



---

**Élelmiszertudományi Kar**

**Doktori értekezés tézisei**

**DINAMIKUS MÓDSZEREK KERTÉSZETI TERMÉNYEK  
JELLEMZÉSÉRE**

**Készítette:  
Zsorné Muha Viktória**

**Konzulens:  
Dr. Felföldi József egyetemi tanár**

**Budapesti Corvinus Egyetem  
Élelmiszertudományi Kar  
Fizika-Automatika Tanszék**

**Budapest, 2008**

## **A doktori iskola**

**megnevezése:** Élelmiszertudományi Doktori Iskola

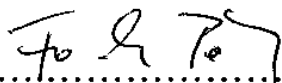
**tudományága:** Élelmiszertudományok

**vezetője:** Fodor Péter, DSc  
egyetemi tanár  
Alkalmazott Kémia Tanszék  
Élelmiszertudományi Kar  
Budapesti Corvinus Egyetem

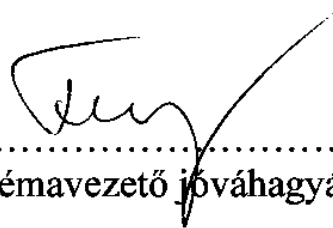
**Témavezető:** Felföldi József, PhD  
egyetemi tanár  
Fizika-Automatika Tanszék  
Élelmiszertudományi Kar  
Budapesti Corvinus Egyetem

## **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

## 1. BEVEZETÉS

Az elmúlt néhány évtizedben számos módszert fejlesztettek ki mezőgazdasági (kertészeti) termények minőségének meghatározására, válogatására. Ezek a módszerek arra épülnek, hogy a mért fizikai tulajdonságok jó korrelációt mutatnak a termény bizonyos minőségi jellemzőjével. Tehát a mért fizikai paraméterből (közvetve) következtethetünk a minta minőségére. Mi, emberek az érzékszerveinkre támaszkodva (látás, tapintás, szaglás) alkotunk véleményt az adott zöldségről, gyümölcsről. Először megnézzük, és ha azt megfelelő színűnek, alakúnak, méretűnek és állapotúnak (betegségtől, romlástól mentesnek) találjuk, tovább vizsgáljuk és az állományával kapcsolatosan szerzünk információt. Ekkor megtapogatjuk, megnyomogatjuk és az érettségről, eltarthatóságról próbálunk információt szerezni. Ezután a jó érzékszervekkel rendelkezők megszagolják a gyümölcsöt, zöldséget s a belső jellemzőire (pl. erősségre, édességre, zamatoságra) próbálnak következtetni. A döntés az összes érzékszervünkkel gyűjtött információból születik meg. Bár egy-egy gyümölcs, zöldség minőségének megfogalmazásában az emberi érzékelést, döntési sort nem tudják teljesen visszaadni az erre a célra kifejlesztett módszerek/műszerek, de a kutatásban és a kereskedelemben a műszeres mérést gyakran előnyben részesítik az érzékszervi vizsgálatokkal szemben. Hiszen így kizárhatják a szubjektivitást és egy objektív képet kaphatnak a mintáról, ezenfelül ezek a technikák egy „közös nyelvet” is nyújthatnak, ami útmutatást ad, mind a kutatásban, mind az iparban és a kereskedelemben, mind a termelő, mind pedig a fogyasztók számára.

A zöldségek, gyümölcsök egyik legfontosabb minőségre utaló paramétere a keménység. Ha a termény keménységméréséről beszélünk, a referenciaként elfogadott roncsolásos technikák jutnak az eszünkbe. A kutatás azonban egyre inkább a roncsolásmentes módszerek felé fordul, hiszen számos előnyük van a „hagyományos”, roncsolásos technikákkal szemben. Ezek a következők:

- a vizsgálattal nem avatkozunk bele a minta életfolyamataiba, így az a vizsgálat után is tovább tárolható a termény,
- kutatási szempontból is nagyon fontosak a roncsolásmentes módszerek. Ugyanis a tárolás alatti változás pontosan követhető, mert módunkban áll minden alkalommal ugyanazt a terményt vizsgálni, ezzel pontosabb képet kapunk a tárolás során bekövetkező élettani és állománybeli változásáról,
- a minta mérés után is értékesíthető, feldolgozható, tehát gazdaságilag előnyösebb a roncsolásmentes vizsgálat a roncsolásosnál,
- mivel a vizsgálat rövid ideig tart, ezek a módszerek alkalmasak on-line válogató, minősítősorba való beépítésre és így nagy mennyiségű termény vizsgálata is rövid idő alatt lehetséges,

- könnyen telepíthető, egyszerűen használható, hordozhatóvá tehető, így lehetőség nyílik méréseket végezni a termény átvételénél, illetve szabadföldön is,
- nem igényel minta-előkészítést, ezért időt, pénzt takaríthatunk meg.

