

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**KOMPOSZTKEZELÉSEK HATÁSA AZ  
ALMAFÁK (*Malus domestica* Borkh.) VEGETATÍV ÉS GENERATÍV  
TELJESÍTMÉNYÉRE**

**Szabó Anita**

*Témavezető:*

**Dr. habil. Vágó Imre**  
**egyetemi docens**



**DEBRECENI EGYETEM**

**HANKÓCZY JENŐ NÖVÉNYTERMESZTÉSI, KERTÉSZETI ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYOK  
DOKTORI ISKOLA**

**DEBRECEN  
2014**

## 1. BEVEZETÉS

Magyarországnak is, mint minden EU-s tagországnak, feladata a környezeti, gazdasági és társadalmi fenntarthatóság megvalósítása. Esélyt kell teremtenünk arra, hogy a következő nemzedék számára biztosítsuk az őket is megillető „élhető életet”.

Napjainkban egyre nagyobb hangsúly fordítódik a mezőgazdaságban képződő melléktermékek újrahasznosítására (SIMÁNDI, 2008), mivel az így képződő biomassza éves mennyisége mintegy 30 millió tonnára becsülhető (OHT II, 2009). Az állatállomány mindeközben folyamatosan gyérül, a rendelkezésre álló szerves trágya mennyisége következetesen csökken (LAZÁNYI, 2006).

Bár Hazánk mezőgazdasági használatban lévő területének csaknem negyedét (2,2 millió hektár) savanyú talajok alkotják (AGRONAPLÓ, 2008), a rendszeres és helyes tápanyag utánpótlás nem csak a gyenge ellátottságú talajok termékenységének megőrzése érdekében, hanem minden talaj esetében nélkülözhetetlen.

A komposztkészítmények kertészeti kultúrában való alkalmazásával nemcsak a mezőgazdaságból, az élelmiszeriparból, a háztartásokból és a közterületekről származó biológiailag bontható szerves melléktermékek és hulladékok „visszaforgatása”, valósulhat meg, hanem a talajok termékenységének növelése (ELFOUGH et al., 2010), ezáltal a termés nagyságára és minőségére kifejtett pozitív hatása is (GIGLIOTTI et al., 1966; KÁDÁR és MORVAI, 2007; KESERŰ, 2007) megmutatkozhat. Míg a műtrágyák tápelemtartalma könnyen felvehető a növények számára, esetlegesen mozgékonyak a talajban és onnan a felszíni illetve felszín alatti vizekbe kerülhetnek (ANTAL et al., 1999), addig a komposztok előnye, hogy bennük a szükséges tápanyagok lekötött formában vannak, mégis a növények számára, a lebomlás ütemében, folyamatosan válnak felvehetővé (KÁRPÁTI, 2002).

Komposzt-felhasználási kísérleteinket kontrollált körülmények között tenyészházban (2009-2012), majd szabadföldön almaültetvényben (2010-2012) állítottuk be. A kísérleti talaj minden esetben humuszos homoktalaj volt. Vizsgáltuk a tenyészdedényekbe vetett angolperje (*Lolium perenne* L.) biomassza produkcióját, amely mennyiségén keresztül jelezte a különböző komposztkészítmények eltérő hatásait. A bio/öko és az integrált termesztésű ültetvényben egy adott komposzt hatását vizsgáltuk a talaj paraméterekre, illetve az almafák (*Malus domestica* Borkh., cv. *Golden Delicious* és *Pinova*) vegetatív és generatív teljesítményére.

## 2. ANYAG ÉS MÓDSZER

A tenyészedényes kísérleteket a Debreceni Egyetem, AGTC Agrokémiai és Talajtani Intézet tenyészházában, a szabadföldi kísérletet a Debreceni Egyetem, Tangazdaság és Tájkutató Intézet (DTTI) Pallagi Kísérleti Telepén, a talaj-, növény- és termésminták kémiai analízisét az Agrokémiai és Talajtani Intézet laboratóriumaiban végeztük.

### 2.1. Alkalmazott kísérleti növények

#### 2.1.1. Tenyészházban

A tenyészedényes kísérleteink során jelzőnövényként, angolperjét (*Lolium perenne* L.) vetettünk.

#### 2.1.2. Szabadföldön

A szabadföldi kísérlet esetében az érzékenyebb, ám a fogyasztók által gyakorta keresett, a világ eddig legsikeresebb almafajtáját: a *Golden Delicioust* (M26) és az ellenállóbb, vitálisabb, a *Golden Delicious* és a *Clivia* keresztezésével létrehozott: *Pinova* (M26) almafajtát választottuk.

### 2.2. A tenyészházi kísérletek körülményei

#### 2.2.1. A tenyészedényes kísérletekben alkalmazott talajok származása

A tenyészedényes kísérlet során alkalmazott homoktalajok Debrecen-Pallag területéről (Hajdú-Bihar megye), a kovárványmentes, művelt termőrétegből (0-30 cm) származtak. Az 1-6 komposztok esetében erősen savanyú [ $\text{pH}(\text{CaCl}_2) = 4,41$ ], míg a 7. komposzt esetében gyengén savanyú [ $\text{pH}(\text{CaCl}_2) = 6,01$ ] humuszos homoktalajt alkalmaztunk.

#### 2.2.2. A tenyészedényes kísérletekben alkalmazott komposztok származása

A kísérletekhez szükséges komposztkészítményeket a Debreceni Egyetem egyik partnercége biztosította. Mivel ezen komposztok többsége kísérleti céllal kerültek előállításra (fogyasztói forgalomba hozatal előtt álltak), mind az előállítási technológiájuk, mind az összetételük bizalmas. (Szennyvíziszapot azonban nem tartalmaztak.)

### 2.2.3. A tenyészedényes kísérletekben alkalmazott talajok és komposztok mért kémiai paramétereit

A homoktalaj-, a komposzt- és ezek együttes bekeveréséből létrejött tápközeg minták elemtartalmának meghatározása során mértük azok vizes és 0,01 M CaCl<sub>2</sub>-os pH-ját, N-formáit (NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, szerves-N és összes-N), P-, K- és Mg-tartalmát, valamint az ammónium-laktát-ecetsav (AL) oldható P-, K-, Ca- és Mg-tartalmát.

### 2.2.4. A tenyészházas kísérletek során alkalmazott kezelések

A szitált komposztokat különböző arányban (az 1-4 komposzt kísérlet esetében: 0, 5, 10, 25 és 50 %; míg az 5-7 komposzt kísérlet esetében: 0, 5, 10, 20, 30, 40 és 50 %), négyszeri ismételtsben, térfogatarányosan kevertük a kontroll pallagi homoktalajhoz. A bekeverés után, a 2,5 l-es tenyészedényeket randomizált módon helyeztük el a kocsikon, majd egy hétig állni hagytuk, az esetleges perzselő hatás elkerülése céljából. Az egyes kezelések bekeverési arányát (v/v %, a továbbiakban csak %) és mennyiségét (l) az **1. táblázat** szemlélteti.

**1. táblázat:** Az alkalmazott kezelések bekeverési arányai és azok mennyiségei

| Kísérlet      | Komposzt           |               | Homoktalaj    |
|---------------|--------------------|---------------|---------------|
|               | Keverési arány (%) | Mennyiség (l) | Mennyiség (l) |
| 1-4. komposzt | 0                  | 0,000         | 2,500         |
|               | 5                  | 0,125         | 2,375         |
|               | 10                 | 0,250         | 2,250         |
|               | 25                 | 0,625         | 1,875         |
|               | 50                 | 1,250         | 1,250         |
| 5-7. komposzt | 0                  | 0,000         | 2,500         |
|               | 5                  | 0,125         | 2,375         |
|               | 10                 | 0,250         | 2,250         |
|               | 20                 | 0,500         | 2,000         |
|               | 30                 | 0,750         | 1,750         |
|               | 40                 | 1,000         | 1,500         |
|               | 50                 | 1,250         | 1,250         |

### 2.2.5. A tenyészházban történő növénynevelés körülményei

A komposzt-kísérletek beállítását, a fűmag vetését illetve kelését, a tápközeg tömegre öntözését, majd a kísérlet felszámolását a **2. táblázat** időrendben összesíti.

**2. táblázat:** A komposztkísérletek főbb munkaműveleteinek időpontjai

|                                   | Komposzt fajták |                |               |             |            |
|-----------------------------------|-----------------|----------------|---------------|-------------|------------|
|                                   | 1-3.            | 4.             | 5.            | 6.          | 7.         |
| Kísérlet beállítása               | 2009            | 2009           | 2010          | 2011        | 2012       |
|                                   | június 8.       | szeptember 2.  | július 2.     | április 29. | május 3.   |
| Fűmag vetése                      | június 15.      | szeptember 7.  | július 9.     | május 6.    | május 10.  |
| Fűmag kelése                      | június 23.      | szeptember 13. | július 12.    | május 12.   | május 16.  |
| VK <sub>(60 %)</sub> -ra öntözve: | június 29.      | szeptember 21. | július 16.    | május 18.   | május 22.  |
| Vágás:                            | július 27.      | október 15.    | augusztus 11. | június 16.  | június 19. |

Bekeverés után egy héttel tenyészedenyenként 1,5 g fűmag került kiszórásra, amit az edények 200 ml desztillált vízzel való beöntése, illetve a talajfelszín fellazítása előzött meg. A vetést a tápközeg felszínének tömörítése, majd azok lefedése zárta. A fűmag kelése után az edényekben levő tápközeget minden nap azok szabadföldi vízkapacitásának 60 %-ára öntöztük, hogy a napközbeni evapotranszpirációt pótoljuk.

A kísérlet felszámolása során a növény föld feletti zöldtömegének levágása és bezacskózása után OHAUS ADVENTURER PRO AV2102C típusú analitikai mérleggel lemértük annak tömegét. Az 1-2 hetes szabadlevegőn történő szárítás után a tápközegekből vett mintákat CISA 018067.10 típusú ( $\varnothing < 2$  mm) rozsdamentes acél szitán átszitálva, a növényi mintákat német típusú FRITSCH PULVERISETTE 14-el darálva (a száraz tömeget és a zacskókat előzetesen visszamérve), LABOR MIM L<sup>o</sup>-809 típusú előmelegített szárítószekrényben tömegállandóságig szárítottuk tovább.

A növényminták analízise során elemeztük a növény föld feletti zöld- és (60 °C-on tömegállandóságig szárított) száraztömegének alakulását, továbbá mértük a szárazanyag tömény kénsav és hidrogén-peroxid eleggyel való roncsolása után a P- és K-tartalmát, illetve salétromsav hidrogén-peroxid eleggyel való roncsolása után azok Mg-, Ca-, Mn- és Zn-tartalmát.

## 2.3. A szabadföldi kísérlet körülményei

### 2.3.1. A szabadföldi kísérlet talaja

A szabadföldi kísérletet Debrecen-Pallag, humuszos homoktalajú [pH(CaCl<sub>2</sub>) = 6,06] kísérleti telepén állítottuk be, 2008-as telepítésű, bio/öko és integrált termesztésű almaültetvényben.

#### *2.3.2. A szabadföldi kísérletben alkalmazott komposzt származása*

A kísérlethez szükséges  $\approx 350$  kg mennyiségű jogvédett összetételű tápanyag-utánpótló komposztkészítmény a Debreceni Egyetem egyik partnercégétől származott.

#### *2.3.3. A szabadföldi kísérletben alkalmazott talaj és komposzt kémiai paraméterei*

A gyümölcsültetvény kísérlet részében, 2010-ben történt átfogó talajvizsgálat. Ezt követően évente mértük a vizsgált talajszelvény 0-30 és 30-60 cm-es rétegének talajparamétereit illetve a komposzt elemtartalmát a 2.2.3. fejezetben foglaltak szerint.

#### *2.3.4. A szabadföldi kísérlet során alkalmazott kezelések*

Az almafaültetvénybe kijuttatott komposztdózis meghatározásakor figyelembe vettük a nitrát-rendeletet (81/2007. (IV. 25.) Korm. rendelet), mert az integrált termesztésű ültetvények egységes, alap műtrágyázásban is részesültek: 2010 őszén egy adagban  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  NPK (15:15:15), 2011 tavaszán  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  (34 %-os  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) megosztva, míg 2012 tavaszán  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  (11:11:26) NPK műtrágya került kiszórásra.

Megvizsgáltuk a komposzt összes, könnyen hozzáférhető nitrogén tartalmát (össz.  $\text{N}_{\text{CaCl}_2} = 726 \text{ mg kg}^{-1}$ ), majd ez alapján meghatároztuk a kijuttatandó  $\text{m}^2$ -enkénti komposzt mennyiséget. A komposzttal kijuttatott N-hatóanyagok ha-ként (kg) az alábbiak voltak: 0, 10, 25 és 50, míg a hozzájuk tartozó komposzt-mennyiség  $\text{m}^2$ -ként (kg): 0; 1,4; 3,5 és 6,9 volt. Kezelésként 7 fa (1 fa  $1 \text{ m}^2$ -nyi alapterülete) kapta meg a fent említett komposztdózisokat. A 3 év alatt kijuttatott N-hatóanyag mennyiségeket a **3. táblázat** szemlélteti.

