákkal történik. A kísérletek során fehér etalonnal történő kalibrálást követően a sárgarépa fa- és háncsrészének friss vágási felületén mértem a CIE L*a*b* színjellemzőket. A műszeren beállítható a mérések ismétlésszámának gyakorisága, amelyből a műszer számol átlagot, és generálja a végső értéket. A méréseket heti gyakorisággal végeztem, minden alkalommal az impakt méréshez, a szártól számított 1/3-2/3 arányban kettévágott sárgarépa friss vágási felületén mértem a farész és háncsrész színét. A felületen háromszor ismételt meg a mérést, majd az így kapott értékeket átlagoltam, végül mintánként és szövettípusonként 1-1 adatot kaptam.

Ízvizsgálati módszerek

Elektronikus nyelv

A sárgarépa íze jellemzőinek mérése az Alpha M.O.S. francia cég (Toulouse, France) Alpha Astree típusú folyadék- és ízelemző készülékével történt.

A készülék 16 pozíciós mintavevőből, a műszerhez tartozó gyári szoftverből és hét darab szenzorból álló, folyadék halmazállapotú élelmiszerek elemzésére specializált, ISFET alapú szenzorsorból és egy Ag/AgCl-referenciaelektrodból (Methrom) áll. A szenzorok felszínét szenzoronként különböző szerves membránburkolat fedi. Így minden egyes szenzor érzékeny a folyadékban oldott kémiai komponensekre, de eltérő érzékenységgel.

A készülék a potenciálkülönbség mérése elvén működik. A szenzorsor és a referenciaelektród egyszerre merül a vizsgálni kívánt folyadék mintába, majd a köztük lévő potenciálkülönbséget mérve analóg/digitális (A/D) konverterrel továbbíthatóak az adatok a számítógépre, amelyen a kiértékelő statisztikai programok segítségével kiértékelhetőek az eredmények.

A levek méréséhez a mintákból gyümölcscentrifuga segítségével (Philips Juicer HR 1851) répalevet készítettem. A mérések az egyes sorozatoknál a tárolási kísérletek végén, fagyasztott mintákból történtek, a 100%-os minták lefagyasztása és a mérésig a tárolás -18°C -on történt. A léből a mérésekhez szűrés után 5%-os oldatot készítettem desztillált vízzel. A méréseket megelőzően szükséges előkondicionálás, amelyet 0,01M sósavoldattal (a gyártó előírása) végeztem. Ennek célja a szenzorok felszínének tisztítása és egyensúlyi helyzetbe hozása. Az előkondicionálást követően hozzá kell szoktatni a szenzorokat a mérendő mintához, ehhez a minták azonos arányú keverékével végeztem kondicionálást. Ezután ugyanerre a mintára történt a kalibráció, amely során a szenzorokat egy előre definiált célértékre állítjuk be, ezzel biztosítva, hogy a mérés során a mérési tartományon belül maradjanak a szenzorjelek. Végül maga a mérés történik, ehhez be lehet állítani a mérési ismétlések számát, a mintavételezést, a tisztítás időtartamát, a keverőelem fordulatszámát. A mérési ismétlések száma 7 volt az egyes tárolási kísérleteknél. Ezekből a statisztikai értékelés során választottam ki a legjobbakat. A hetente készített, majd lefagyasztott minták együttes mérése az egyes mérési sorozatok végén történt. A méréshez minden heti mintából a feolvasztás után 100-100ml mennyiségű, 5%-os oldattal, valamint a szenzorok tisztításához egy desztillált vízzel teli mintatartó edény került a készülékbe.

Érzékszervi bírálat

Az érzékszervi minősítés során az volt a kérdés, hogy az érzékszervi tulajdonságok alapján felállítható-e tárolási idő szerinti szignifikáns mintasorrend. Az érzékszervi minősítést 16 betanított bíráló részvételével végeztem. A rangsorteszt során vizsgált érzékszervi jellemzők a következők voltak: jó illat, narancsszín-intenzitás, harapás és rágás, édes íz, keserű íz, összbenyomás. A kiértékelést Page-teszt segítségével végeztem, mely megmutatta, hogy a bírálók által felállított érzékszervi rangsor milyen összefüggésben van a tárolási idővel. Az érzékszervi bírálat során minden bíráló egy-egy tálcán, kóddal ellátva kapott minden hétből egy-egy mintát, összesen 5 db, 4 cm hosszú, a sárgarépa középső harmadából kivágott hengert.