## **2. CÉLKITŰZÉSEK**

A disszertációm céljai a következők voltak:

- Az akusztikus módszer használhatóságának megállapítása gömbtől eltérő alakú termények esetében. A megfelelő elrendezés kialakítása a jól detektálható hangválasz érdekében.
- Az ütésvizsgálati módszer esetében a mérési paraméterek (ütési sebesség, hőmérséklet, ütőfej alakja, ütőfej anyaga) hatásának vizsgálata a kapott ütésvizsgálati jelre és annak paramétereire.
- A sárgarépa hőkezelés hatására bekövetkező keménységváltozásának vizsgálata akusztikus és ütésvizsgálati módszerrel; a kapott eredmények összehasonlítása a referenciaként elfogadott, peneterometriás keménységméréssel.
- Az akusztikus módszer alkalmazhatóságának meghatározása paradicsom in-vivo keménységmérésére. Az akusztikus módszer alkalmazása a paradicsombogyó keménységcsökkenésének követésére a fejlődés és érés során.

## **3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK**

Az általam végzett kísérletek négy téma köré csoportosíthatók.

### **3.1 Akusztikus módszer alkalmazhatósági körének bővítése**

Az Ansys végeelem modellező programot használtam kísérleti eredményeim más oldalról történő megerősítéséhez. A geometria elkészítéséhez a Magyarországon kedvelt Hó fajta paprikát vettem alapul. A vizsgálat során módus analízist végeztem.

A tárolási vizsgálatokhoz Danubia, Hó, HRF, Kamléleon és Kárpia paprikafajtákat használtam fel. Fajtánként kb. 15 db paprika gazdasági érettségben került leszedésre. Az első kísérletben a mintákat a gyors változás érdekében csomagolás nélkül közel két hétig szobahőmérsékleten tároltam, míg a másik kísérletben a minták 18 °C-on, két hétig kerültek tárolásra. A kísérlet alatt 2-3 naponta vizsgáltam a fajtákat, mértem a keménységváltozást és a tömegcsökkenést. A tárolási kísérlet során a méréseket ugyanazon paprika egyedek, ugyanazon pontján végeztem el.

Az akusztikus módszerrel a paprika mintákat két különböző helyen, a csúcsi és a váll részen ütöttem meg, míg az impact ütésvizsgálati módszer mérése során a bogyók oldal, illetve váll részének keménységét vizsgáltam.

### **3.2 Nyitott kérdések a dinamikus keménységmérésben - metodikai vizsgálat**

A mérésekhez a Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Karának Fizika-Automatika Tanszékén fejlesztett, számítógéppel vezérelhető automatikus impact mérőrendszert használtam. Ebben a rendszerben a kalapács ütési erejét egy elektromágnes szabályozta, ezzel lehetővé téve a közel azonos megütési sebességet. A rendszer egy léptetőmotoros mintatartót is tartalmazott, melynek forgatását a számítógép végezte. Ennek köszönhetően egy minta pontosan ugyanazon pontja kerülhetett vizsgálatra. A mérések során a mintatartó  $6^\circ$ -ot fordult el a megütés után, tehát egy mintán 60 pont keménysége került meghatározásra.

A metodikai vizsgálatokhoz különböző gyümölcsöket és zöldségeket használtam. A biológiai anyagokon kívül a természetes variabilitás kiküszöbölése érdekében modell anyagokat is vizsgáltam.

A reprodukálhatósági vizsgálatot különböző modellanyagokon (pingpong labdán, tenisz labdán, gumi labdán, tömör szivacs labdán, illetve szilikon gumi tömbön) és a különböző biológiai anyagokon (almán, nektarinon, paprikán, paradicsomom, hagymán és körtén) végeztem el.

A felületi keménységváltozás vizsgálatát a termény egyenlítője mentén a következő biológiai anyagokon vizsgáltam: alma, nektarin, paprika, paradicsom, hagyma, körte.

A különböző kialakítású kalapácsfejek okozta szöveti változás meghatározásánál a tesztalanyok nektarinok és körték voltak.

A rugalmas, 8 mm átmérőjű, gumiból készült, gömbsüvegben végződő henger alakú mérőfejjel almát, paradicsomot és barackot mértem.

A hőmérséklet ütésvizsgálati keménységtényezőre gyakorolt hatását alma, paprika és hagyma egyedeken vizsgáltam.

Minden esetben gyümölcsönként, zöldségenként minimum 3 ismétlés történt.