**3. táblázat:** A komposztal és műtrágyával kijuttatott N hatóanyagok mennyisége 2010-2012 között

| Kezelés             | Termesztés-technológi          | Almafajta           | Kijuttatott N-hatóanyag        |                     |                                |                     |                                |                     |                                |                     |                                |                     |                                |                     | Összesen a 3 év alatt          |        |
|---------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|--------|
|                     |                                |                     | 2010                           |                     |                                |                     | 2011                           |                     |                                |                     | 2012                           |                     |                                |                     |                                |        |
|                     |                                |                     | ősz                            |                     |                                |                     | tavasz                         |                     |                                |                     | tavasz                         |                     |                                |                     |                                |        |
|                     |                                |                     | Komposztal                     |                     | Műtrágyával                    |                     | Komposztal                     |                     | Műtrágyával                    |                     | Komposztal                     |                     | Műtrágyával                    |                     |                                |        |
| kg ha <sup>-1</sup> | kg m <sup>-2</sup><br>(1 fára) | kg ha <sup>-1</sup> | kg m <sup>-2</sup><br>(1 fára) | kg ha <sup>-1</sup> | kg m <sup>-2</sup><br>(1 fára) | kg ha <sup>-1</sup> | kg m <sup>-2</sup><br>(1 fára) | kg ha <sup>-1</sup> | kg m <sup>-2</sup><br>(1 fára) | kg ha <sup>-1</sup> | kg m <sup>-2</sup><br>(1 fára) | kg ha <sup>-1</sup> | kg m <sup>-2</sup><br>(1 fára) | kg ha <sup>-1</sup> | kg m <sup>-2</sup><br>(1 fára) |        |
| 1                   | Bio/öko                        | Golden D.           | 0,00                           | 0,0000              | -                              | -                   | 0,00                           | 0,0000              | -                              | -                   | 0,00                           | 0,0000              | -                              | -                   | 0,00                           | 0,0000 |
| 2                   |                                |                     | 10,00                          | 0,0010              | -                              | -                   | 10,00                          | 0,0010              | -                              | -                   | 10,00                          | 0,0010              | -                              | -                   | 30,00                          | 0,0030 |
| 3                   |                                |                     | 25,00                          | 0,0025              | -                              | -                   | 25,00                          | 0,0025              | -                              | -                   | 25,00                          | 0,0025              | -                              | -                   | 75,00                          | 0,0075 |
| 4                   |                                |                     | 50,00                          | 0,0050              | -                              | -                   | 50,00                          | 0,0050              | -                              | -                   | 50,00                          | 0,0050              | -                              | -                   | 150,00                         | 0,0150 |
| 5                   |                                |                     | 0,00                           | 0,0000              | -                              | -                   | 0,00                           | 0,0000              | -                              | -                   | 0,00                           | 0,0000              | -                              | -                   | 0,00                           | 0,0000 |
| 6                   |                                |                     | 10,00                          | 0,0010              | -                              | -                   | 10,00                          | 0,0010              | -                              | -                   | 10,00                          | 0,0010              | -                              | -                   | 30,00                          | 0,0030 |
| 7                   |                                |                     | 25,00                          | 0,0025              | -                              | -                   | 25,00                          | 0,0025              | -                              | -                   | 25,00                          | 0,0025              | -                              | -                   | 75,00                          | 0,0075 |
| 8                   |                                |                     | 50,00                          | 0,0050              | -                              | -                   | 50,00                          | 0,0050              | -                              | -                   | 50,00                          | 0,0050              | -                              | -                   | 150,00                         | 0,0150 |
| 9                   | Integrált                      | Golden D.           | 0,00                           | 0,0000              | 45,00                          | 0,0045              | 0,00                           | 0,0000              | 68,00                          | 0,0068              | 0,00                           | 0,0000              | 22,00                          | 0,0022              | 135,00                         | 0,0135 |
| 10                  |                                |                     | 10,00                          | 0,0010              | 45,00                          | 0,0045              | 10,00                          | 0,0010              | 68,00                          | 0,0068              | 10,00                          | 0,0010              | 22,00                          | 0,0022              | 165,00                         | 0,0165 |
| 11                  |                                |                     | 25,00                          | 0,0025              | 45,00                          | 0,0045              | 25,00                          | 0,0025              | 68,00                          | 0,0068              | 25,00                          | 0,0025              | 22,00                          | 0,0022              | 210,00                         | 0,0210 |
| 12                  |                                |                     | 50,00                          | 0,0050              | 45,00                          | 0,0045              | 50,00                          | 0,0050              | 68,00                          | 0,0068              | 50,00                          | 0,0050              | 22,00                          | 0,0022              | 285,00                         | 0,0285 |
| 13                  |                                |                     | 0,00                           | 0,0000              | 45,00                          | 0,0045              | 0,00                           | 0,0000              | 68,00                          | 0,0068              | 0,00                           | 0,0000              | 22,00                          | 0,0022              | 135,00                         | 0,0135 |
| 14                  |                                |                     | 10,00                          | 0,0010              | 45,00                          | 0,0045              | 10,00                          | 0,0010              | 68,00                          | 0,0068              | 10,00                          | 0,0010              | 22,00                          | 0,0022              | 165,00                         | 0,0165 |
| 15                  |                                |                     | 25,00                          | 0,0025              | 45,00                          | 0,0045              | 25,00                          | 0,0025              | 68,00                          | 0,0068              | 25,00                          | 0,0025              | 22,00                          | 0,0022              | 210,00                         | 0,0210 |
| 16                  |                                |                     | 50,00                          | 0,0050              | 45,00                          | 0,0045              | 50,00                          | 0,0050              | 68,00                          | 0,0068              | 50,00                          | 0,0050              | 22,00                          | 0,0022              | 285,00                         | 0,0285 |

### 2.3.5. A kísérleti ültetvényt jellemző főbb adatok

Az ültetvény fájnak főbb jellemzője: 2008-as telepítés, M26-os alany, 1,5 m-es tőtávolság és karcsú orsó koronaforma. Az ültetvény telepítésére, elhelyezkedésére és az alkalmazott almafajtákra vonatkozó további adatokat a **4. táblázat** összegzi.

**4. táblázat:** Az ültetvényt jellemző adatok

| Vizsgált ültetvény  | Bio/öko               |               | Integrált             |               |
|---------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|
| Vizsgált almafajta  | <i>Golden D.</i>      | <i>Pinova</i> | <i>Golden D.</i>      | <i>Pinova</i> |
| Koronaforma         | karcsú orsó           |               | karcsú orsó           |               |
| Telepítés ideje     | 2008                  |               | 2008                  |               |
| Ültetési anyag      | suháng                |               | suháng                |               |
| Alany               | M26                   |               | M26                   |               |
| Sortávolság (m)     | 4                     |               | 4                     |               |
| Tőtávolság (m)      | 1,5                   |               | 1,5                   |               |
| Tőszám (1 ha-on)    | 1666                  |               | 1666                  |               |
| Sorok tájolása      | ÉNY-DK                |               | ÉNY-DK                |               |
| Öntözés             | csepegtető berendezés |               | csepegtető berendezés |               |
| Műtrágya kijuttatás | nem volt              |               | volt                  |               |

### 2.3.6. Az ültetvényben lévő fák nevelésének körülményei

A Kertészettudományi Intézettel együttműködve 2010. július 22-én állítottuk be a komposzt kísérletet. Ezt követően minden évben tavasszal szórunk ki komposztot: 2011-ben április 28-án, míg 2012-ben május 02-án. A big-bag zsákban telepre szállított komposztot hidraulikus emelő segítségével egy traktor után csatolt lemezre helyeztük, így húztuk a sorok közé, ahol megtörtént a komposztdózisok kimérése MICRA BASIC AUTONOMA mérlegen. A kijuttatást a komposztadagok berotálása követte majd a támoszlopba beépített csepegtető berendezéssel való „beöntözés” zárta a műveletet.

**Talajmintákat** mindenkor a komposzt kijuttatását (április-május) illetve a szüretet megelőzően (szeptember) vettünk 0-30 cm és 30-60 cm mélységből. Négyeszeri ismétlésben analizáltunk. Mértük a 0,01 M CaCl<sub>2</sub> és az AL oldható elemtartalmakat, továbbá a kötöttséget és a humusztartalmat.

A fák kondícióját jelző küllemi paraméterek első felvételezését minden év tavaszára időzítettük, ekkor került mérésre/számolásra a kezelt fák törzsterülete (cm<sup>2</sup>); gyümölcszártszáma (db), a gyümölcsök mérete (mm); az elsőrendű elágazások száma (db), keresztmetszete (mm), és a hajtások hossza (cm). A mérést mindenkor ELECTRONIC DIGITAL CALIPER 0-150 mm tolómérő és mérőszalag (cm) segítségével végeztük.

**Levélmintákat**, mint a tápanyag-ellátottságot jelző legfőbb tényezőt, minden évben szüret előtt (szeptember), jól megvilágított, kifejlett, egészséges hajtásokról, azonos

ágemeletről, vállmagasságban, minden kezelés 3-3 fájáról, a csúcsrügyben zárt vesszők középső részéről levéllyel együtt szedtünk. Mértük annak P, K, Ca, Mg, Mn és Zn-tartalmát.

**Termésmintákat** 3 ismétlésben, a kontroll és a legnagyobb komposztkezelést kapott fájáról, mindkét termesztés-technológia (bio/öko és integrált), mindkét gyümölcs-fajtájából (*Golden Delicious* és *Pinova*) szedtünk. A mintavételi időpontok az alábbiak voltak: 2010. szeptember 12., 2011. szeptember 13. és 2012. szeptember 16. Ezt követően vizsgáltuk a gyümölcsök fontosabb minőségi paramétereit: szárazanyag-, hamu-, összes sav-, C-vitamin- és cukortartalmát illetve a tápelem-tartalmat.

#### *2.3.7. A vizsgált évek időjárásának jellemzése*

Az országos évi csapadékösszeg 1971 és 2000 közötti átlaga 568 mm (OMSZ). A kísérleti évek éves **csapadék mennyiségeit** megfigyelve a Debreceni Egyetem Agrometeorológiai Obszervatórium adatai alapján megállapítható, hogy 2010 rendkívül csapadékosnak (1100 mm), 2012 aszályosnak (430 mm), míg 2011 átlagos évnak (535 mm) mondható.

A **hőmérsékleti értékeket** megfigyelve közel hasonló átlagértékeket láthatunk mindhárom kísérleti évben, legmelegebb hónapnak a július hónap mondható. Fontos megjegyezni, hogy 2011-ben több alkalommal is (03.01-10-ig végig) 0 °C alatti hőmérsékletet mértek a mérőállomáson.

### **2.4. A talajparaméterek meghatározása**

#### *2.4.1. A talajminták Arany-féle kötöttségének (K<sub>A</sub>) meghatározása*

A talajminták fizikai talajfélesége az Arany féle kötöttségi szám (K<sub>A</sub>) alapján került meghatározásra (FILEP, 1995).

#### *2.4.2. A talajminták összes humusz-tartalmának meghatározása*

A komposztok és a talajminták humusz-tartalmát SZÉKELY (1964) leírása alapján határoztuk meg. A tiszta oldatot kolorimetriásan, METERTEK SP-850 spektrofotométerrel, 580 nm-es hullámhosszon fotometráltuk.

#### *2.4.3. A talajminták vizes és 0,01 M CaCl<sub>2</sub>-os pH-jának meghatározása*

A talajminták **vizes** és 0,01 M **CaCl<sub>2</sub>-os pH** meghatározását légszáraz vizsgálandó mintákból HOUBA et al. (1990) szerint végeztük. A mérést HANNA INSTRUMENTS HI-8521 digitális pH-mérővel, a műszer előzetes kalibrálása után végeztük.

#### *2.4.4. A talajminták N-formáinak meghatározása 0,01 M CaCl<sub>2</sub>-os talajextrakciós eljárással*

A talajmintákat HOUBA et al. (1990) módszere szerint 0,01 M CaCl<sub>2</sub>-os kivonószerrel (talaj:kivonószer aránya 1:10) rázattuk. Az extraktumok N-formáit SCALAR SAN-PLUS SYSTEM folyamatos elemző készülékkel mértük.

#### *2.4.5. A talajminták P, K, Mg és Mn-tartalmának meghatározása 0,01 M CaCl<sub>2</sub>-os talajextrakciós eljárással*

A talajminták P-, K-, Mg- és Mn-tartalmának meghatározását 0,01 M CaCl<sub>2</sub> talajextrakciós eljárással, HOUBA et al. (1990) módszerével végeztük. A **K-tartalmat** UNICAM SP95B AAS műszerrel határoztuk meg lángemissziós spektrofotometria módszerével. A **P-formákat** a CONTIFLOW ANALYSIS (CFA) Skalar műszerrel mértük. Az extraktumok **Mg- és Mn-tartalmának** meghatározásakor VARIAN SPEKRAA 20 PLUS atomabszorpciós spektrofotométert használtunk.

#### *2.4.6. A talajminták P, K, Ca és Mg-tartalmának meghatározása AL-kivonószerrel*

A talajminták oldható P-, K-, Ca- és Mg-tartalmát ammónium-laktát–ecetsavas (AL) kivonószerrel (1:20 talaj:kivonószer arányban) EGNER et al. (1960) leírása alapján végeztük. A **P meghatározása** 730 nm-en METERTEK SP-850 spektrofotométerrel, a **K mérése** 740 nm-en lángemissziós fotometriás módszerrel (FES) UNICAM SP90B AAS típusú spektrofotométerrel, míg a **Ca- és Mg meghatározása** VARIAN SPECTRAA 20 PLUS típusú atomabszorpciós spektrofotométerrel történt.

#### *2.4.7. A talajminták vízben oldható összes sótartalmának meghatározása*

A talajminták sótartalmát az elektromos vezetőképesség alapján határoztuk meg (FILEP, 1995), ORION (MODEL 105 A+) típusú sómérő készülékkel.

## **2.5. A fák vegetatív tulajdonságait jelző mutatók meghatározása**

### *2.5.1. A fák törzsterülete ( $\text{cm}^2$ )*

A törzsterület értékét a fák törzsének tolómérővel mért átmérőjéből ( $2r$ ), a terület ( $T = r^2\pi$ ) képletének segítségével számoltuk ( $\text{cm}^2$ ).

### *2.5.2. Az elsőrendű elágazások vastagsága ( $\text{cm}^2$ )*

A kezelt fák elsőrendű elágazásainak átmérőjét évente mértük digitális tolómérővel. A mért értékekből kiszámítottuk a törzsközeli elágazások területét ( $\text{cm}^2$ ) és viszonyítási alapjául vettük a további 2 évben mért hajtásszám- és hosszúság értékeinek.