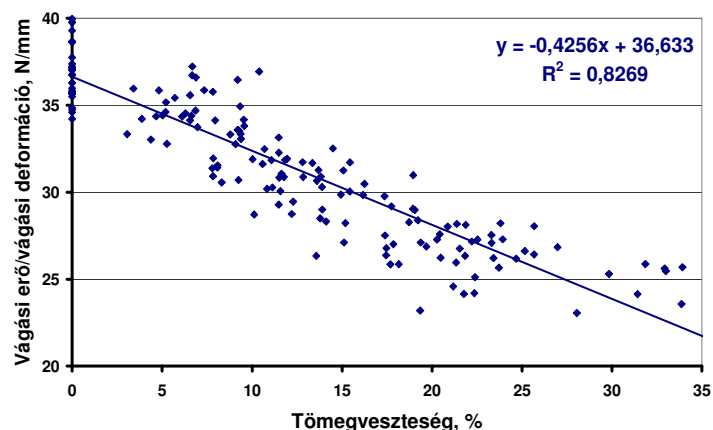
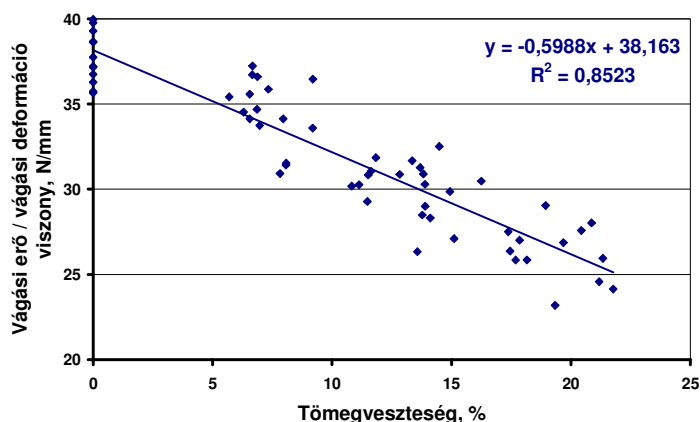
EREDMÉNYEK

Vágási keménységvizsgálat vágási erő/vágási deformáció viszony és tömegveszteség kapcsolata

A 2. ábrán a 2008. évben mért sorozatra a vágási erő és vágási deformáció viszonya látható a tömegveszteség függvényében. Szoros lineáris kapcsolatot találtam a paraméterek között, a tömegveszteség mértékének növekedésével a vágási erő és vágási deformáció viszonya csökkent. Ezt az eredményt a 2009. és 2010. évi mérési sorozatok is megerősítették. Felmerül a kérdés, hogy az egyes sorozatok eredményei alapján illeszthető-e közös modell az összes adatra. A közös modellillesztés az összes (2008, 2009 és 2010) mérési adatra a 3. ábrán látható. Szoros korrelációt találtam a vágási erő/vágási deformáció viszony és a tömegveszteség között. A változás iránya és jellege az egyes sorozatoknál hasonlóknak bizonyult.

Regresszióanalízissel megállapítottam, milyen szoros korrelációval és mekkora

hibával becsülhető a tömegveszteség a vágási erő és vágási deformáció viszonyából (F_v/D_v). Szoros korrelációt mutatott a becslés ($R^2 = 0,852$), kis becslési hibával ($RMSE = 2,684$ N/mm). A 3 év közös illesztés, valamint a 2008-2009. évek adataira történő illesztés is az évenkénti eredményhez hasonlóknak bizonyult. Az eredmények alapján kijelenthető, hogy a vágási erő és vágási deformáció viszony (F_v/D_v) paraméterrel jól becsülhető a tömegveszteség.



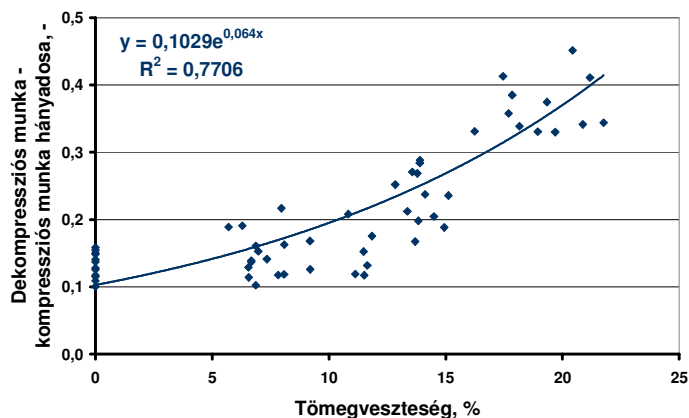
Vágási keménységvizsgálat dekompresziós munka/kompressziós munka hányadosa és tömegveszteség kapcsolata

A dekompresziós munka és kompressziós munka hányadosát a tömegveszteség függvényében vizsgáltam és először lineáris modellt alkalmaztam. Az eredmények azt mutatták, hogy a lineáris modell nem megfelelő a két paraméter közötti kapcsolat leírására. A lineáris modell mellett megvizsgáltam az exponenciális modellt, és a modellillesztést elvégeztem az összes mérési adataira is.

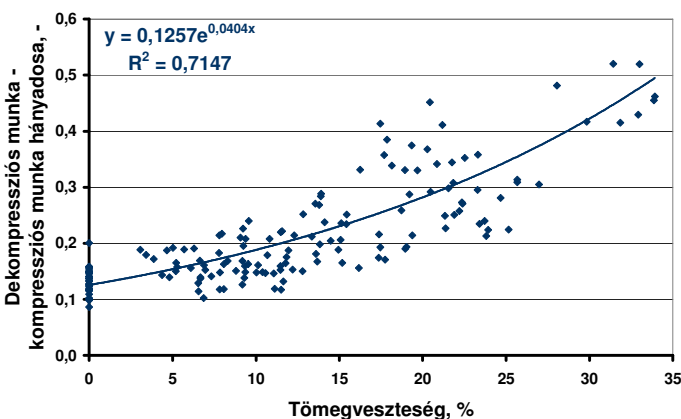
A 4. ábrán a 2008. évi sorozat exponenciális illesztése, a 5. ábrán mindhárom sorozat összes adatára illesztett exponenciális függvény látható. A 2008. évi sorozatnál jó kapcsolat van a dekompresziós munka és kompressziós munka hányadosa, valamint a tömegveszteség között. Ezt az eredményt a 2009. és 2010. évi sorozatok is megerősítették.