### **3.3 Sárgarépa állományváltozásának vizsgálata akusztikus és ütésvizsgálati módszerrel**

A sárgarépákat mikrohullámú hőkezelésnek tettem ki. A hőkezelés célja a gyors állományváltozás elérése volt. A sárgarépaminták a kereskedelemből kerültek beszerzésre.

Az egész sárgarépaminta mikrohullámú hőkezelése két teljesítményen történt: 500W-on illetve 900W-on. A kezelési idők a következők voltak: 30s, 60s, 90s, 120s, 150s, 180s, 210s, 240s 500W

esetében, és 30s, 60s, 90s, 120s, 150s 900W esetében. Minden kezelési csoport 3 darab répát tartalmazott.

Két roncsolásmentes módszerrel (akusztikus és ütészvizsgáló), egy kompressziós vizsgálattal (Stable Micro System XT-2A Precision Penetrometer) illetve egy dielektromos módszerrel (HP4284A típusú precíziós RLC) határoztam meg a minták mechanikai tulajdonságainak változását hőkezelés során. A hőkezeléseket az egész sárgarépán végeztem el és ugyanazon minta állományváltozását mértem mind a négy módszerrel. A dielektromos mérések egy részéhez illetve a penetrométeres vizsgálathoz 1 cm vastag szeleteket vágtam a mintákból.

### **3.4 In-vivo kísérletek akusztikus módszerrel**

A kísérlet során két paradicsomfajta Preciza és Boderine került vizsgálatra. Mindkét fajtánál két fő paradicsomon 2-2 fürt bogyóit mértem meg, összesen 57 paradicsomot. A méréseket 2-3 naponta végeztem több, mint 2 hónapon keresztül.

Az akusztikus vizsgálat során a minták egyenlítőjük mentén kerültek megütésre és az átellenes oldalon egy mikrofon rögzítette a kapott hangválaszt.

Az Ansys végeelem modellező programot használtam a megfelelő akusztikus keménységtényező kiválasztásához. A vizsgálat során módus analízist végeztem. Modelleztem a növekedés, illetve a puhulás során bekövetkező frekvenciaváltozást.

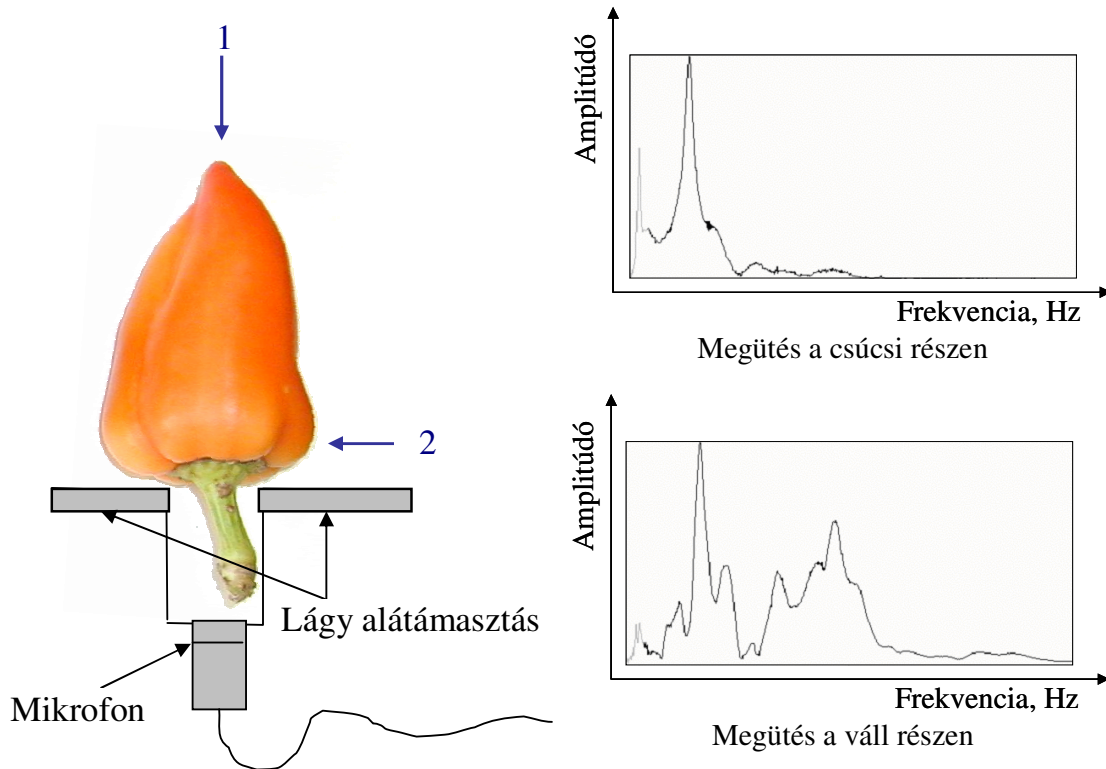
Az adatok értékelése SPSS<sup>TM</sup> statisztikai, illetve Excel programmal történt. A bemutatott ábrákon a szignifikáns különbségek 95 %-os megbízhatósági szinten értendők.