### *2.5.3. A fajlagos hajtás hosszúság ( $\text{cm/elágazás cm}^2$ )*

A hajtások hosszának felvételezése az 1-3 elsőrendű elágazásról történt, minden évben kezelésként ugyanarról a 3 fáról, majd a kapott értékeket fajlagosítottuk az adott elágazás keresztmetszetére ( $\text{cm}^2$ ).

### *2.5.4. A fajlagos hajtás szám ( $\text{db/elágazás cm}^2$ )*

A hajtáshosszak mérésekor rögzítettük azok számát (db) is, majd az adott elágazás keresztmetszetére fajlagosítottuk ( $\text{cm}^2$ ).

### *2.5.5. Az átlagos hajtáshosszúság ( $\text{cm/db}$ )*

A hajtások hossza (cm), illetve száma (db) segítségével meg tudtuk határozni 1-1 hajtás átlagos hosszát.

### *2.5.6. A levelek területe ( $\text{cm}^2$ )*

2010-ben és 2012-ben 50-50 db véletlenszerűen begyűjtött kontroll almalevél hossza és keresztmetszete került lemérésre vonalzóval, majd ebből szorzással számoltuk a levélterület értékeit.

### *2.5.7. Egy folyóméter-hajtásra jutó levélfelület ( $\text{cm}^2$ )*

Az egyes hajtások hosszának (cm/db), illetve a levélfelületek nagyságának ( $\text{cm}^2/\text{hajtás}$ ) ismeretében meg tudtuk határozni, az egy (hajtás-) folyóméterre (fm) jutó levélfelület ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ) nagyságát.

## 2.6. A fák generatív tulajdonságait jelző mutatók meghatározása

### 2.6.1. A fánkénti gyümölcsszám (db/fa)

Kezelésenként kijelölt 7 fán, minden évben 2 alkalommal (július és szeptember) számoltuk a rajtuk található összes gyümölcsöt.

### 2.6.2. A fajlagos gyümölcsterhelés (db/cm<sup>2</sup>)

A fánkénti gyümölcsszámok felvételezése után kapott értékeket, az adott fa törzsterületére fajlagosítottuk.

### 2.6.3. A gyümölcsök tömege (g/db)

Egy darab alma átlagos tömegét (g/db) a kontroll és a legnagyobb komposztdóvizt kapott kezelések 10-10 almájának össztömegéből számoltuk.

### 2.6.4. A fajlagos gyümölcstömeg (g/cm<sup>2</sup>)

A kontroll és a legnagyobb komposztkezelésből származó 10-10 alma tömegét alapul véve meghatároztuk a fánkénti összes almatömeget (g), majd fajlagosítottuk a fák törzsterületére (cm<sup>2</sup>).

## 2.7. A növényminták analízise

### 2.7.1. A növényi minták szárazanyag-tartalmának meghatározása

A perje, az almalevél és a gyümölcsminták szárazanyag-tartalmának meghatározása az MSZ ISO 1026:2000-es szabvány szerint történt. A **perje és az almalevél** mintákat LABOR MIM L<sup>o</sup>-809 típusú szárítóban, míg a **gyümölcsmintákat** LABOR MIM 122-1086 típusú szárítószekrényben szárítottuk.

### 2.7.2. A növényi minták P- és K-tartalmának meghatározása

A súlyállandóságig szárított és megőrölt növényi (**perje, almalevél, almatermés**) minták **P-tartalmának** meghatározását ammónium-molibdenát-vanadát színeképző reagenssel TAHMM et al. (1968) leírása szerint, 400 nm-es hullámhosszúságon METERTEK SP-850 spektrofotométer segítségével végeztük, míg a növényi **K-tartalmat** UNICAM SP95B AAS műszerrel 740 nm-es hullámhosszon, lángemissziós spektrofotometria módszerével határoztuk meg.

### *2.7.3. A növényi minták Ca-, Mg-, Mn- és Zn-tartalmának meghatározása*

A tömegállandóságig szárított növényi minták (**perje, almalevél, almatermés**) 0,5 g-ját 10 cm<sup>3</sup> 65 %-os HNO<sub>3</sub> oldattal roncsoltuk. A **Ca-, Mg-, Mn- és Zn-tartalmakat** VARIAN SPEKRAA 20 PLUS atomabszorpciós spektrofotometriás módszerrel határoztuk meg.

## **2.8. A gyümölcsök beltartalmi vizsgálatai**

### *2.8.1. Almaminták hamu-tartalmának meghatározása*

Az almaminták hamutartalmának meghatározása az MSZ ISO 5520:1994-es szabvány szerint történt. A mintákat OMSZÖV OH-63 típusú elektromos kemencében izzítottuk.

### *2.8.2. Almaminták cukor-tartalmának meghatározása*

A kezelésként vett 3-3 almából néhány g-ot óráüvegre reszeltünk, majd a minták levéből 1-2 cseppet UNIVERZÁLIS KÉZI BRIX refraktométer prizmájára préseltünk. A Nemzetközi Cukorkémiai Társaság (ISC) kidolgozott egy átváltó táblázatot, amely lehetőséget nyújtott arra, hogy a refraktométeresen meghatározott vízdoldható BRIX % értéket, g dm<sup>-3</sup>-ben kifejezett cukor-tartalomra váltsuk át (KÁLLAY, 2006).

### *2.8.3. Almaminták összes sav-tartalmának meghatározása*

Az almaminták összes sav-tartalmának meghatározása az MSZ ISO 750:2001-es szabvány szerint történt.

### *2.8.4. Almaminták C-vitamin tartalmának meghatározása*

Az almaminták C-vitamin tartalmát BRUGOVITZKY (1956) szerint végeztük. Ez a módszer almaminták összehasonlító vizsgálatára alkalmasnak bizonyult.

## **2.9. A kísérleti eredmények statisztikai értékelése**

Mérési eredményeinket a Tolner L. által Microsoft® Excel 2007 Makróban megírt program két- illetve háromtényezős varianciaanalízisével értékeltük (AYDINALP et al., 2010).

### 3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

#### 3.1. Tenyészházi kísérletek eredményei (2009-2012)

Kutatásunk egyik célja az volt, hogy különböző komposztkészítményeket, tápelem-tartalmuk meghatározása után (a 36/2006. (V. 18.) FVM rendeletben foglalt határértékeknek megfelelően) minősítsünk, majd teszteljük az egyes komposztok hatását a növényi biomassza-produkcióra tenyészedenyes kísérletben. Végül megállapítsunk egy optimális komposzt-kijuttatási dózist.

##### 3.1.1. A kísérleti homoktalajok jellemzése

A homoktalajok és a szitált komposztok tápelem-tartalmát az **5. táblázat** szemlélteti.

**5. táblázat:** A kísérleti homoktalajok és a komposztok mért paraméterei

|                                             | Humuszos homoktalaj |                 | Komposztkészítmények |         |        |         |         |        |        |                     |
|---------------------------------------------|---------------------|-----------------|----------------------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------------------|
|                                             | erősen savanyú      | gyengén savanyú | 1.                   | 2.      | 3.     | 4.      | 5.      | 6.     | 7.     | Mért. egys.         |
| <b>Hu</b>                                   | 0,7                 | 1,3             | 18,1                 | 18,7    | 7,2    | 17,8    | 18,1    | 17,9   | 17,9   | %                   |
| <b>K<sub>A</sub></b>                        | 26                  | 29              | -                    | -       | -      | -       | -       | -      | -      | -                   |
| <b>pH H<sub>2</sub>O</b>                    | 5,6                 | -               | 7,0                  | 6,9     | 6,2    | 7,6     | 7,2     | 7,3    | 7,1    | -                   |
| <b>pH CaCl<sub>2</sub></b>                  | 4,4                 | 6,0             | 6,5                  | 7,1     | 6,3    | 7,0     | 6,9     | 6,6    | 6,5    | -                   |
| <b>AL-P</b>                                 | 83,2                | 119,6           | 8704,7               | 8782,1  | 2508,5 | 17345,9 | 7517,9  | 1697,8 | 1557,9 | mg kg <sup>-1</sup> |
| <b>AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>        | 190,6               | 274,0           | 19933,7              | 20111,9 | 5744,4 | 39722,2 | 17216,2 | 3887,8 | 3567,8 | mg kg <sup>-1</sup> |
| <b>AL-K</b>                                 | 179,5               | 236,9           | 6965,0               | 7164,1  | 617,1  | 1677,3  | 6170,8  | 4456,9 | 4316,5 | mg kg <sup>-1</sup> |
| <b>AL-K<sub>2</sub>O</b>                    | 217,2               | 286,6           | 8427,7               | 8668,6  | 746,7  | 2029,5  | 7466,6  | 5392,9 | 5222,9 | mg kg <sup>-1</sup> |
| <b>AL-Ca</b>                                | 1011,6              | 1185,0          | 28600,0              | 53000,0 | 4800,0 | 12760,0 | 50100,0 | 9907,5 | 9438,1 | mg kg <sup>-1</sup> |
| <b>AL-Mg</b>                                | 88,0                | 117,0           | 3990,0               | 3990,0  | 598,0  | 5700,0  | 4471,9  | 3990,0 | 3530,7 | mg kg <sup>-1</sup> |
| <b>CaCl<sub>2</sub>-N<sub>összes</sub></b>  | 22,9                | 15,6            | 484,3                | 483,4   | 138,2  | 1926,0  | 725,5   | 861,7  | 790,2  | mg kg <sup>-1</sup> |
| <b>CaCl<sub>2</sub>-NO<sub>3</sub></b>      | 2,1                 | 6,2             | 314,7                | 315,3   | 118,4  | 88,8    | 459,8   | 596,2  | 479,5  | mg kg <sup>-1</sup> |
| <b>CaCl<sub>2</sub>-NH<sub>4</sub></b>      | 15,7                | 1,9             | 20,9                 | 13,5    | 8,5    | 685,0   | 0,0     | 0,0    | 0,0    | mg kg <sup>-1</sup> |
| <b>CaCl<sub>2</sub>-N<sub>szerves</sub></b> | -                   | -               | 148,7                | 154,7   | 11,4   | 1152,2  | 265,7   | 265,5  | 310,7  | mg kg <sup>-1</sup> |
| <b>CaCl<sub>2</sub>-P</b>                   | 1,8                 | -               | 24,6                 | 8,3     | 3,4    | 24,0    | 137,8   | 43,1   | 93,7   | mg kg <sup>-1</sup> |
| <b>CaCl<sub>2</sub>-K</b>                   | 116,0               | -               | 2694,0               | 4036,8  | 450,5  | 1247,1  | 2368,6  | 2935,5 | 2509,7 | mg kg <sup>-1</sup> |
| <b>CaCl<sub>2</sub>-Mg</b>                  | 39,5                | 9,7             | 947,5                | 867,5   | 276,5  | 1072,5  | 765,8   | 642,5  | 583,5  | mg kg <sup>-1</sup> |

Megállapítható, hogy az **erősen savanyú** [pH(CaCl<sub>2</sub>) = 4,4] **humuszos homoktalaj** (IV. termőhelyi kategória) N-ellátottsága gyengének, P-ellátottsága jónak, míg K-ellátottsága közepesnek mondható. Az **gyengén savanyú** [pH(CaCl<sub>2</sub>) = 6,0] **humuszos homoktalaj** N-ellátottsága jó, K- és P-ellátottsága igen jó (MÉM NAK, 1979).

### 3.1.2. A kísérleti komposztok minősítése hatályos miniszteri rendelet alapján

Az általunk bevizsgált hét kísérleti komposztkészítmény mindegyikének szárazanyagra vonatkoztatott N-, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Ca- és Mg-tartalma jóval a 36/2006. (V. 18.) FVM rendeletben minimálisan megadott határérték felett volt (**6. táblázat**). A pH(H<sub>2</sub>O) vonatkozásában kiemelendő a 3. komposzt, amely nem érte el az optimális tartomány alsó határát; a többi készítmény megfelelt az előírásoknak.

**6. táblázat:** A komposztok határértékei a 36/2006. (V. 18.) FVM rendelet értelmében

| Megnevezés                              | Határérték     | Mért. egys.        |
|-----------------------------------------|----------------|--------------------|
| pH (10 %-os vizes szuszpenzióban)       | 6,5-8,5        | -                  |
| térfogattömeg                           | legfeljebb 0,9 | kg/dm <sup>3</sup> |
| szárazanyag-tartalom                    | legalább 50,0  | m/m%               |
| szervesanyag-tartalom                   | legalább 25,0  | m/m% sz.a.         |
| vízben oldható összes sótartalom        | legfeljebb 4,0 | m/m% sz.a.         |
| szemcseméret eloszlás 25,0 mm alatt     | legalább 100,0 | -                  |
| N-tartalom                              | legalább 1,0   | m/m% sz.a.         |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -tartalom | legalább 0,5   | m/m% sz.a.         |
| K <sub>2</sub> O-tartalom               | legalább 0,5   | m/m% sz.a.         |
| Ca-tartalom                             | legalább 1,2   | m/m% sz.a.         |
| Mg-tartalom                             | legalább 0,5   | m/m% sz.a.         |

### 3.1.3. A kísérleti komposztok minősítése a jelzőnövény biomassza-produkciójára kifejtett hatása alapján

Tenyészedényes kísérleteink során a komposztok biomassza-produkcióra kifejtett hatása alapján az alábbi megállapítások tehetőek: az **1. és 4. komposzt** hatására mértük ugyan az egyik legmagasabb növényi szárazanyag-tartalmat; a komposztdózisok 50 %-os aránya azonban szignifikáns visszaesést eredményezett, vélhetően annak túlzott tápelem-tartalma miatt. A **2. komposzt**kísérlet növényi produkciója kisebb mértékű volt az előbbiekhöz képest, és az 50 %-os mennyiség ugyancsak csökkenést okozott a perje növekedésében. A **3. komposzt** nem felelt meg a rendeletben foglaltaknak, hatása az előbbi komposztokhoz képest a legkisebb mértékű volt. Az **5. komposzt** alkalmazásakor azt tapasztaltuk, hogy a biomassza-produkció mennyisége már a 10 %-os dózis esetében elérte a maximumot. A **6. és 7. komposzt**kísérletek (előbbinél erősen-, utóbbinál gyengén savanyú humuszos homoktalajt alkalmaztunk) eredményei azt mutatták, hogy szerényebb talajviszonyok között nagyobb a komposzt produktumnövelő hatása. A dózisok emelkedésével következetesen növekedett a

biomassza-produkció, ám a 20 %-os komposztkezelés felett csökkenő volt a növényi hozam növekedése.