Az összes adataira illesztett modell esetében is (5. ábra) a korreláció jónak bizonyult, bár gyengébb értéke volt ($R^2 = 0,7147$) az évenkénti illesztésekhez képest.

Megállapítottam, hogy az exponenciális modell segítségével leírható a dekompresziós munka és kompressziós munka hányadosa, valamint a tömegveszteség közötti kapcsolat, amit a Durbin–



4. ábra Dekompresziós munka és kompressziós munka hányadosa a tömegveszteség függvényében (2008. évi sorozat)



5. ábra Dekompresziós munka és kompressziós munka hányadosa a tömegveszteség függvényében (közös modellillesztés az összes sorozatra 2008, 2009, 2010)

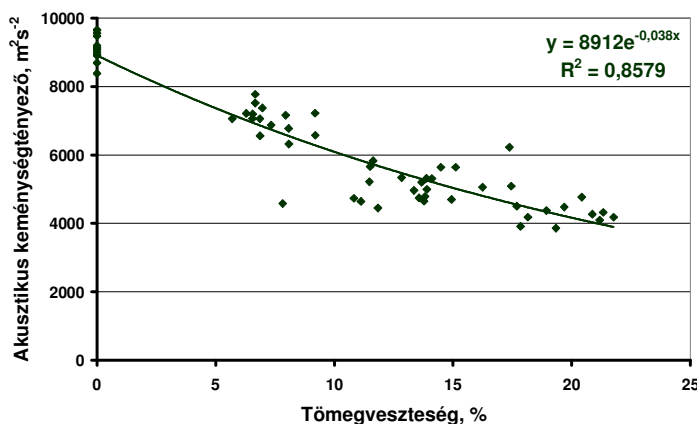
Watson statisztika értéke, az Akaike-kritérium értéke és a modell becslési hibája is alátámasztott. Továbbá sikerült exponenciális modell illesztésével három egymást követő év összes mérési datának felhasználásával jó kapcsolatot találni a dekompresziós munka és kompressziós munka hányadosa és a tömegveszteség között.

Akusztikus keménységtényező és tömegvesztés kapcsolata

Megvizsgáltam az akusztikus keménységtényező változását a tömegvesztés függvényében. Azt tapasztaltam, hogy az előkísérletekhez hasonlóan a lineáris megközelítés nem volt megfelelő, ezért megvizsgáltam az exponenciális modellt.

Meghatároztam mindkét modell esetében a DW-statisztika, az R^2 -, az AIC-, valamint a RMSE-értékeket. Ezek az értékek alátámasztották, hogy a kapcsolat exponenciális. A lineáris

kapcsolat esetén csak a 2010. évi sorozat DW-értéke volt az elfogadási tartományban, a 2008. és 2009. évi sorozatok DW-értéke a tartományon kívülre, míg a közös illesztés DW-értéke a bizonytalansági tartományban volt. Azonban ennél a sorozatnál is az exponenciális illesztés bizonyult pontosabbnak. Ez a tény, valamint az AIC- és RMSE-értékek nagysága



6. ábra Akusztikus keménységtényező a tömegvesztés függvényében (2008. évi sorozat)

igazolta, hogy az akusztikus keménységtényező és a tömegvesztés közötti kapcsolat exponenciális függvénnyel írható le. A 6. ábra szemlélteti a 2008. évi sorozat eredményét, amit megerősítettek a következő két évben mért sorozatok eredményei is. Megállapítottam, hogy a tárolás során a keménység értéke exponenciálisan csökkent, a korreláció szorosnak bizonyult.

Exponenciális összefüggést találtam a sárgarépan mért akusztikus keménységtényező és a tömegvesztés között a 2008., 2009. és 2010. évi sorozatok esetében. Az egyes sorozatokat külön-külön vizsgálva szoros korrelációt találtam a paraméterek között, azonban a sorozatok összes adatával elvégezve a vizsgálatot a nagy szórás miatt gyenge eredményt kaptam.

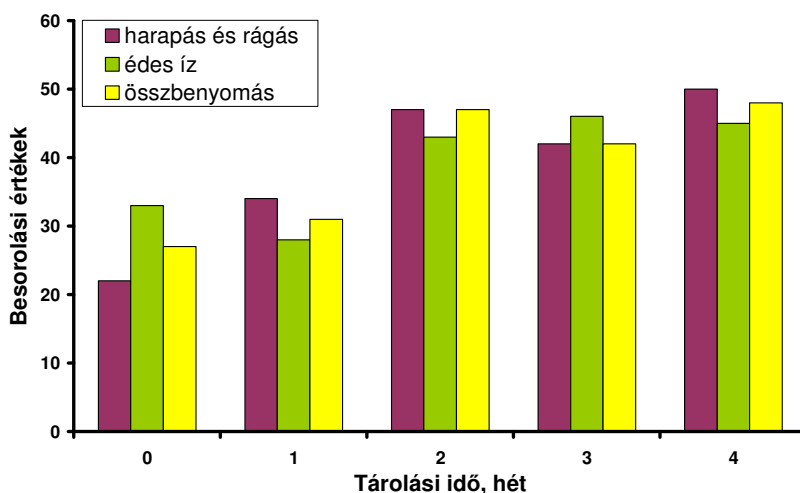
Érzékszervi tulajdonságok változása tárolás során

Klaszteranalízis segítségével a megkérdezett 16 betanított bíráló közül 13 bírálót választottam ki. A 1. táblázat mutatja az érzékszervi sorrend eredményét a kiválasztott bírálók alapján, valamint a Page-teszt eredményét.