## **4 EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK**

### **4.1 Akusztikus módszer alkalmazhatósági körének bővítése**

Eredményeim alapján megállapítottam, hogy az általam beállított elrendezésben (1. ábra) az akusztikus módszer paprikaegyedek esetében is használható a puhulás követésére. A paprika esetében két megütési pontot vizsgáltam: a csúcsi (1), illetve a váll (2) részen. Mindkét esetben a kapott akusztikus jel jellemző frekvenciacsúcsa jól elkülöníthető a többi frekvencia csúcstól. Mivel a váll, illetve a csúcs megütése során kapott akusztikus keménységtényezők között nincs szignifikáns különbség és a csúcs megütésével kapott spektrumban egyetlen egy domináns csúcs látható, ezért a paprika akusztikus keménységtényezőjének meghatározásánál a paprika csúcsi részét célszerű megütni.

Végelem modellezés eredményei is megerősítették, hogy a paprika keménységváltozását tükrözi a minta rezonancia frekvenciaváltozása és a két paraméter közötti összefüggés négyzetes ( $S \sim f^2$ ). A tárolási kísérlet eredményei igazolják, hogy az akusztikus vizsgálat megfelelő módszer a paprika keménységének vizsgálatára és jól követi a tárolás során bekövetkező puhulást.



1. ábra: A paprika különböző pontjainak megütésére adott hangválasz spektruma

#### 4.2 Nyitott kérdések a dinamikus keménységmérésben - metodikai vizsgálat

Az ütésvizsgálati módszer metodikai vizsgálata alapján megállapítottam, hogy a mérési körülmények közül az impactor sebessége viskoelasztikus anyagok esetében hatással van a kapott ütésvizsgálati keménységtényezőre. Az általam vizsgált termények közül a paprika és a paradicsom esetében az ütési sebesség okozta ütésvizsgálati keménységtényező-változás elhanyagolható volt. A további általam vizsgált termények esetében ez a hatás a kézi mérés sebesség variabilitásától függően 6-7 %-nak bizonyult. Az ütőfej anyaga befolyásolja a kapott ütésvizsgálati keménységtényezőt. Egy puha anyagból készült ütőfejjel a termény ütésvizsgálati keménységtényezőjét kisebbnek mérjük, mint egy közel azonos átmérőjű fémből készült fejjel. A puha fejjel kapott eredmény azonban mindazon információt hordozza, amit a fém fejjel kaphatunk. Előnye, hogy csökkenthető vele a többszöri megütésre bekövetkező szöveti változás, így egy „kíméletesebb” mérést biztosít.

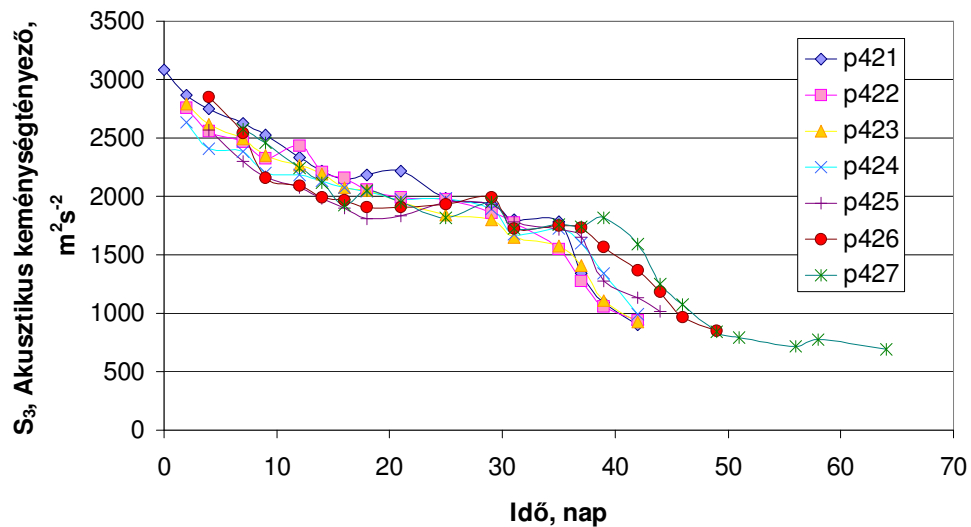
### 4.3 Sárgarépa állományváltozásának vizsgálata akusztikus és ütészvizsgáló módszerrel