Varianciaanalízissel bebizonyosodott továbbá, hogy a **kiadagolt komposzt dózisok és a képződött növényi produkciók szoros ( $P = 0,1 \%$ ) összefüggést mutatnak** (az 5. komposzt esetében a hibavalószínűségi szignifikancia szint  $P = 1,0 \%$  volt).

#### 3.1.4. A választott komposztkészítmény indoklása

Az alkalmazott kísérleti komposztkészítmények tápelem-tartalmának bevizsgálása és minősítése után, illetve azok 10 %-os mennyiségének produktumnövelő hatása alapján, az **5. számú komposztot** választottuk és jutattuk ki almaültetvénybe (**1. ábra**). Választásunkat indokolta, hogy ezen komposzt  $\text{CaCl}_2$ -os pH-ja semleges körüli, továbbá a humusz-tartalma, ezáltal a szerves N-tartalma is jelentősnek mondható. A komposztok esetében, szakirodalommal alátámasztva, gyakorta tapasztalt, azok magas P-tartalma következtében kifejtett növénykárosító hatása. Ezen komposzt készítmény AL-P tartalma a többi készítményhez képest átlagosnak mondható. AL-K tartalma jelentős, ez a perje magas K-igényének kielégítése céljából, de a gyümölcsösök szempontjából is igen fontos és előnyös paraméter. Az AL-Ca tartalma az egyik legnagyobb volt az általunk vizsgált készítmények közül, míg AL-Mg tartalma bár alacsonyabb a többi készítményhez képest, mégis jelentősnek mondható.



**1. ábra:** Az 5. komposzt hatására képződött növényi biomassza-produkció (Forrás: SZABÓ, 2010)

#### 3.1.5. Az optimális komposzt dózis megállapítása

A tenyészedényes kísérleteink során megállapítottuk, hogy a különböző komposztkészítmények mennyiségük és minőségük függvényében növényi produktumnövelő hatással bírnak. A komposztok mindegyike kedvező hatással volt a talaj pH-ra, a savanyú kémhatást, közel semleges tartományba emelték. A növény fejlődése szempontjából optimálisnak ítélt dózisok megállapítása készítményenként eltérő volt (10, 25, 30 és 50 %). Figyelembe véve a komposzt kijuttatásának

kivitelezhetőségét és gazdaságosságát is, megállapítottunk egy átlagos optimális dózist, amelynek alkalmazását kertészeti kultúrában kedvezőnek ítélnék: 4-8 kg m<sup>-2</sup>.

### 3.2. Szabadföldi kísérlet eredményei (2010-2012)

A bio/öko és az integrált termesztésű ültetvényben vizsgáltuk egy adott komposzt-készítmény hatását a talaj paraméterekre, illetve *Golden Delicious* és a *Pinova* almafák vegetatív és generatív teljesítményére.

#### 3.2.1. Az ültetvény talaj paramétereinek alakulása

A vizsgált talajszelvény 0-30 és 30-60 cm-es rétegének talajparamétereit illetve az alkalmazott komposzt-készítmény mért értékeit a **7. táblázat** tartalmazza (2010).

7. táblázat: A kísérleti talaj és az alkalmazott komposzt mért paramétereit (2010)

| Kísérleti talaj és komposzt             |               |          |          |                     |
|-----------------------------------------|---------------|----------|----------|---------------------|
|                                         | Pallagi talaj |          | Komposzt | Mért. egys.         |
|                                         | 0-30 cm       | 30-60 cm |          |                     |
| Hu                                      | 1,17          | 1,01     | 18,1     | %                   |
| K <sub>A</sub>                          | 26            | 26       | -        | -                   |
| pH H <sub>2</sub> O                     | -             | -        | 7,2      | -                   |
| pH CaCl <sub>2</sub>                    | 6,1           | 5,5      | 6,9      | -                   |
| só %                                    | 0,009         | 0,008    | -        | -                   |
| AL-P                                    | 118,9         | 54,9     | 7517,9   | mg kg <sup>-1</sup> |
| AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>        | 272,3         | 125,7    | 17216,2  | mg kg <sup>-1</sup> |
| AL-K                                    | 130,8         | 124,2    | 6170,8   | mg kg <sup>-1</sup> |
| AL-K <sub>2</sub> O                     | 158,3         | 150,3    | 7466,6   | mg kg <sup>-1</sup> |
| AL-Ca                                   | 864,5         | 805,5    | 50100,0  | mg kg <sup>-1</sup> |
| AL-Mg                                   | 142,5         | 103,1    | 4471,9   | mg kg <sup>-1</sup> |
| CaCl <sub>2</sub> -N <sub>összes</sub>  | 5,9           | 4,7      | 725,5    | mg kg <sup>-1</sup> |
| CaCl <sub>2</sub> -N <sub>szerves</sub> | 4,5           | 4,3      | 265,7    | mg kg <sup>-1</sup> |
| CaCl <sub>2</sub> -NO <sub>3</sub>      | 0,7           | 0,4      | 459,8    | mg kg <sup>-1</sup> |
| CaCl <sub>2</sub> -NH <sub>4</sub>      | 0,7           | 0,0      | 0,0      | mg kg <sup>-1</sup> |
| CaCl <sub>2</sub> -P                    | 7,5           | 2,2      | 137,8    | mg kg <sup>-1</sup> |
| CaCl <sub>2</sub> -K                    | 53,9          | 63,7     | 2368,6   | mg kg <sup>-1</sup> |
| CaCl <sub>2</sub> -Mg                   | 105,3         | 63,6     | 765,8    | mg kg <sup>-1</sup> |

A talaj fizikai félesége a vizsgált mélységben homok, Arany-féle kötöttségi száma átlagosan 26. Termőhelyi kategóriáját tekintve homoktalajnak minősül. A terület talaja gyengén savanyú kémhatású, a pH(CaCl<sub>2</sub>) a mélységgel csökken. A talaj szervesanyag-

tartalma alacsony, humusztartalma a mélységgel csökkenő tendenciát mutat. A terület talajának - a humusztartalom alapján meghatározott - nitrogénszolgáltató képessége közepesnek mondható. A feltalaj (0-30 cm) AL oldható P-ellátottsága igen jó, mennyisége a mélységgel mintegy megfelelődik. Az AL oldható K-ellátottság jónak mondható, mennyisége a mélységgel kismértékű csökkenést mutat. A N és P adatok valószínűsítik, hogy a tápanyagpótlással kijuttatott tápelemek zöme a feltalajban koncentrálódik, a rétegek közötti vertikális mozgás a talaj homokos szerkezete ellenére csekély. A talaj Mg-tartalma igen jónak mondható. A talaj sóartalma < 0,1 %, így nem tekinthető sósnak.

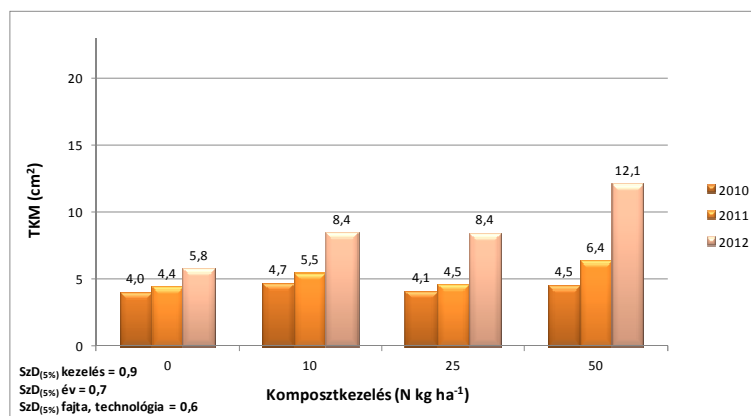
Az egyes termesztés-technológiák közötti tápanyagbeli különbségek évről-évre megmutatkoztak (az integrált ültetvény alap műtrágyázásban is részesült a kiegészítő komposztkezelése mellett, míg a bio/öko ültetvény kizárólag komposzt dózisokat kapott). Azt tapasztaltuk, hogy a komposztkezelések nemcsak a bio/öko, hanem az integrált ültetvény talajparamétereinek alakulására is hatással volt. Elsősorban a könnyen hozzáférhető tápelemek mennyiségét (pl. nitrát-, ammónia-, szerves-N,  $\text{CaCl}_2$ -Mg) növelték, vagy tartották szinten, de emelték a talaj AL-K és -Ca tartalékát is.

Hazánkban még szerény számú kutatás fókuszál a bio/öko és az integrált ültetvények tápelem-tartalmának megfigyelésére és összehasonlítására. Almaültetvény talajában mérhető tápanyag-mennyiségek változásáról HOLB és NAGY (2004) tudósítottak először. Kísérletünk esetében több alkalommal is kedvezőbb tápelem-szinteket illetve jobb tápanyag-ellátottságot állapítottunk meg az integrált termesztésű fák talajában, mint a bio/öko termesztésben.

### 3.2.2. A fák vegetatív tulajdonságait jelző mutatók alakulása

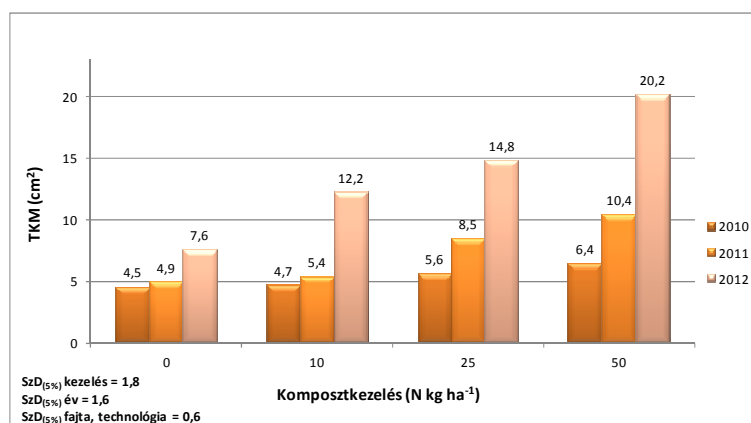
#### A törzsterület alakulása

A *Golden Delicious* és a *Pinova* almafa törzsterülete fajtaspecifikumnak tekinthető, ami a fajták növekedési erélyének jellemzésére szolgálhat. A fajták közti különbségek ellenére az egyes termesztés-technológiákban közel hasonló tendenciákat tapasztaltunk mind a törzsterületek, mind a továbbiakban vizsgált egyéb paraméterek esetében. Ezért az ábrák bemutatásának sorrendje a technológiák (és nem a fajták) szerinti felosztást követi. A bio/öko termesztésű *Golden Delicious* almafák törzsterületének alakulását a **2. ábra** szemlélteti.



**2. ábra:** A bio/öko termesztésű *Golden Delicious* almafák törzsterületének alakulása (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

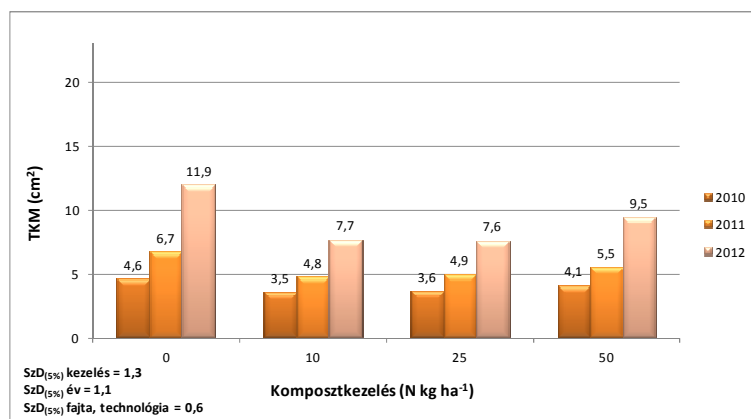
A kiindulási évben (2010-ben) a komposztdózis növekedésével nem tapasztaltunk igazolható különbséget a fák törzsterületei között. Komposzthatásról ekkor még nem beszélhetünk. 2011-ben a 10 és az 50 kg N ha<sup>-1</sup>-os kezelés fáinak törzsterületei szignifikáns növekedést mutatnak a kontroll fák törzsterületéhez képest. 2012-ben minden kezelés hatására szignifikánsan gyarapodtak a törzsterületek. Adott kezeléseken belül a 2012-es évben átlagosan 64 %-os (a kezelések sorrendjében: 31, 52, 86 és 89 %-os) volt a gyarapodás az előző évi növekményhez képest. A bio/öko termesztésű *Pinova* almafák törzsterületének alakulását a **3. ábra** szemlélteti.



**3. ábra:** A bio/öko termesztésű *Pinova* almafák törzsterületének alakulása (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

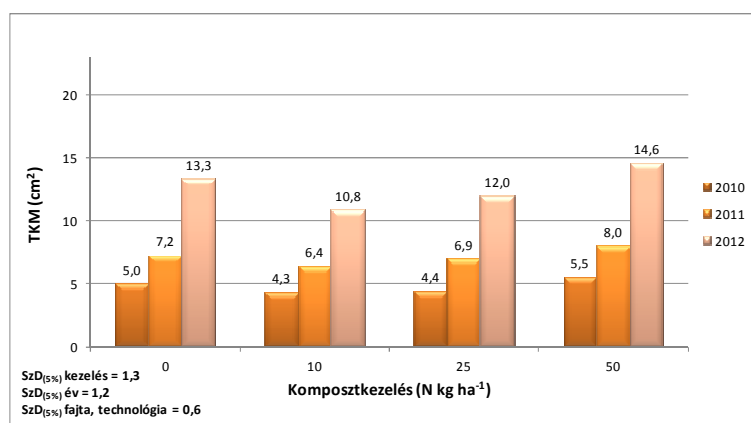
A *Pinova* törzsterületeinek gyarapodása hasonló tendenciát követ, mint a *Golden Delicious* fáké. 2010-ben kismértékű növekedés figyelhető meg a komposztdózisok növekedésével, 2011-ben már erőteljesebb (a kontroll kezeléshez képest a 25 és 50 kg N ha<sup>-1</sup> szignifikánsan különböző), míg 2012-ben egyértelműen tendenciaszerű szignifikáns növekedést tapasztaltunk minden kezelésnél. Kezelésen belül a 2012. évi törzsterületek

átlagosan 87 %-kal (a kezelések sorrendjében: 55, 125, 74 és 94 %-kal) nagyobbak az előző évi növekményhez képest. Az integrált termesztésű *Golden Delicious* almafák törzsterületének alakulását a **4. ábra** szemlélteti.