1. táblázat A minták jellemzése érzékszervi sorrend (összeg) és a Page-teszt eredménye (P)

Tulajdonságok	0. hét	1. hét	2. hét	3. hét	4. hét	P
„jó illat”	38	39	42	30	46	-
„narancsszín-intenzitás”	42	28	33	47	45	-
„harapás és rágás”	22	34	47	42	50	0,01
„édes íz”	33	28	43	46	45	0,01
„keserű íz”	34	33	42	48	38	-
„összbenyomás”	27	31	47	42	48	0,01
	0	1	2	3	4	

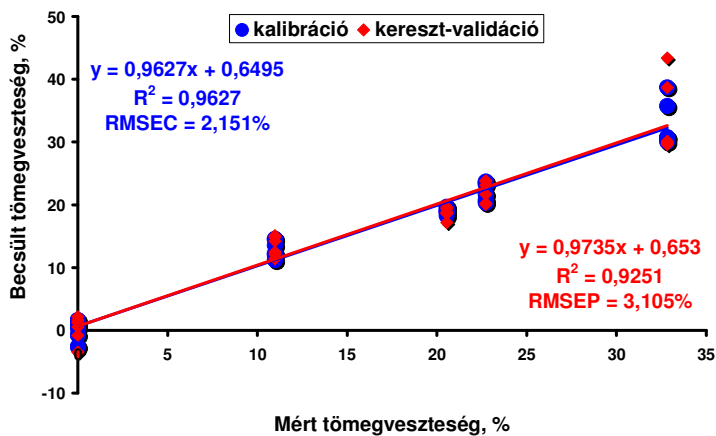
A Page-próba értéke a hetenként adott rangszám összegekből számítható ki. Ezt a számított értéket össze kell vetni egy, a táblázatban szereplő kritikus értékkel. Ha a számított érték nagyobb a kritikus értéknél vagy egyenlő vele, akkor az adott szignifikancia szinten a bírálók által felállított rangsor összhangban áll a minták eredetileg feltételezett rangsorával, vagyis nem különbözik szignifikánsan. Így a Page-teszt eredményei alapján a bírálók 99%-os szignifikancia szint mellett a tárolási hetekkel azonos sorrendet találtak a „harapás és rágás”, „édes íz” és „összbenyomás” tulajdonságok esetében. A Page-teszt megmutatja, hogy a korábban létrehozott sorozat a tárolási idő függvényében érvényes volt-e a három tulajdonság esetében. A 7. ábra szemlélteti az érzékszervi értékelés besorolási pontszámait a tárolási idő függvényében a Page-teszt alapján szignifikáns sorrendű tulajdonságokra.



7. ábra Page-teszt alapján a szignifikáns érzékszervi tulajdonságok a tárolási idő függvényében (2010. évi sorozat)

Elektronikus nyelv eredményeiből tömegvesztés becslése

Az elektronikus nyelv eredményeiből PLS-regresszióval becsültem a tömegvesztést (8. ábra). Az ábra tartalmazza a modellépítést, a modellt, valamint a LOO-keresztvalidáció paramétereit. Nagyon szoros korrelációt mutatott a becslés, igen kis becslési hibával.



8. ábra Tömegvesztés becslése PLS- regresszióval az elektronikus nyelv eredményei alapján (2010. évi sorozat)

A 2. táblázat szemlélteti a sorozatok esetén a tömegveszteség becslésének eredményét, melyből kiderül, hogy a 2010. évben szoros, míg a másik két évben jó korrelációval sikerült a tömegveszteség becslése.

2. táblázat PLS-kalibráció és keresztkorreláció az elektronikus nyelv mérési eredményeiből

Mérési sorozatok	LV	kalibráció				kereszt-validáció				
		r^1	SEC ²	RMSEC ³	Bias ⁴	r^1	R ²	SEP ⁵	RMSEP ⁶	Bias ⁴
2008	3	0,8613	3,757	3,681	-2,956e-6	0,8097	0,6556	4,342	4,256	-0,125
2009	5	0,8994	4,731	4,635	2,056e-5	0,8147	0,6637	6,362	6,235	-0,1428
2010	4	0,9812	2,188	2,151	5,245e-6	0,9618	0,9250	3,152	3,105	0,1909

¹Korrelációs koefficiens; ²kalibráció standard hibája; ³kalibráció becslési hibája; ⁴módszeres különbség a becslült és mért értékek között; ⁵keresztvalidáció standard hibája; ⁶keresztvalidáció becslési hibája; LV: látens változó

Az elektronikus nyelvvel végzett mérések eredményei alapján megállapítható, hogy a PCA- és a DA-értékelések a tárolási idő szerinti sorrendben különítették el a mért csoportokat. A 8. ábrán bemutatott eredményekből következően sikerült a tömegveszteséget becsülni az elektronikus nyelvvel végzett mérések eredményeiből.