Megállapítottam, hogy az ütészvizsgáló és az akusztikus módszer alkalmas nemcsak a tárolás, hanem a hőkezelés okozta fizikai változások követésére is. Az eredmények azt mutatják, hogy a két dinamikus módszerrel mért keménységek más mechanikai tulajdonságot jellemeznek. A kísérletben az ütészvizsgáló módszerrel és a hagyományos keménységméréssel kapott eredmények között szoros összefüggést találtam. A minta globális keménységét jellemző akusztikus keménységtényező, valamint a minta felületi keménységét jellemző ütészvizsgáló keménységtényező különböző változáson ment keresztül a hőkezelési folyamat során. A mikrohullámú hőkezelés hatására a sárgarépa minta felületének egyenletes ütemű puhulása figyelhető meg. Az akusztikus keménységtényező-változás illetve a répakorongok impedancia-változása a közölt energia függvényében logisztikus függvényel közelíthető.

### 4.4 In-vivo kísérletek akusztikus módszerrel

In-vivo méréseimet összegezve elmondható, hogy az akusztikus módszerrel lehetőségünk van a termények fejlődése, érése közben bekövetkező keménységváltozások vizsgálatára is; köszönhetően a módszer roncsolásmentességének és nagy érzékenységének. Paradicsom esetében a mérésre megfelelő elrendezésnek bizonyult az egyenlítőn való gerjesztés és az ellentétes oldalon történő érzékelés. Ebben az összeállításban egyértelmű, zavaroktól mentes hangválasz detektálható. A megfelelő keménységtényező kiválasztásában az Ansys végelem modellező program volt segítségemre. Ezek alapján elmondható, hogy a növekedés során a frekvenciaváltozás egy reciprok ( $f \sim d^{-1}$ ), míg a puhulás során bekövetkező változás egy négyzetgyök ( $f \sim \sqrt{S}$ ) függvényel írható le. Ezen információ birtokában megvizsgálva a keménységtényezőket elmondható, hogy a növekedés alatti változás az  $S_2 = f^2 \cdot m^{2/3}$ , illetve az  $S_3 = f^2 \cdot d^2$  összefüggéssel jól követhető, míg a  $S_1 = f^2 \cdot m$  nem alkalmas a növekedés során bekövetkező keménységváltozás követésére. A puhulás jellemzésére viszont mindhárom keménységtényező alkalmas. Tehát a paradicsom in-vivo mérésére az  $S_2$ , illetve az  $S_3$  összefüggés használható. A paradicsom keménységváltozásának vizsgálata során elmondható, hogy a bogyó folyamatosan puhul fejlődés-érés során (2. ábra). Elérve a fejlődésben egy meghatározott időt (kort) a minta keménysége ugrásszerűen lecsökken. Ezzel párhuzamosan a bogyó zöld színe pirosra vált.





2. ábra: A paradicsombogyó akusztikus keménységtényezőjének ( $S_3$ ) változása a fejlődési-érési folyamat során

## 5 JAVASLATOK TOVÁBBI TUDOMÁNYOS MUNKÁRA, GYAKORLATI ALKALMAZÁSRA

Lehetőséget látok az általam vizsgált téma folytatására az alábbi kutatási területeken:

- Élettani folyamatok pontosabb megismerése érdekében további gyümölcs- és zöldségfajok érés alatti keménységváltozásának vizsgálata akusztikus módszerrel (in-vivo mérés). A színváltozással való összehasonlítás érdekében feltétlenül javaslom a keménységmérések színméréssel való kiegészítését.
- Akusztikus módszer metodikai vizsgálata, a mérési körülmények hatásának alaposabb elemzése a kapott keménységtényezőre.
- Ütésvizsgálati és akusztikus módszeren alapuló válogató rendszer tervezése. On-line osztályozó berendezés létrehozása, felhasználása gyümölcsök, zöldségek minőségi kategóriákba történő besorolásához.
- Termények különböző körülmények hatására bekövetkező állományváltozásának vizsgálata. A puhulási folyamatot leíró modell megkeresése. Az ismert modell segítségével a kitérés optimális időpontjának meghatározása.
- Összefüggés keresése a dinamikus és a kompressziós módszerekkel kapott keménységtényezők között.
- Akusztikus módszer alkalmazhatóságának vizsgálata további nem gömb alakú zöldségek és gyümölcsök esetében.
- Kertészeti termények minősítését segítő, roncsolásmentes keménységmérési módszereken alapuló döntéstámogató rendszer létrehozása különböző fajták, fajok esetében.