**4. ábra:** Az integrált termesztésű *Golden Delicious* almafák törzsterületének alakulása (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

A komposzt mennyiségének növekedésével 2010-ben és 2011-ben nem tapasztaltunk szignifikáns eltérést a törzsterületek alakulásában, míg 2012-ben szignifikánsan alacsonyabb értékeket mutatnak adataink a kontroll fákhhoz képest. Adott kezeléseken belül a 2012. évi törzsterületek átlagosan 66 %-kal (a kezelések sorrendjében: 77, 60, 55 és 72 %-kal) nőttek az előző évi növekményhez képest. Az integrált termesztésű *Pinova* almafák törzsterületének alakulását az **5. ábra** szemlélteti.



**5. ábra:** Az integrált termesztésű *Pinova* almafák törzsterületének alakulása (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

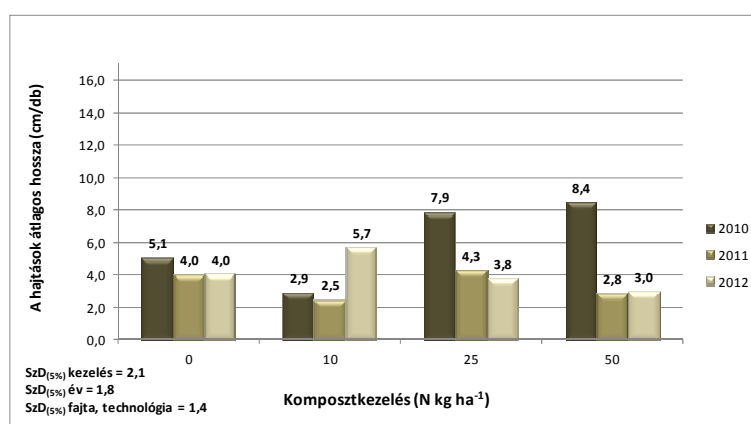
A növekvő komposztdózisok hatására 2010-ben és 2011-ben nincs, míg 2012-ben szignifikáns csökkenés látható (a 10 és 25 kg N ha<sup>-1</sup> kezelésben) a kontrollhoz képest (kivéve: 50 kg N ha<sup>-1</sup>, ahol szignifikáns törzsterületbeli gyarapodás látható). A 2012. évi

törzsterületek átlagosan 77 %-kal (a kezelések sorrendjében: 84, 68, 74 és 82 %-kal) nagyobbak az előző évi növekményhez képest.

A kísérlet beállításkor a kijelölt kontroll és a kezelt fák törzsterületei szignifikánsan nem különböztek egymástól (kivéve a bio/öko Pinova 50 kg N ha<sup>-1</sup>-os kezelése), ez alapján megállapítható, hogy erőnlétük statisztikailag egységesnek tekinthető.

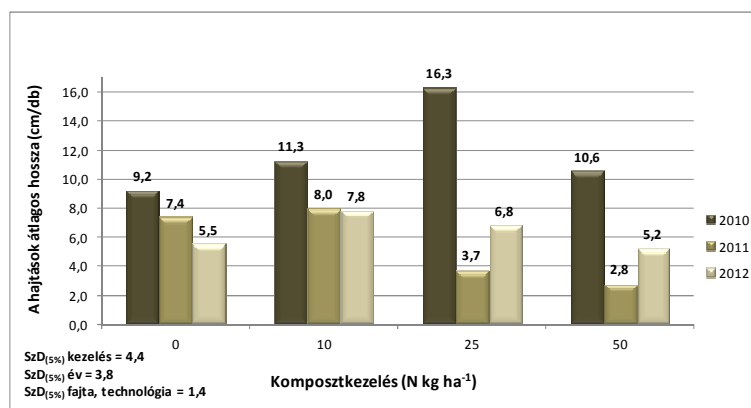
### A hajtások átlagos hosszának alakulása

A 6. ábra szemlélteti a bio/öko termesztésű *Golden Delicious* elsőrendű elágazásain lévő hajtások átlagos hosszát.



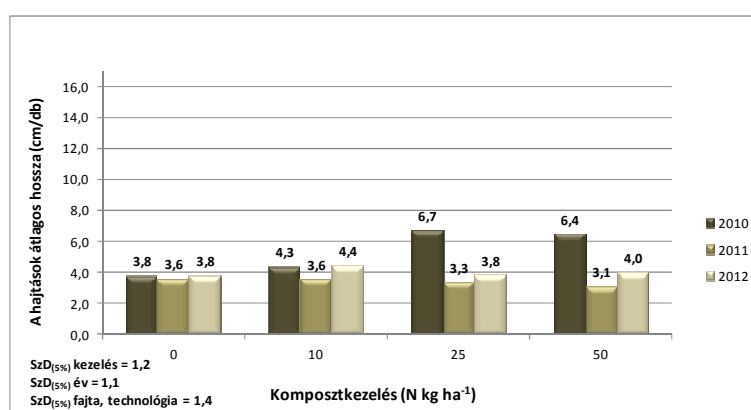
6. ábra: A bio/öko termesztésű *Golden Delicious* elsőrendű elágazásain lévő hajtások átlagos hossza (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

2010-ben vélhetően még nem számolhatunk komposzthatással, a 25 és 50 kg N ha<sup>-1</sup>-os kezelés esetében azonban hosszabb növedékeket mértünk, mint a kontroll fákön. 2011-ben és 2012-ben nincs szignifikáns változás a hajtás hosszakban a komposzt mennyiségének növekedésével. A 7. ábra szemlélteti a bio/öko termesztésű *Pinova* elsőrendű elágazásain lévő hajtások átlagos hosszát.



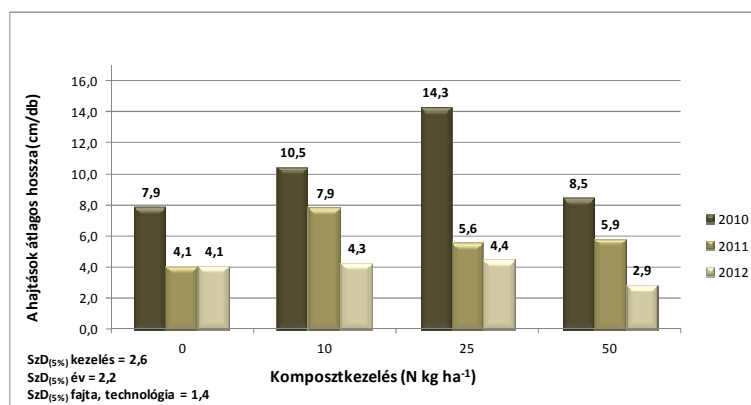
7. ábra: A bio/öko termesztésű *Pinova* elsőrendű elágazásain lévő hajtások átlagos hossza (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

A *Pinova* esetében, hasonlóan a *Golden Delicious* hajtáshosszainak alakulásához, szintén 2010-ben mértük a leghosszabbakat. Kiugróan magas értéket képvisel a 25 kg N ha<sup>-1</sup>-os kezelésben mért 16,3 cm-es átlag, ennek magyarázata, hogy arányaiban egy viszonylag magas hajtáshosszhoz, alacsony hajtásszám párosult. 2011-ben a komposzt mennyiségének emelkedésével, szignifikáns hajtáshosszbeli csökkenés mutatkozik, míg 2012-ben nincs számottevő különbség a kontrollhoz viszonyítva. Az integrált termesztésű *Golden Delicious* elsőrendű elágazásain lévő hajtások átlagos hosszát a **8. ábra** szemlélteti.



**8. ábra:** Az integrált termesztésű *Golden Delicious* elsőrendű elágazásain lévő hajtások átlagos hossza (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

A bio/öko termesztésű *Golden Delicious* hajtáshosszakhoz hasonlóan 2010-ben, szignifikáns különbség mutatkozik a két legnagyobb komposztkezelésnél. 2011-ben és 2012-ben nincs szignifikáns eltérés a hajtáshosszak között. Az integrált termesztésű *Pinova* elsőrendű elágazásain lévő hajtások átlagos hosszát a **9. ábra** szemlélteti.

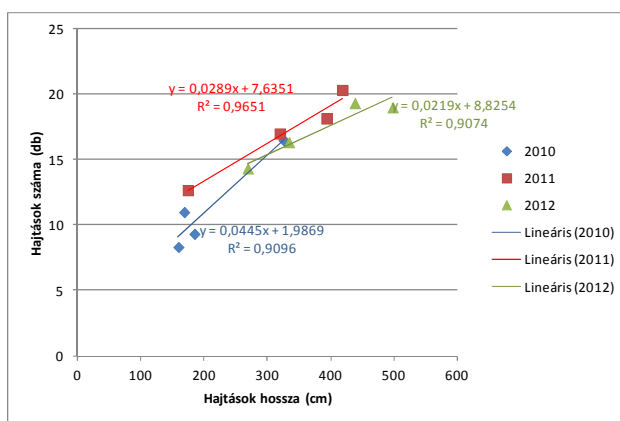


**9. ábra:** Az integrált termesztésű *Pinova* elsőrendű elágazásain lévő hajtások átlagos hossza (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

A bio/öko termesztésű *Pinovához* hasonló tendenciát tapasztaltunk az integrált *Pinova* esetében is. 2010-ben kiugróan magas átlagos hajtáshosszakat mértünk, 2011-ben és 2012 már rövidebb és a kontrolltól nem különböző hosszakat mértünk a komposzt mennyiségének emelkedésével.

*A fák életkorának növekedésével hajtáshosszbeli csökkenés mutatkozott.*

Vizsgáltuk **a hajtások összes hosszúsága, illetve darabszáma közötti összefüggést is.** Azt tapasztaltuk, hogy a hajtások összes hosszának (cm) és összes darabszámának (db) alakulása egymással szoros összefüggést mutat, tendenciájában megegyezik (a korrelációs koefficiens az esetek döntő többségében  $R^2 > 0,9096$  volt). Vagyis ahol magasabb volt az összes hajtás hosszúság, ott több volt a hozzá tartozó darabszám is. A legszorosabb összefüggést az integrált termesztésű *Golden Delicious* almafák hajtásainak összes hosszúsága és darabszáma között véltük felfedezni (**10. ábra**).

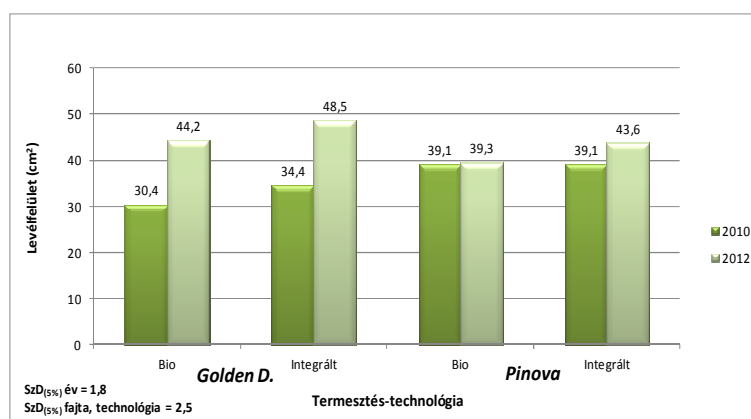


**10. ábra:** Az integrált termesztésű *Golden Delicious* almafák hajtásainak összes hosszúsága és darabszáma közötti összefüggés (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

Ez alapján megállapítható, hogy míg ezen mutatók alakulása egymással egyenes arányban állt, addig a hányadosukból számított átlagos hajtáshosszúság (cm/db) épp ellentétesen alakult. Vagyis ahol magasabb volt a hajtáshossz illetve a darabszáma, ott alacsonyabb átlagértékeket kaptunk. Ez majd a levél *K*-tartalmának alakulása szempontjából lesz meghatározó.

### **A levélfelület alakulása 2010-ben és 2012-ben**

A bio/öko és az integrált termesztésű *Golden Delicious* és *Pinova* almafajták kontroll kezelt levélfelületének átlagértékeit a **11. ábra** szemlélteti.



**11. ábra:** A bio/öko és az integrált termesztésű *Golden Delicious* és *Pinova* almafajták levélfelületének alakulása (Debrecen-Pallag, 2010 és 2012)

Látható, hogy a 2010-es bio/öko *Golden Delicious* levelek számított felülete tekinthető legkisebbnek. 2012-ben már szignifikáns növekedés mutatkozik. A 2010-es bio/öko levelekhez képest szignifikánsan nagyobbak a 2010-es integrált *Golden Delicious* levelek is. 2012-ben pedig itt mértük a legnagyobb felületeket. A 2010-es bio/öko *Pinova* levelek felülete nem változott idővel, még a 2010-es integrált levelek felülete sem különbözik igazolhatóan, viszont 2012-re a műtrágya hatására szignifikáns növekedés látszik.