A Page-teszt eredményei (3. táblázat) szignifikáns sorrendet mutattak a „harapás és rágás”, „édes íz” és „összbenyomás” érzékszervi tulajdonságokra. Ezért becslésre használtam fel ezeket a tulajdonságokat. A 3. táblázat szemlélteti a kalibrációt és keresztvalidációt a sárgarépminták érzékszervi paramétereire a mechanikai vizsgálat és elektronikus nyelv mérések alapján. Mechanikai módszerekkel és elektronikus nyelvvel végzett mérés eredményeivel PLS-regresszióval becsültem az érzékszervi tulajdonságokat. A „harapás és rágás” tulajdonságot az akusztikus keménységtényező, a vágási keménységvizsgálat F_v/D_v , a kúszás-kirugózás teszt F_t/D_{ke} és E/D_{max} paramétereivel becsültem. A keresztvalidáció korrelációja ($R^2 = 0,9500$) alapján szoros korreláció van a becslült és mért változók között.

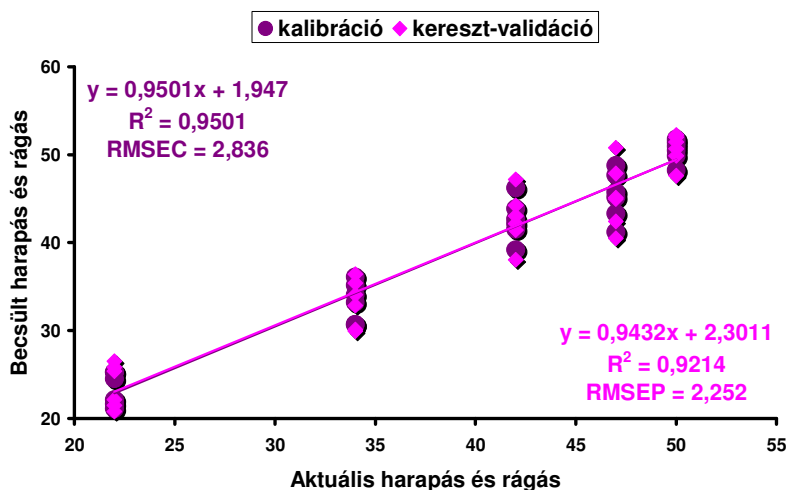
Az „édes íz” tulajdonságot az elektronikus nyelv eredményeiből becsültem. A becslés a keresztvalidációra szoros korrelációt ($R^2 = 0,9025$) adott és kis becslési hibát (2,32). Az „összbenyomás” tulajdonságot az akusztikus keménységtényezőből, a vágási keménységvizsgálat F_v/D_v , a kúszás-kirugózás teszt F_t/D_{ke} és E/D_{max} paramétereiből és az elektronikus nyelv eredményéből becsültem. A keresztvalidáció korrelációs koefficiense ($R^2 = 0,8668$) és a becslési hiba (3,185) megerősítették az illesztés jóságát.

3. táblázat PLS-kalibráció és keresztkorreláció a sárgarépminták érzékszervi tulajdonságaira az akusztikus keménységtényező, a vágási erő és vágási deformáció viszony, munkaviszony és az elektronikus nyelv eredményei alapján

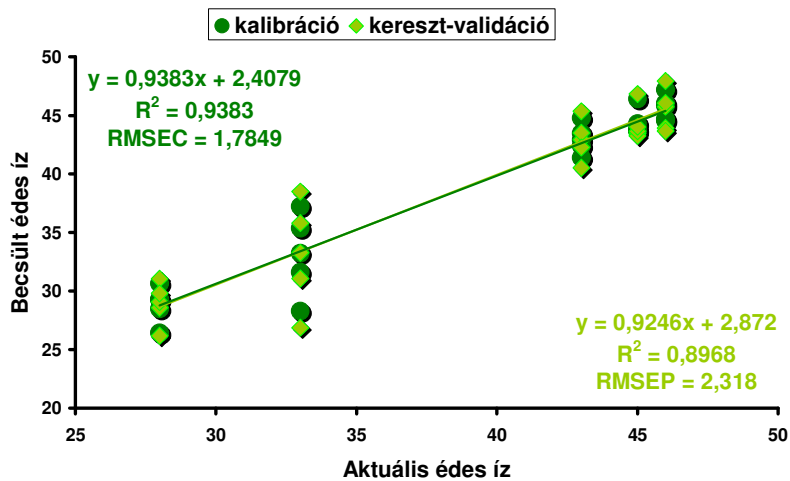
Érzékszervi paraméter	LV (szám)	kalibráció				keresztvalidáció				
		r^1	SEC ²	RMSEC ³	Bias ⁴	r^1	R ²	SEP ⁵	RMSEP ⁶	Bias ⁴
Harapás és rágás ^A	6	0,96	2,88	2,84	0,08447	0,97	0,95	2,29	2,25	-2,098e-6
Édes íz ^B	4	0,97	1,82	1,78	-5,37e-5	0,95	0,90	2,36	2,32	-0,067
Összbenyomás ^C	13	0,98	1,69	1,66	4,62e-6	0,93	0,86	3,19	3,14	-0,215