## 6 ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Mérési elrendezést és módszert alakítottam ki paprika akusztikus módszerrel történő keménységmérésére. Bizonyítottam, hogy a kapott hangválaszból a paprika jellemző frekvenciája jól detektálható, világosan elkülöníthető a többi frekvencia csúcstól.
2. Kísérlettel és végeelem modellezéssel igazoltam, hogy az akusztikus gerjesztés hatására kialakuló rezonancia-frekvencia változása tükrözi a paprika keménységváltozását, így alkalmas a paprikaegyedek puhulásának követésére. A végeelem módszer eredményei alapján megállapítottam, hogy a paprika modell rezonancia-frekvencia változásának négyzete arányos a keménység (Young modulus) változásával. ( $f^2 \sim S$ )
3. Igazoltam, hogy az akusztikus és az ütésvizsgálati módszerrel mért keménységek eltérő mechanikai tulajdonságot jellemeznek hőkezelt sárgarépa esetén is; az akusztikus módszerrel mért jellemző a minta globális keménységét, míg az ütésvizsgálati módszerrel kapott jellemző a minta felületi keménységét jellemzi. Szoros összefüggést ( $R^2=0,79$ ) találtam viszont az ütésvizsgálati módszerrel és a hagyományos, kompressziós keménységméréssel kapott eredmények között.
4. Meghatároztam a sárgarépa mikrohullámú hőkezelése hatására bekövetkező akusztikus keménységtényező-változás, illetve a répakorongokon mért impedancia-változás folyamatát. A paraméterek változása a közölt energia függvényében logisztikus függvénnyel írható le. Meghatároztam a leíró modell paramétereit a vizsgált mintákra.
5. Megállapítottam, hogy az ütésvizsgálati kalapács sebessége viszkoelasztikus anyagok esetében hatással van az ütésvizsgálati keménységtényezőre. Ez a hatás faj- és fajtafüggő. A paprika és paradicsom esetében az ütési sebesség okozta ütésvizsgálati keménységtényező-változás az esetek többségében nem haladta meg az 1 %-ot, az alma, illetve a hagyma esetében ez a hatás a kézi mérés sebesség-variabilitásától függően maximum 7 % volt.
6. Az ütésvizsgálati módszer esetében az ütőfej anyaga befolyásolja a kapott ütésvizsgálati keménységtényezőt (deformálódó ütőfej alkalmazása nyilván kisebb eredő keménységtényezőt eredményez). Bizonyítottam azonban, hogy ha a minta fokozott érzékenysége megköveteli a rugalmas ütőfej alkalmazását, a kapott eredmény ekkor is hordozza mindazon információt, amit a nem deformálódó fejjel kaphatunk, így alkalmas osztályozásra, illetve a változások követésére.
7. Mérési elrendezést és módszert alakítottam ki tövön lévő paradicsom növekedése és érése során bekövetkező keménységváltozás in-vivo mérésére akusztikus módszerrel. Bizonyítottam, hogy a jellemző frekvenciacsúcs egyértelműen elkülöníthető a többi rezgési csúcstól, továbbá, hogy a kapott jel nagyfokú reprodukálhatóságot ( $R^2=0,98$ ) mutat.

8. A paradicsom in-vivo mérése során megállapítottam, hogy a bogyó akusztikus keménységtényezője a fejlődés és az érés teljes folyamatában csökken. A puhulás időbeli változása nem egyenletes, a fejlődés meghatározott szakasza után a bogyó keménysége intenzíven csökken. Ugyanebben a szakaszban a paradicsom színe zöldről pirosra vált.
9. Végeselem modellező program eredményei alapján megállapítottam, hogy a paradicsommodell szimulált növekedése során a jellemző rezonancia frekvenciaváltozás reciprok ( $f \sim d^{-1}$ ), míg szimulált puhulása során bekövetkező változás négyzetgyök ( $f \sim \sqrt{S}$ ) függvényvel írható le. Ezek alapján megállapítottam, hogy a növekedés alatti változás az  $S_2 = f^2 \cdot m^{2/3}$  illetve az  $S_3 = f^2 \cdot d^2$  összefüggéssel jól követhető, míg a  $S_1 = f^2 \cdot m$  nem alkalmas a növekedés során bekövetkező keménységváltozás követésére. (Gömb és konstans sűrűség esetén az  $S_3$  ekvivalens az  $S_2$ -vel.)