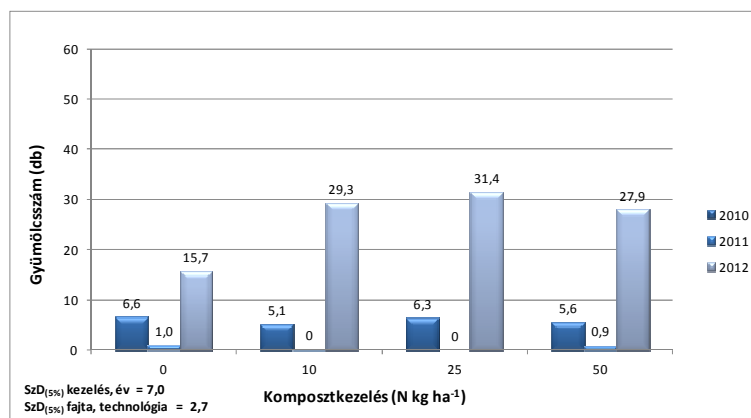
*Az integrált technológiában termesztett fák levélfelülete nagyobb, mint a bio/öko termesztésűé.*

*A komposzt kezelések hatására a Golden Delicious levélmérete mutatott erőteljesebb reakciót, míg a Pinova levelének méretére inkább a csapadék mennyiségének alakulásával mutat kisebb mértékű összefüggést.*

### 3.2.3. A fák generatív tulajdonságait jelző mutatók alakulása

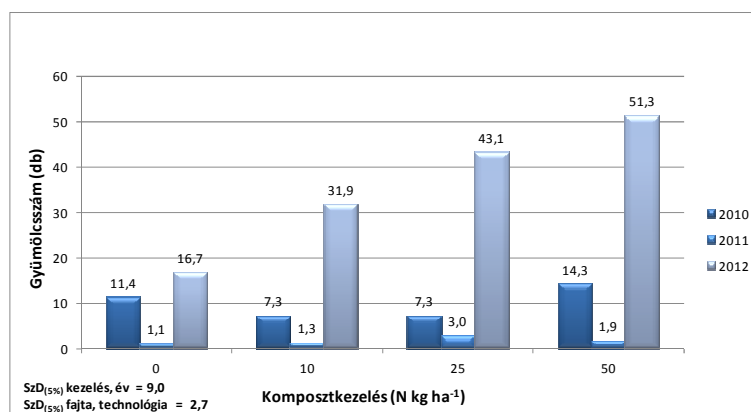
#### A fánkénti gyümölcsök számának alakulása

A bio/öko termesztésű *Golden Delicious* almafákról szüretelt almák mennyiségét a **12. ábra** mutatja.



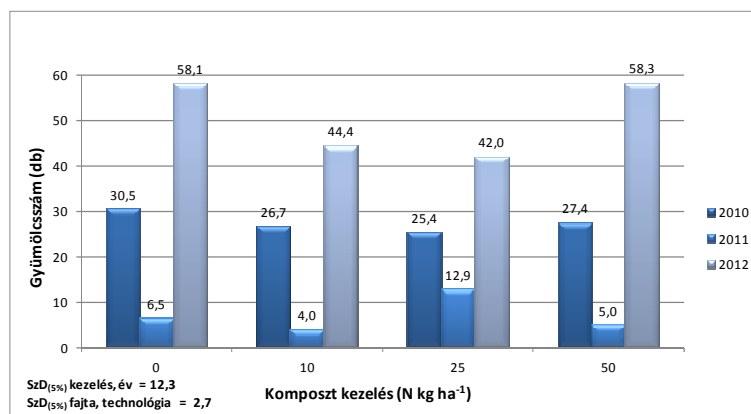
**12. ábra:** A bio/öko termesztésű *Golden Delicious* fánkenti gyümölcsszámának alakulása (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

2010-ben nincs összefüggés a komposzt mennyiségének növekedése és az alma darabszámok alakulása között (az első komposzt kijuttatás a terméskötődés után történt). Átlagosan 5-6 db almát számoltunk fánként. 2011-ben a több napos tavaszi fagykár miatt (a DE Agrometeorológiai Obszervatórium adataira támaszkodva), jelentős terméskiesés figyelhető meg. 2012-ben már szignifikáns alma darabszám növekedést tapasztaltunk a kiadagolt komposztdózisok hatására; kiemelendő, hogy a 25 kg N ha<sup>-1</sup>-os kezelésű fákön (31,5 db) átlagosan kétszer annyi almát számoltunk, mint a kontroll kezelésű fákön (15,7 db). A bio/öko termesztésű *Pinova* fákról szüretelt almák számát a **13. ábra** mutatja.



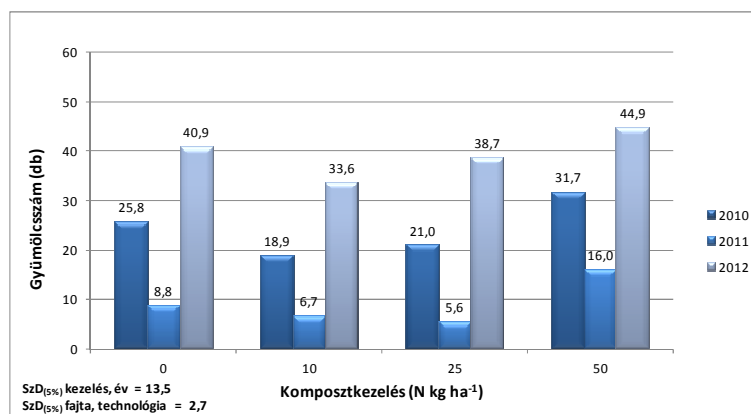
**13. ábra:** A bio/öko termesztésű *Pinova* fánkenti gyümölcsszámának alakulása (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

Megállapítható miszerint a *Pinovánál* 2010-ben még nincs, 2011-ben a virágzaskori fagy miatt egyáltalán nincs, 2012-ben viszont már minden kezelésnél van szignifikáns alma darabszámbeli növekedés a kiadagolt komposztdózisok hatására, a kontrollhoz viszonyítva. Az integrált termesztésű *Golden Delicious* fákról szüretkor leszedett almák számát a **14. ábra** mutatja.



**14. ábra:** Az integrált termesztésű *Golden Delicious* fánkénti gyümölcsszámának alakulása (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

Az integrált technológia esetén, a kijuttatott komposzt dózisok mellett a műtrágyázás hatása is megmutatkozik az alma darabszámok alakulásában. 2010-ben nincs szignifikáns különbség a kezelt fákon felvételezett almák darabszáma között. 2011-ben a fagykár miatt kevés, de még számolható alma volt az fákon. 2012-ben, a fák termőre fordulásával a gyümölcsszámok hirtelen megugrása mutatkozott, érdemleges szignifikáns változások azonban nincsenek az alma darabszámok vonatkozásában. Az integrált termesztésű *Pinova* almafákról szüretkor leszedett almák számát a **15. ábra** mutatja.



**15. ábra:** Az integrált termesztésű *Pinova* fánkénti gyümölcsszámának alakulása (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

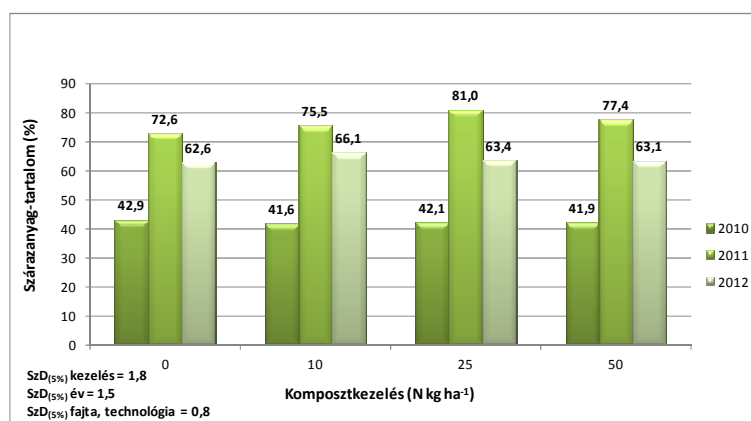
Az integrált *Pinova* alma darabszámok alakulása tendenciájában hasonlít az integrált *Golden Delicious* esetében tapasztaltakhoz: 2010-ben még nincs komposzthatás, 2011-ben már mutatkozik kismértékű tápanyaghatás (a bio/öko fákhoz képest itt volt számolható alma a fákon), míg 2012-ben ugrásszerű, statisztikailag nem igazolható eredmény látható, amely elsősorban a műtrágya hatásának tulajdonítható.

2010-ben még nem beszélhetünk komposzthatásról (az első kijuttatás a terméskötődés után volt). 2011-ben hiányzott az alma a fákról. A terméskiesés oka, a kora tavaszi fagyhatás, amely a virágzás ideje alatt okozott károsodást. 2012-ben már tapasztaltunk szignifikáns alma-darabszám növekedést a komposzt mennyiségének emelkedésével (elsősorban a bio/öko termesztésű ültetvényekben).

### 3.2.4. A levélanalízis eredményei

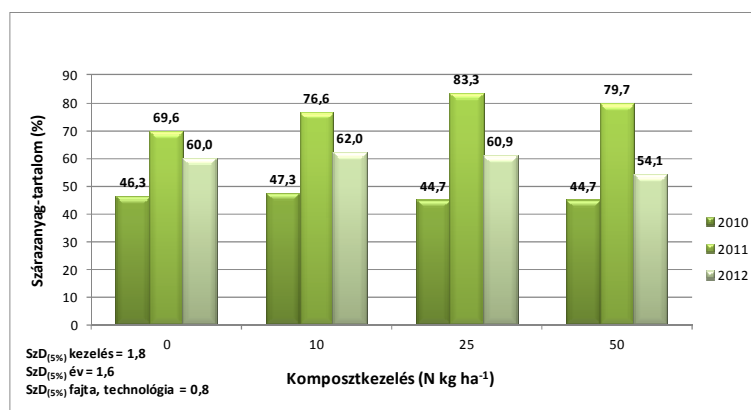
#### A levélminták szárazanyag-tartalmának alakulása

A bio/öko termesztésű *Golden Delicious* levelének szárazanyag-tartalmát a **16. ábra** szemlélteti.



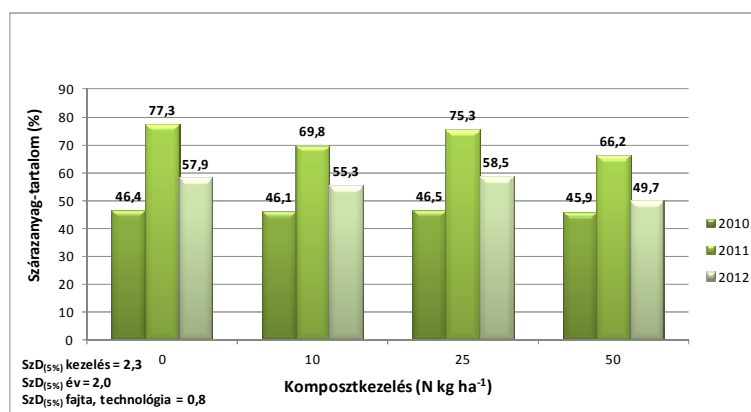
**16. ábra:** A bio/öko termesztésű *Golden Delicious* levelének szárazanyag-tartalma (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

Az egyes kezelések közötti különbségek nem számottevőek, szignifikáns növekedést a kontrollhoz képest 2011-ben a 25 és 50 kg N ha<sup>-1</sup>-os kezelés, míg 2012-ben a 10 kg N ha<sup>-1</sup>-os kezelés mutatott. A bio/öko termesztésű *Pinova* levelének szárazanyag-tartalmát a **17. ábra** szemlélteti.



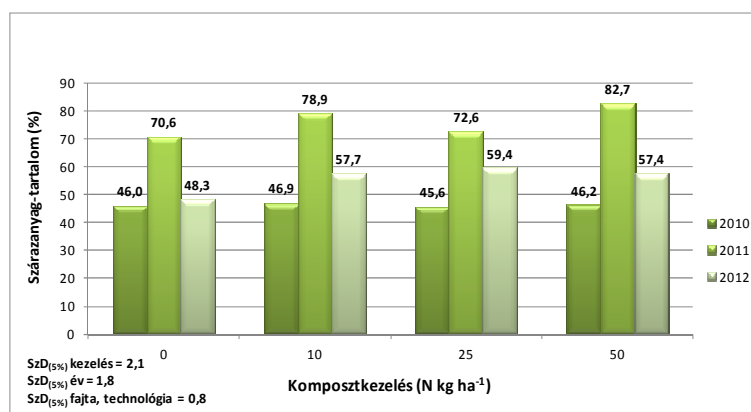
**17. ábra:** A bio/öko termesztésű *Pinova* levelének szárazanyag-tartalma (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

2011-ben már szignifikáns különbségek mutatkoznak, a komposzt dózis emelkedésével nő a levelek szárazanyag-tartalma a kontrollhoz viszonyítva. Ez vélhetően a termés nélküli állapot következménye. 2012-ben a 10 kg N ha<sup>-1</sup>-os kezelés leveleinek szárazanyag-tartalma szignifikánsan nagyobb volt, mint a kontroll. Az integrált termesztésű *Golden Delicious* levelének szárazanyag-tartalmát a **18. ábra** mutatja.



**18. ábra:** Az integrált termesztésű *Golden Delicious* levelének szárazanyag-tartalma (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

A komposztkezelések között vagy nincs (2010), vagy szignifikánsan csökkenő eltérés figyelhető meg a kontrollhoz képest (2011 és 2012). Az integrált termesztésű *Pinova* levelének szárazanyag-tartalmát a **19. ábra** mutatja.



**19. ábra:** Az integrált termesztésű *Pinova* levelének szárazanyag-tartalma (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

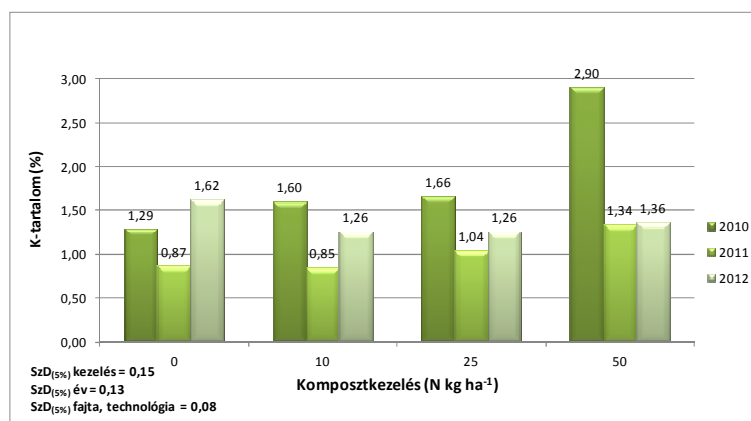
2011-ben és 2012-ben a kontrolltól szignifikánsan különbözött minden kezelés. Adott kezeléseken belül az évjárat és vélhetően a terméshiány hatása mutatkozik meg.