¹Korrelációs koefficiens; ²kalibráció standard hibája; ³kalibráció becslési hibája; ⁴módszeres különbség a becült és mért értékek között; ⁵keresztvalidáció standard hibája; ⁶keresztvalidáció becslési hibája. ^Abecslés az akusztikus keménységtényező, vágási erő/vágási deformáció, terhelőerő/kúszás előtti deformáció, elasztikus deformáció/maximális deformáció eredményei alapján. ^Bbecslés az elektronikus nyelv eredményei alapján. ^Cbecslés az akusztikus keménységtényező, vágási erő/vágási deformáció, terhelőerő/kúszás előtti deformáció, elasztikus deformáció/maximális deformáció és elektronikus nyelv eredményei alapján. LV: látens változó

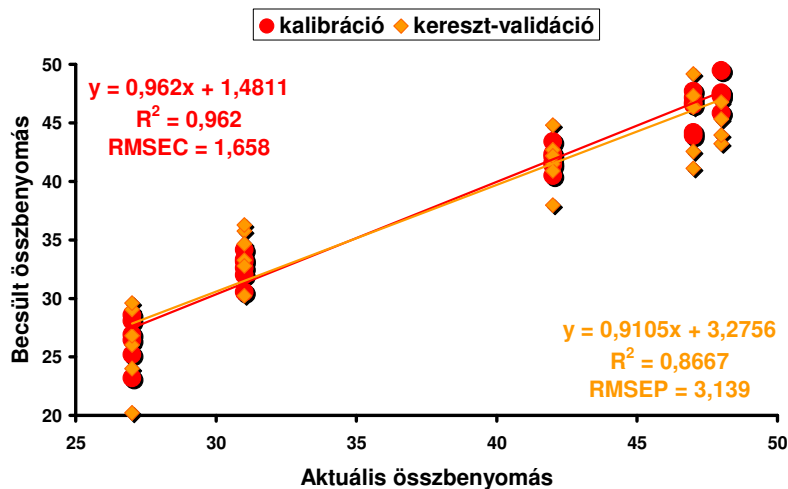
A 9., 10. és 11. ábrán az egyes érzékszervi tulajdonságok, mint a „harapás és rágás”, az „édes íz” és „összbenyomás” becslésének eredményei láthatóak. Az ábrák tartalmazzák a modellépítést és a LOO-keresztvalidáció paramétereit.



9. ábra A „harapás és rágás” érzékszervi tulajdonság becslése PLS regresszióval a vágási erő és vágási deformáció viszony (F_v/D_v), a terhelőerő és kúszás előtti deformáció viszony (F_t/D_{ke}), az elasztikus deformáció és maximális deformáció viszony (E/D_{max}) és az akusztikus keménységtényező eredmények alapján



10. ábra Az „édes íz” érzékszervi tulajdonság becslése PLS regresszióval az elektronikus nyelv eredmények alapján



11. ábra Az „összbenyomás” érzékszervi tulajdonság becslése PLS regresszióval a vágási erő/vágási deformáció viszony (F_v/D_v), a terhelőerő/kúszás előtti deformáció viszony (F_l/D_{ke}), az elasztikus deformáció/maximális deformáció viszony (E/D_{max}), az akusztikus keménységtényező és az elektronikus nyelv eredmények alapján

Az érzékszervi vizsgálat során az érzékszervi tulajdonságok közül a „harapás és rágás”, az „édes íz” és az „összbenyomás” mutatott szignifikáns hasonlóságot a tárolás során felállított, a bírálók által nem ismert rangsorral. A kapott eredményeket becslésre felhasználva megállapítottam, hogy ezek a tulajdonságok jó eredménnyel becsülhetők az adott érzékszervi tulajdonságot vizsgáló fizikai módszer paraméterével. Mindhárom érzékszervi tulajdonság becslése szoros korrelációt és kis becslési hibát mutatott.

ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

2008., 2009. és 2010. évben betakarított Nanti fajtátípusú, Nevis fajtájú sárgarépakat nem ideális körülmények között, $8,0\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ -on és $84\pm 2\%$ -os páratartalom mellett 4 héten keresztül tároltam. Ilyen feltételek mellett vizsgáltam a minták mechanikai, optikai és ízjellemzőinek változását. Ezek eredményeként a következő összefüggéseket állapítottam meg:

1. Szoros lineáris összefüggést állapítottam meg a vágási keménységvizsgálat során meghatározott vágási erő/vágási deformáció viszony és a tömegveszteség között, amelyet a következők jellemeztek: determinációs együttható értéke $R^2_{2008} = 0,852$, a becslési hiba értéke $\text{RMSE}_{2008} = 2,684 \text{ N/mm}$. Az évekre közösen illesztett modell determinációs együttható értéke $R^2 = 0,827$, a becslés hibája pedig $\text{RMSE} = 2,140 \text{ N/mm}$.
2. Jó exponenciális összefüggést állapítottam meg a vágási keménységvizsgálat során meghatározott dekompressziós munka/kompressziós munka hányados és a tömegveszteség között, amelyet a következők jellemeztek: determinációs együttható értéke $R^2_{2008} = 0,771$, a becslési hiba értéke $\text{RMSE}_{2008} = 0,046$. Az évekre közösen illesztett modell determinációs együttható értéke $R^2 = 0,715$, a becslés hibája pedig $\text{RMSE} = 0,045$.
3. Szoros exponenciális függvénykapcsolatot állapítottam meg az akusztikus keménységvizsgálat során meghatározott akusztikus keménységtényező és a tömegveszteség között, ahol a determinációs együttható értéke: $R^2_{2008} = 0,858$, a becslési hiba értéke $\text{RMSE}_{2008} = 618,9 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$.
4. Az érzékszervi vizsgálat során a Page-teszt eredményei, mint a „harapás és rágás”, „édes íz” és az „összbenyomás” tulajdonságok 99% -os szignifikancia szint mellett a tárolási idő függvényében romló tendenciát mutattak.
5. Elektronikus nyelvvel végzett mérések eredményeivel, PLS-módszer alkalmazásával sikeresen becsültem a tömegveszteséget Az egyes mérési évek determinációs együttható értékei $R^2_{2008} = 0,656$, $R^2_{2009} = 0,664$, $R^2_{2010} = 0,925$;