## 7 A DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

### *Nem impakt faktoros, lektorált idegen nyelvű folyóiratcikk (teljes)*

- J. Felföldi, J., A. Fekete, V. Muha (2004): Dynamic surface firmness measurement of high precision, Hungarian Agricultural Engineering 17/2004 pp. 80-82.
- Muha, V., S. Istella, D. Tompos (2005): Storability of paprika varieties measured by non-destructive acoustic method, International Journal of Horticultural Science 2005, 11 (2): 49-53.
- Muha V. – Istella S. (2005): Texture changes of vegetable cultivars measured by non-destructive methods, International Journal of Horticultural Science 2005, 11(2): 59-62.
- Muha, V., J. Felföldi (2004-2005): Methodological examinations of Dynamic texture measurement, Journal of Food Physics Vol. XVII-XVIII. 3-12.
- Istella, S., V. Muha, I. Terbe (2006): Storage ability and differences of carrot varieties defined by firmness changes measured with new non-destructive acoustic method, International Journal of Horticultural Science 2006, 12 (1): 37-40.
- Zsom-Muha, V., J. Felföldi (2007): Vibration Behavior of Long Shape Vegetables. Progress in Agricultural Engineering Science 2007, (3): 21-46.

### *Nem impakt faktoros, magyar nyelvű folyóiratcikk)*

- Ignát T., Muha V., Gilingerné Pankotai M. (2003): Étkezési paprika tárolási kísérletei, Értékálló Aranykorona III. évfolyam 5. szám 17-18.
- Muha V., Istella S. (2003): Zöldségfajok állományváltozásának vizsgálata roncsolásmentes módszerekkel Kertgazdaság 2003. 35. évfolyam 4. pp. 22-27.

- Muha Viktória és Olasz Anikó (2005): Almafajták tárolhatóságának vizsgálata, Értékálló Aranykorona, 2005. május pp. 12-13.
- Zsom Tamás – Muha Viktória – Werner Herppich – Balla Csaba (2005): A paprika pultontarthatóságának meghosszabbítása, Kertgazdaság 2005. 37. évfolyam 1. pp. 101-104.
- Muha Viktória, Zsom Tamás, Werner Herppich, Balla Csaba (2005) Étkezési paprika (Capsicum annum cv. Kárpia) posztharvest időszak alatti minőségváltozásának vizsgálata roncsolásmentes állománymérési módszerekkel, Hajtatás Korai Termesztés XXXVI. Évf. 2005. 2. pp. 22-26.
- Istella Sándor- Muha Viktória- Molnár Katalin (2005): Szelén kezelés hatása a sárgarépa tárolhatóságára, Hajtatás Korai Termesztés XXXVI. Évf. 2005. 4. pp. 23-26.
- Istella S. Muha V., Tompos D. (2006): A paprika tárolás során bekövetkező állományváltozásának vizsgálata roncsolásmentes impact módszerrel, Kertgazdaság 2006. 38. (2) pp.70-74.

#### ***Nemzetközi konferencia (teljes)***

- Muha, V., S. Istella, D. Tompos (2004): Firmness changes during storage of paprika varieties measured by non-destructive methods, 2nd Central European Congress on Food, P-T-24 p. 1-8.
- Felföldi, J. and V. Muha (2005): Finite Element Method for Interpretation of Sample Vibrations, ASAE Annual Meeting Paper, Tampa, No. 056174, pp. 1-11.
- Felföldi, J., Z. Gillay and V. Muha (2006): Non-destructive quality assessment of fruits using optical method- Proc. Of AgEng'2006 International Conference on Agricultural Engineering, Bonn, Paper No.: 856, pp. 1-6.
- Felföldi J. and V. Muha (2007): In-vivo acoustic measurement of mechanical properties of fruits. Proc. of International Conference on Agricultural, Food and Biological Engineering& Post Harvest/Production Technology, Khon Kaen, Thailand, pp. 1-7.

#### ***Nemzetközi konferencia (összefoglaló)***

- Ignát, Istella, Zsivánovics, Muha, Némethy-Uzoni, Tóth: (2003) Nondestructive Texture Measurement of Beets Varieties, Celostátny odborný seminár zeleninárov Slovenska, Nitra pp. 22-24.
- Muha, V., J. Felföldi (2004): Analysis of carrot texture during heat treatment, The 6<sup>th</sup> International Conference on Food Physics and Dairy Sciences, Pécs, Hungary, pp. 80-81.
- József Felföldi, Viktória Muha and Gábor Tóta (2004): Finite Element Method for Validation of Interpretation of Sample Vibrations, The 6<sup>th</sup> International Conference on Food Physics and Dairy Sciences, Pécs, Hungary, pp. 27-28.

- S. Istella and V. Muha (2005): Washed carrot's storability measured by non-destructive method, Zbornik Radova Proceedings, XI Croatian Symposium on Agriculture 2005, Opatija, Croatia pp. 339-340.
- Zsom-Muha, V., T. Zsom, J. Felföldi (2007): In-vivo measurement of tomato firmness. GreenSys 2007, Naples, Book of Abstracts pp. 313-314.