2010-ben vélhetően még nem volt hatása a komposztnak a levél beltartalomra. 2011-ben már volt hatása, de nem volt termés a fákon. 2012-ben a termésterhelés mellett is növekedést tapasztaltunk a szárazanyag-tartalom alakulásában.

A levelek szárazanyag-tartalmának alakulásában tendenciaszerű megállapítások tehetőek az éves csapadék ellátottság hatására is, miszerint 2010-ben alacsonyabb ( $\approx 43\%$ ), 2011-ben magasabb ( $\approx 74\%$ ), 2012-ben pedig az előbbi két év közötti átlagértékeket ( $\approx 60\%$ ) tapasztaltunk.

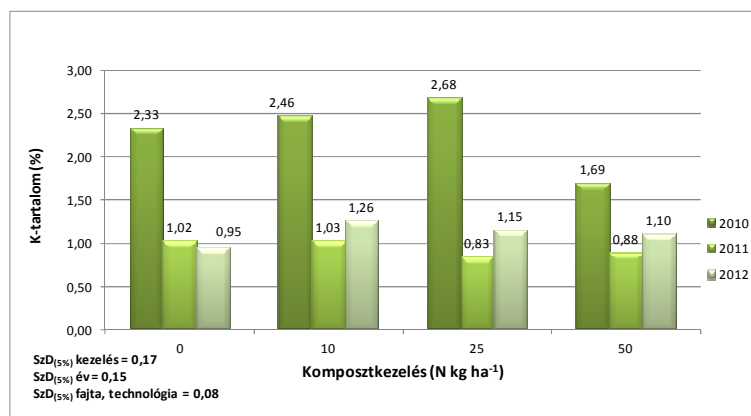
### A levélminták K-tartalmának alakulása

A bio/öko termesztésű *Golden Delicious* levelének K-tartalmát a **20. ábra** szemlélteti.



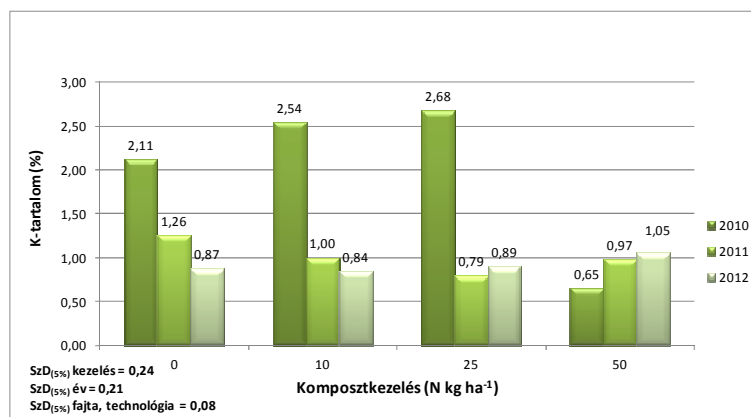
**20. ábra:** A bio/öko termesztésű *Golden Delicious* levelének K-tartalma (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

A kiindulási évben mértük a legmagasabb K-tartalmakat, ez vélhetően a csapadékos évjáratnak tulajdonítható. 2010-ben és 2011-ben a komposztdózis emelkedésével egyidejűleg, szignifikáns növekedést tapasztaltunk a levelek K-tartalmában a kontrollhoz képest. Alacsony gyümölcssterhelés esetében relatíve magasabb a vegetatív túlsúly. 2012-ben épp ellenkezőleg, elemtartalombeli csökkenés mutatkozott, vélhetően a gyümölcssterhelés növekedése és az aszály következtében. Adott kezeléseken belül összefüggés látható a levelek K-tartalma és az elsőrendű elágazásokon lévő hajtások átlagos hosszai között (**6. ábra**). Azt tapasztaltunk, hogy ott nagyobb a levelek K-tartalma, ahol átlagosan hosszabb hajtásokat (cm/db) mértünk. A bio/öko termesztésű *Pinova* levelének K-tartalmát a **21. ábra** szemlélteti.



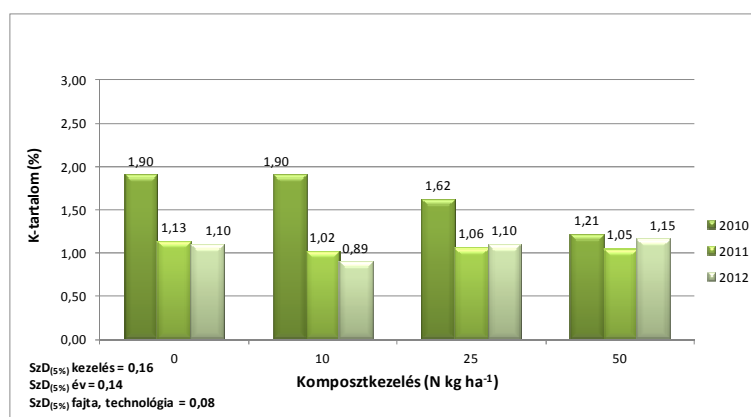
**21. ábra:** A bio/öko termesztésű *Pinova* levelének K-tartalma  
 (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

A 2010-ben valószínűleg a sok csapadék növelte a fák K-felvételét a levelekben, kimagasló elemtartalmakat mértünk a többi évhez képest. A komposzt mennyiségének emelkedésével kezdetben szignifikáns K-tartalombeli növekedést tapasztaltunk a kontrollhoz képest, majd az 50 kg N ha<sup>-1</sup>-os kezelésnél szignifikáns visszaesés látható. Ezen tendencia ugyancsak összefüggést mutat a hajtások átlagos hosszának alakulásával (7. ábra). 2011-ben és 2012-ben stagnálás látható az elemtartalmak alakulásában. Az integrált termesztésű *Golden Delicious* levelének K-tartalmát a 22. ábra szemlélteti.



**22. ábra:** Az integrált termesztésű *Golden Delicious* levelének K-tartalma  
 (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

Az első évben mért K-tartalmak a legmagasabbak (kivéve 50 kg N ha<sup>-1</sup>). 2010-ben szignifikáns K-tartalombeli növekedést, 2011-ben csökkenést, 2012-ben stagnálást tapasztaltunk a komposzt mennyiségének növelésekor. Adott kezelésen belül K-tartalombeli csökkenés mutatkozik az évek múlásával (kivéve: 50 kg N ha<sup>-1</sup>), ami csak részben követi a hajtások átlagos hosszának alakulását (8. ábra). Az integrált termesztésű *Pinova* levelének K-tartalmát a 23. ábra szemlélteti.



**23. ábra:** Az integrált termesztésű *Pinova* levelének K-tartalma (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

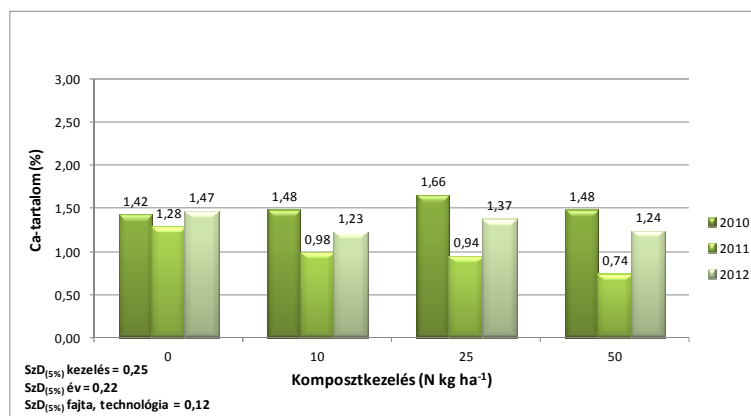
A kezdeti évben mért K-tartalmak ugyancsak meghaladják a több évi átlagot. 2010-ben a komposzt mennyiségének növekedésével szignifikáns K-tartalombeli csökkenés mutatkozik. 2011-ben és 2012-ben nem tapasztaltunk szignifikáns változást a komposzt kezelések hatására. Azonos kezeléseken belül szignifikáns K-tartalombeli csökkenés látható a kiindulási évhez képest, ez részben követi a hajtások átlagos hosszának alakulását (9. ábra).

*A levelek K-ellátottságát vizsgálva elmondható, hogy a kiindulási évben mértük a legmagasabb (> 2,0 %), a rákövetkező évben a legalacsonyabb (≈1,0 %) K-tartalmakat. BÚZÁS (1983) szerint előbbi esetben túlzott, utóbbinál már gyenge ellátottság áll fenn.*

*2011-ben és 2012-ben, a csapadékban szegényebb években, a bio/öko termesztés esetében szembetűnőbb volt az évjáratí tényezők K-tartalom módosító hatása, mint az integrált technológiában. Aszályos évben minden esetben alacsonyabb értékeket kaptunk, csupán az integrált technológiában kisebb volt a csökkenés mértéke. HOLB és NAGY (2004) levéldiagnosztikai méréseik alapján hasonló megállapítást tettek, miszerint szignifikánsan nagyobb K-tartalmat mutattak ki az integrált termesztésű almafajok levelében, a bio/öko termesztésű levelekhez képest (NAGY, 2009).*

#### **A levélminták Ca-tartalmának alakulása**

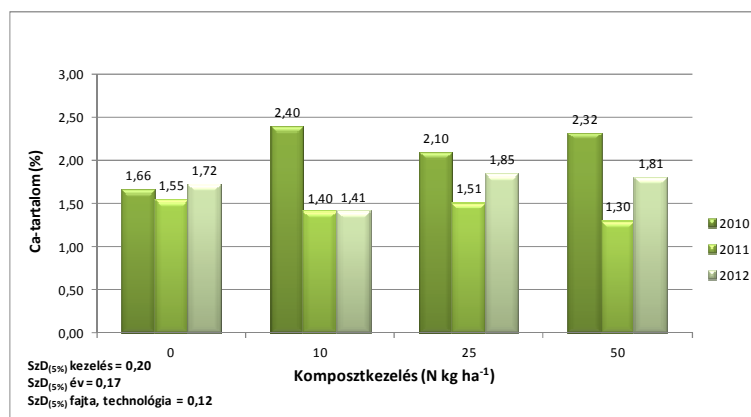
A bio/öko termesztésű *Golden Delicious* levelének Ca-tartalmát a **24. ábra** szemlélteti.



**24. ábra:** A bio/öko termesztésű *Golden Delicious* levelének Ca-tartalma (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

2010-ben a komposzt mennyiségének növelésével statisztikailag nem igazolható Ca-tartalombeli növekedést tapasztaltunk. 2011-ben szignifikáns, 2012-ben kismértékű csökkenés figyelhető meg a levelek Ca-tartalmában a kontrollhoz viszonyítva. Adott kezeléson belül, a kiindulási évhez viszonyítva eltérő mértékű csökkenés látható a Ca-tartalomban. Legalacsonyabb Ca-szinteket a fagykáros évben, legmagasabbakat a csapadékos évben mértünk. Vélhetően összefüggésbe hozható ezen elemtartalom alakulása az évjárat hatásával, illetve a szárazanyag-tartalom változásával (**16. ábra**).

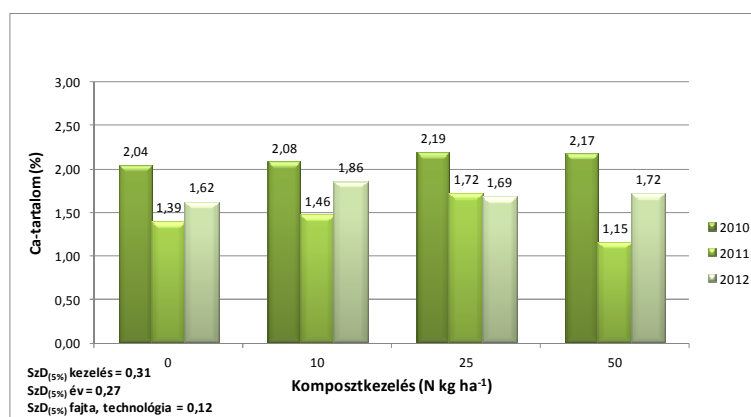
A bio/öko termesztésű *Pinova* levelének Ca-tartalmát a **25. ábra** szemlélteti.



**25. ábra:** A bio/öko termesztésű *Pinova* levelének Ca-tartalma (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

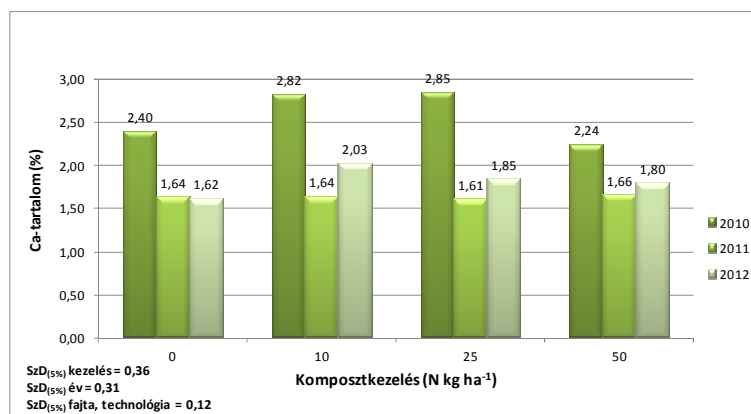
2010-ben a kontroll kezeléshez viszonyítva szignifikáns elemtartalombeli növekedés látható a komposzt dózisok emelkedésének következtében. A kontrolltól szignifikánsan alacsonyabb értéket 2011-ben az 50 kg N ha<sup>-1</sup>-os kezelés, 2012-ben a 10 kg N ha<sup>-1</sup>-os kezelés jelentett. Adott kezeléseken belül 2010-ben mértük a legmagasabb, 2011-ben a legalacsonyabb Ca-tartalmat, csakúgy, mint az éves csapadékmennyiség alakulásában.