a becslési hiba értékei $RMSE_{2008} = 4,256$, $RMSE_{2009} = 6,235$, $RMSE_{2010} = 3,105$.

6. A „harapás és rágás” érzékszervi tulajdonságot PLS-módszerrel az elektronikus nyelvvel mért jellemzőkből, az akusztikus keménységtényezőből, a vágási erő és vágási deformáció viszonyából (F_v/D_v), a terhelőerő és a kúszás előtti deformáció (F_t/D_{ke}) viszonyából és az elasztikus deformáció és maximális deformáció (E/D_{max}) viszonyából becsültem szoros korrelációval ($R^2 = 0,921$), valamint kis becslési hibával ($RMSEP = 2,252$).
7. Az „édes íz” tulajdonságot érzékszervi tulajdonságot PLS-módszerrel becsültem az elektronikus nyelvvel mért jellemzőkből szoros korrelációval ($R^2 = 0,897$) és kis becslési hibával ($RMSEP = 2,318$).
8. Az „összbenyomás” érzékszervi tulajdonságot PLS-módszerrel becsültem az elektronikus nyelvvel mért jellemzőkből, az akusztikus keménységtényezőből, a vágási erő és vágási deformáció viszonyából (F_v/D_v), a kúszás-kirugózás vizsgálat terhelőerő és kúszás előtti deformáció (F_t/D_{ke}) viszonyából, valamint az elasztikus deformáció és a maximális deformáció (E/D_{max}) viszonyából szoros korrelációval ($R^2 = 0,867$) és kis becslési hibával ($RMSEP = 3,139$).

JAVASLATOK TOVÁBBI TUDOMÁNYOS MUNKÁRA, GYAKORLATI ALKALMAZÁSRA

A kutatás során megállapítottam, hogy a sárgarépa nagyon inhomogén szerkezetű termény, melynek a keménységváltozása számos tényező együttes hatásától függ. A további kísérletek során a következő feladatok megoldását javasolom:

- légzésintenzitás mérése a tárolás során
- a tárolási hőmérséklet és páratartalom változtatásának hatása a farész és háncsrész mechanika és ízjellemzőire a tárolási idő függvényében,
- a tömegveszteség nem ideális tárolási körülmények melletti változásának mélyreható elemzése
- mechanikai jellemzők becslése a tömegveszteségből
- ízjellemzők becslése a tömegveszteségből
- nem ideális körülmények közötti tárolás hatását különböző sárgarépa fajták mechanikai és ízjellemzőinek változására,

A kutatás során vizsgált hőmérsékleten a sárgarépa esetében a téli, hosszú idejű tárolás során is jelentkező apadási veszteség nagyobb mértékben jelentkezik, ami a termény rövidebb eltarthatóságát eredményezi. A télen kapható sárgarépát a kistermelőktől piacra kerülése előtt gyakran a pincében vagy homokban tárolták. Mivel a termelő és fogyasztó számára is fontos a minőségi ételkészítés, ezért javaslom, hogy a termelők gyakrabban ellenőrizzék a termény egyes fizikai jellemzőit, így például a tömeget, esetleg a sűrűséget és a keménységet is.

References

- ABBOTT, J.A. (1999) Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology* 15, 207-225 p.
- AGHBASHLO, M., KIANMEHT, M.H., ARABHOSSEINI, A. & NAZGHELICHI, T. (2011) Modelling the carrot thin-layer drying in a semi-industrial continuous band dryer. *Czech Journal of Food Sciences*, 29(5), 528-538 p.
- FELFÖLDI, J. (1996a) Firmness assessment of fruits and vegetables based on acoustic parameters. *Journal of Food Physics*, 58, 39-74 p.
- FELFÖLDI, J. (1996b) Gyümölcsök és zöldségfélék keménység-jellenezése akusztikus tulajdonságaik alapján. *Élelmiszerfizikai közlemények IX. Évfolyam Budapest*, 35-45. p.
- FELFÖLDI, J. & FEKETE A. (2000): Firmness assessment by impact method. *ASAE Annual International Meeting*, Milwaukee, Poster No. 006072
- ZSOM-MUHA, V., FELFÖLDI, J. (2007) Vibration Behaviour of Long Shape Vegetables. *Progress in Agricultural Engineering Sciences* 3, 21–46 p. DOI: 10.1556/Progress.3.2007.4 Akadémiai Kiadó, Budapest
- VANDRESEN, S., QUADRI, M.G.N., DE SOUZA, J.A.R. & HOTZA, D. (2009): Temperature effect on the rheological behavior of carrot juices. *Journal of Food Engineering*, 92, 269–274.