#### ***Magyar nyelvű konferencia (teljes)***

- Muha V., Istella S., Tompos D. (2004): A paprika keménységváltozásának elemzése Kutatási és fejlesztési tanácskozás Nr. 28, Gödöllő pp. 130-134.
- Felföldi J., Fekete A., Muha V. (2004): Precíziós dinamikus felületi keménységmérés Kutatási és fejlesztési tanácskozás Nr. 28, Gödöllő pp. 99-103.
- Istella Sándor – Muha Viktória (2004): A sárgarépa beltartalmi értékeinek és állományváltozásának vizsgálat tároláskor, Proceedings of the 11<sup>th</sup> Symposium on Analytical and Environmental Problems, Szeged, 27 September 2004 pp. 247-251.
- Istella Sándor, Muha Viktória, Molnár Katalin (2005): Szelénes és bioplazmás kezelés hatása a sárgarépa beltartalmi értékeire és tárolhatóságára, Proceedings of the 12<sup>th</sup> Symposium on Analytical and Environmental Problems, Szeged, 26 September 2005 pp. 186-190.
- Felföldi József, Gillay Zoltán, Muha Viktória (2006): Gyümölcsök roncsolásmentes minőségbecslése optikai módszerrel, Kutatási és fejlesztési tanácskozás, Gödöllő, Nr. 30. pp. 60-64.

#### ***Magyar nyelvű konferencia (összefoglaló)***

- Istella S., Muha V., Ignát T. (2003): Cékla fajták tárolhatóságának vizsgálata roncsolásmentes módszerekkel, Lippay-Ormos-Vas Tudományos Ülésszak, Budapest pp. 644-645.
- Felföldi J., Muha V.: Élelmiszerek és termények roncsolásmentes felületi keménységmérése (2003) Budapest, Lippay-Ormos-Vas Tudományos Ülésszak, pp. 218-219.
- Zsom Tamás- Muha Viktória- Felföldi József- Balla Csaba (2005): Kajsziarack érettségi állapot alapján történő osztályozása roncsolásmentes módszerekkel, Budapest, Lippay-Ormos-Vas Tudományos Ülésszak, pp. 282-283.
- Muha Viktória (2005): Nyitott kérdések a dinamikus keménységmérésben – metodikai vizsgálatok, Budapest, Lippay-Ormos-Vas Tudományos Ülésszak, pp. 268-269.
- Zsom Tamás- Muha Viktória- Felföldi József- Werner Herppich (2005): Étkezési paprika transpirációs jellemzőinek és állományának meghatározása, Budapest, Lippay-Ormos-Vas Tudományos Ülésszak, pp. 112-113.

- Sáray T.- Felföldi J.-Koncz Á. –Horti K.- Muha V.- Emekandoko A. (2005): A minőségmegőrzés lehetősége és annak előrejelzése zöldségfélék hűtőtárolásánál, Budapest, Lippay-Ormos-Vas Tudományos Ülésszak, pp. 90-91.
- Sáray T. – Balla Cs. – Felföldi J. – Koncz Á. – Zsomné Muha V. – Horti K. – Polyákné Fehér K. – Zsom T. – Hitka G. – Albahári E. (2007): Étkezési paprika ultra alacsony oxigéntartalmú tárolótérben. Budapest, Lippay-Ormos-Vas Tudományos Ülésszak, pp. 136-137.

***Elektronikus publikáció***

- Muha, V., T. Zsom, Cs. Balla, J. Felföldi (2005): Investigation of apricot's maturity by non-destructive methods, Proceeding of Research and Teaching of Physics in the Context of University Education 2005, Nitra, June 8, 2005 CD ISBN 80-8069-528-8

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném megköszönni a szakmai segítséget és a dolgozathoz nyújtott tanácsokat

- Konzulensemnek **Dr. Felföldi Józsefnek,**
- **Dr. Fekete Andrásnak,**
- **Dr. Baranyai Lászlónak,** és
- A Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Kar **Fizika-Automatika Tanszék dolgozóinak.**

Köszönettel tartozom **Zsom Lajosnak** és **Zsom Lajosnének,** hogy lehetőséget biztosítottak az in-vivo mérések elvégzésére, továbbá, hogy lelkesen segítették munkámat.

Köszönetemet fejezem ki a Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar **Zöldség és Gombatermesztési Tanszékének** és **Kísérleti Üzemének** a vizsgálataimban felhasznált minták biztosításáért.

Szeretném megköszönni **Dr. Karai Jánosnének** a Karai Predoktori Ösztöndíjjal nyújtott segítségét.

Köszönet illeti **szüleimet, testvéreimet és férjemet,** hogy éveken keresztül bátorítottak és bíztattak.

**KÖSZÖNÖM!**