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

Impakt faktoros folyóiratcikkek:

G. Géczy, M. Horváth, **T. Kaszab**, Gonzalo Garnacho Alemany (2013) No Major Differences Found between the Effects of Microwave-Based and Conventional Heat Treatment Methods on Two Different Liquid Foods. PLOS ONE, Vol 8 (1) 1-12 p. e53720doi: 101371 / journal.pone. 0053720 **IF (2012): 4,092**

Kaszab T., Kovacs Z., Szollosi D., Fekete A. (2011): Prediction of Carrot Sensory Attributes by Mechanical Tests and Electronic Tongue. *Acta Alimentaria*, 40 41-58. p. **IF (2011): 0,379**

Ferenc Firtha, Andras Fekete, **Timea Kaszab**, Bíborka Gillay, Médea Nogula-Nagy, Zoltán Kovács and David B. Kantor (2008) Methods for Improving Image Quality and Reducing Data Load of NIR Hyperspectral Images, *Sensors* 2008, 8, 3287-3298., DOI: 10.3390/s8053287 . **IF (2008): 1,870**

Nem IF-es folyóiratban közölt folyóirat cikk:

Kaszab T., Kovács Z., Fekete A. **2010** Tárolás hatása sárgarépa egyes minőségi jellemzőire. Élelmiszer Tudomány Technológia LXIV. Évf. 1. Különszám 23-24.

T. Kaszab, F. Firtha & A. Fekete **2008** Influence of Non-ideal Storage Conditions on Carrot Moisture Content Loss - Progress in Agricultural Engineering Sciences, Volume IV., pp. 61-76. (ISSN 1786-335X) DOI:10.1556

Néhány kiválasztott hazai és nemzetközi konferenciákon ismertetett publikáció:

Timea Kaszab, György Csima, Aniko Lambert-Meretei, Andras Fekete **2012** Mechanical and Rheological Properties of Carrots International Conference of Agricultural Engineering CIGR-AgEng 2012, Valencia, Spain Poster No. P-1239

Timea Kaszab, György Csima, Aniko Lambert-Meretei, Andras Fekete **2011** Food Texture Profile Analysis by Compression Test. CNEUCOOP International Conference 2011.

Gy. Csima, **T. Kaszab**, A. Fekete **2011** Relationship between Mechanical-Rheological and Sensory Attributes of Foods. Synergy in the Technical Development of Agriculture and Food Industry 2011

T. Kaszab, Z. Kovács, B. Nótin **2010** Measurement of Margarines and Dairy Products with Different Vibrational Spectroscopic Methods CIGR Workshop on Image Analysis in Agriculture, 91-107. ISBN: 978-963-503-417-8

Csima Gy, **Kaszab T**, Fekete A **2010** Influence of storage condition on candy gum quality. International Conference on Agricultural Engineering. Clermont-Ferrand, France, Paper 472.

Csima Gy, Biczó V, **Kaszab T**, Fekete A. **2010** Methods for the assessment of candy gum elasticity. XVIIth World Congress of the International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering. Quebec, Canada: p. 101167.

Ferenc Firtha, Zoltán Gillay, Eszter Vozáry, **Timea Kaszab**, Anikó Lambert-Meretei, József Felföldi (2009) Multi-spectral assessment of ingredients and physical properties of apricot. 14th International Conference on Near Infrared Spectroscopy, Bangkok, poster + fullpaper

T. Kaszab, F. Firtha, A. Fekete (2009) Variation in Carrot Texture under Different Storage Conditions, 2009 CIGR Section VI International Symposium on Food Processing, Monitoring Technology in Bioprocesses and Food Quality Management, Potsdam, Germany ISBN 978-3-00-028811-1

T. Kaszab, F. Firtha, Z. Kovács, A. Fekete 2009. Method to Assess Changes in Carrot Ingredients Annual International Meeting of ASABE, Reno, Nevada, Paper Number 096120 www.asabe.org

Kaszab T., Firtha F., Fekete A. **2008**. Sárgarépa minőségi jellemzőinek mérése mechanikai és NIR eljárásokkal. MTA-AMB XXXII. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás kiadványa, Gödöllő. 96-100.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom a szakmai segítségéért és támogatásáért

- konzulensemnek, **Dr. Fekete Andrásnak**,
- **Dr. Vozáry Eszternek**,
- **Dr. Kovács Zoltánnak**,
- **Dr. Baranyai Lászlónak**,
- a Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Kar **Fizika-Automatika Tanszék dolgozóinak**,
- valamint a **Mezőgazdasági Gépesítési Intézet munkatársainak**.
- **Dr. Némethyné Uzoni Hannának** a Kertészettudományi Kar Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék munkatársának
- **Dr. Reményi Mária Lujának** a Kertészettudományi Kar Növénytani Tanszék munkatársának

Külön köszönet illeti **Dr. Felföldi Józsefet** szakmai tanácsaiért, valamint azért, mert biztosította számomra a lehetőséget kutatómunkám befejezéséhez.

Végezetül szeretném megköszönni **szüleimnek**, **testvéremnek** és **páromnak**, hogy a mai napig támogatnak, bátorítanak és biztatnak.