A szárazanyag-tartalommal ugyancsak fordított arányosság mutatkozik (**17. ábra**). Az integrált termesztésű *Golden Delicious* levelének Ca-tartalmát a **26. ábra** szemlélteti.



**26. ábra:** Az integrált termesztésű *Golden Delicious* levelének Ca-tartalma (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

A komposztdózis hatására egyik évben sem tapasztaltunk szignifikáns Ca-tartalombeli növekedést a kontroll levelek elemtartalmához viszonyítva. Adott kezelésen belül legmagasabb Ca-tartalmakat a kiindulási évben, míg legalacsonyabb elemtartalmakat a terméshiányos évben mértünk. A szárazanyag-tartalom és a Ca-tartalom fordított arányú alakulása ismételtén megmutatkozik (**18. ábra**). Az integrált termesztésű *Pinova* levelének Ca-tartalmát a **27. ábra** szemlélteti.



**27. ábra:** Az integrált termesztésű *Pinova* levelének Ca-tartalma (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

A komposzt mennyisége döntően nem befolyásolta a levelek Ca-tartalmát. Nem tapasztaltunk szignifikáns különbségeket a kontroll kezeléshez képest egyik évben sem. Adott kezelésen belül megfigyelhető, hogy a levelek Ca-szintjének változása tükrözi az éves csapadék mennyiség ingadozását, ezzel egyidejűleg a szárazanyag-tartalommal fordított arányban alakul (**19. ábra**).

*A levelek Ca-tartalma 1,2-1,8 % között kedvezőnek tekinthető (SZŰCS, 1999). Kísérletünk esetében az integrált termesztésű fák leveleiben (2010-ben) a csapadékos évben határérték feletti elemtartalmat ( $> 2,0\%$ ), 2011-ben, a levelek legalacsonyabb Ca-tartalma esetén optimális mennyiséget mértünk (1,4-1,6 %). A bio/öko levelek Ca-szintje alacsonyabb volt, mint az integráltban.*

*Az évjárat hatását figyelembe véve elmondható, hogy csapadékos évben magasabb, szárazabb és terméshiányos évben alacsonyabb Ca-tartalommal számolhatunk.*

#### **4. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK**

- 1. A szabadföldi kísérlet három éve alatt megállapítottuk, hogy a bio/öko termesztésben (ahol a műtrágyázás kizárt) a komposzt dózisok mindegyike, annak növekedési sorrendjében, mindkét almafajta esetében, igazolhatóan serkentette a fák vegetatív teljesítményének komplex mutatóját, a törzsterületet.**
- 2. Az integrált termesztésben, ahol a fák eleve nagyobb növekedési potenciállal rendelkeztek (a műtrágyázás lehetőségei következtében), kimutattuk, hogy a komposzt nem jelentett törzsterület-növelő hatást.**
- 3. Megállapítottuk, hogy termesztési módtól függetlenül, a hajtások összes hosszúságának és darabszámának alakulása mindkét vizsgált almafajta esetében szoros összefüggést mutat, amit a korrelációs koefficiens értéke ( $R^2 > 0,9096$ ) igazol. Ennek megfelelően magasabb összes hajtás hosszúsághoz, magasabb hajtás darabszám párosult.**
- 4. Kimutattuk, hogy integrált termesztésben a fák levélmérete mindkét fajta esetében igazolhatóan nagyobb, mint a bio/öko termesztésűé.**
- 5. Eredményeink szerint, az almalevelek szárazanyag- és Ca-tartalmának alakulása egymással fordított arányban van.**
- 6. Megállapítottuk, hogy az almalevelek K-tartalma egyenes arányú összefüggést mutat az átlagos hajtáshosszúság (cm/db) alakulásával.**
- 7. Kimutattuk, hogy a komposzt dózisok és a nagyobb talaj tápanyagtőke együttese az integrált ültetvényben kedvezően ellensúlyozták illetve mérsékeltek**

a tavaszi fagy gyümölcskötődés csökkentő hatását, míg a bio/öko ültetvényben ez egyetlen komposztkezelés esetében sem volt megállapítható.

8. Megállapítottuk, hogy a komposzt a bio/öko ültetvény *Golden Delicious* almagyümölcsének tömegét kizárólag aszályos évben, míg a *Pinova* gyümölcsökét mind három vizsgált évben növelte.

## 5. A GYAKORLATBAN HASZNOSÍTHATÓ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Tenyészedényes kísérleteink tapasztalatai alapján, figyelem bevéve a komposzt kijuttatásának kivitelezhetőségét és annak gazdaságosságát, megállapítottunk egy átlagos alkalmazandó dózist, amelynek hatását kertészeti kultúrában kedvezőnek ítélnünk:  $4-8 \text{ kg m}^{-2}$ .
2. A vizsgált időszak alatt azt tapasztaltuk, hogy a komposztkezelések mind a bio/öko, mind az integrált ültetvény talajában tápelem-növelő hatásúak voltak. Elsősorban a könnyen hozzáférhető tápelemek mennyisége (pl. nitrát-, ammónia-, szerves-N,  $\text{CaCl}_2\text{-Mg}$ ) növekedett, de emelkedett a talaj AL-K és -Ca tartaléka is.
3. A komposztkezelésben részesült fák fajlagos hajtásszámát tekintve megállapítottuk, hogy az integrált termesztésű fákon több hajtás keletkezett, mint a bio/öko ültetvényben. Ez a termékenyebb típusú növekedési formával és közvetve a jobb/kedvezőbb növényi kondícióval hozható összefüggésbe.
4. Több esetben is kedvezőbb tápelem-szinteket és arányokat állapítottunk meg az integrált termesztésű almalevelekben, mint a bio/öko termesztésben (pl. Mg-tartalom, K/Ca arány). Ez a bio/öko ültetvény talajának szerényebb tápelem-tartalmára, illetve annak bizonytalanabb felvételi lehetőségeire enged következtetni, ami a tápanyag-utánpótlás kritikus fontosságára hívja fel a figyelmet.
5. Kimutattuk, hogy a vizsgált két almafajta közül a *Pinova* a kedvezőtlenebb talaj-tápanyag-ellátottságra kevésbé érzékeny, növekedési és terméshozási sajátosságai kiegyenlítettebbek, ami a *Golden Delicious*hoz viszonyítva a bio/öko termesztésre való jobb alkalmazhatóságát bizonyítja.

## 6. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN

### Tudományos közlemény idegen nyelvű, hazai, lektorált folyóiratban

**Szabó, A.–Berta Szabó, E.–Nagy, T. P.–Balla-Kovács, A.–Vágó, I.:** 2010. Changing of some parameters of the soil-plant system as an effect of different composts. *Agrártudományi Közlemények/Acta Agraria Debreceniensis CD.* 262–266. Debrecen. ISSN: 1588–8363.

**Szabó, A.–Vágó, I.:** 2011. The effect of different compost rates on the yield of ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Agrártudományi Közlemények/Acta Agraria Debreceniensis* 2011/44. 95–98. Debrecen. ISSN: 1588–8363.

**Szabó, A.–Berta-Szabó, E.–Balla-Kovács, A.–Kremper, R.–Vágó, I.:** 2012. The effect of different compost rates on the water balance of ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Növénytermelés/Crop production* 61. 97–100. Smolenice. Slovakia. ISSN: 0546–8191.

**Szabó, A.:** 2013. Application of different compost doses in *Pinova* and *Golden Delicious* apple orchards. *Agrártudományi Közlemények/Acta Agraria Debreceniensis* 2013/53. 91–94. Debrecen. ISSN: 1587–1282.

**Balla-Kovács, A.–Szabó, A.–Berta-Szabó, E.:** 2010. Studies of the influences of different N fertilizers and Microbion UNC bacterial fertilizer on the nutrient content of soil. *Agrártudományi Közlemények/Acta Agraria Debreceniensis CD.* 134–140. Debrecen. ISSN: 1588–8363.

**Berta-Szabó, E.–Zsigrai, Gy.–Szabó, A.–Loch, J.:** 2010. Effects of long-term K fertilization and liming on the extractable and exchangeable K contents of a Haplic Phaeosem soil. *Agrártudományi Közlemények/Acta Agraria Debreceniensis CD.* 141–145. Debrecen. ISSN: 1588–8363.

**Nagy, P. T.–Szabó, A.–Berta-Szabó, E.–Illés, A.–Kincses, I.:** 2010. The effect of water-stress on the mineral nutrition of fruit plantations. *Agrártudományi Közlemények/Acta Agraria Debreceniensis CD.* 187–192. Debrecen. ISSN: 1588–8363.

### Tudományos közlemény idegen nyelvű, külföldi, lektorált folyóiratban

**Szabó, A.–Berta-Szabó, E.–Sipos, M.–Vágó, I.:** 2010. The Effect of different compost: soil rates on some parameters of the soil-plant system. *Studia Universitatis “Vasile Goldiş”, Seria Ştiinţele Vieţii.* 20. 4: 83–87. Arad. Romania. ISSN: 1584–2363.

**Szabó, A.–Berta-Szabó, E.–Balla-Kovács, A.–Jakab, A.–Vágó, I.:** 2011. The effect of compost doses on P- and K-contents of the soil and indicator plant (*Lolium perenne* L.). *Analele Universitatii din Oradea, Fascicula Protectia Mediului.* 2011/b. 17. 1: 155–162. Oradea. Romania. ISSN: 1224–6255.

**Szabó, A.–Balla-Kovács, A.–Jakab, A.–Bákonyi, N.–Vágó, I.:** 2012. The effect of increasing compost doses on the changes of Ca- and Mg content of soil and indicator plant (*Lolium perenne* L.) in pot experiment. *Analele Universitatii din Oradea, Fascicula Protectia Mediului.* 2012/a. 18. 67–72. Oradea. Romania. ISSN: 1224–6255.

**Földesi, M.–Sipos, M.–Szabó, A.–Vágó, I.:** 2010. Uranium in fertilizers and their retention in the soil. *Studia Universitatis “Vasile Goldiş”, Seria Ştiinţele Vieţii.* Arad. Romania. (közlésre elfogadva)

Sipos, M.–Nagy, P. T.–**Szabó, A.**–Kátai, J.–Vágó, I.: 2010. Uranium in fertilizers and their retention in ground and stream waters. *Studia Universitatis "Vasile Goldiş", Seria Ştiinţele Vieţii*. Arad. Romania. (közlésre elfogadva)

Jakab, A.–**Szabó, A.**–Kovács, Zs.–Kátai, J.: 2011. The effect of alternative methods of nutrient supply on some microbiological characteristic of a chernozem soil. *Analele Universitatii din Oradea, Fascicula Protectia Mediului*. 2011/b. 17. 1: 85–90. Oradea. Romania. ISSN: 1224–6255.

Balla-Kovács, A.–Kremper, R.–Jakab, A.–**Szabó, A.** (2012): Effects of farmyard manure and a bacterial fertilizer on the phosphorus and potassium content of grape leaves. *Analele Universitatii din Oradea, Fascicula Protectia Mediului*. 2012/a. 18. 105–110. Oradea. Romania. ISSN: 1224–6255.

Jakab, A.–**Szabó, A.**–Tállai, M.–Balla-Kovács, A.–Kátai, J.: 2012. On the effects of bacterial fertilization on the microbiological parameters of chernozem soil based on a pot experiment. *Analele Universitatii din Oradea, Fascicula Protectia Mediului*. 2012/a. 18. 19–24. Oradea. Romania. ISSN: 1224–6255.

Balla-Kovács, A.–Kremper, R.–Jakab, A.–**Szabó, A.**: 2012. Organic and mineral fertilizer effects on the yield and mineral contents of carrot (*Daucus carota* L.). *Horticultural Science*. 18. 1: 69–74. Budapest. ISSN: 1585–0404.

Bákonyi, N.–Bott, S.–Gajdos, É.–**Szabó, A.**–Jakab, A.–Tóth, B.–Makleit, P.–Veres, Sz.: 2013. Using Biofertilizer to Improve Seed Germination and Early Development of Maize. *Polish Journal of Environmental Studies*. 6. 22: 1595–1599. Poland. ISSN: 1230–1485.

### **Tudományos közlemény magyar nyelvű lektorált folyóiratban**

**Szabó, A.**–Vágó, I.: 2010. A komposzt-talaj bekeverési arányának hatása a talaj-növény rendszer abiotikus és biotikus paramétereire. *Agrártudományi Közlemények/Acta Agraria Debreceniensis* 2010/41. 99–104. Debrecen. ISSN: 1587–1282.

**Szabó, A.**–Gonda, I.–Vágó, I.: 2012. Komposzt alkalmazása az integrált és az ökológiai gyümölcstermesztésben. *Agrártudományi Közlemények/Acta Agraria Debreceniensis* 2012/48. 135–139. Debrecen. ISSN: 1587–1282.

**Szabó, A.**: 2012. Növekvő komposztadagok hatása az angolperje (*Lolium perenne* L.) termésére és elemtartalmára. *Agrártudományi Közlemények/Acta Agraria Debreceniensis* 2012/50. 127–134. Debrecen. ISSN: 1587–1282.

**Szabó, A.**–Balla-Kovács, A.–Kremper, R.–Kincses, S.–né-Vágó, I.: 2013. A tápközeg és az angolperje (*Lolium perenne* L.) P- és K-tartalmának alakulása különböző komposztdózisok alkalmazásakor. *Talajvédelem különszám*. 459–468. Miskolc. ISBN: 978–963–08–6322–3.

**Szabó, A.**–Csihon, Á.–Balla-Kovács, A.–Gonda, I.–Vágó, I.: 2014. Komposzt kijuttatás hatása az ökológiai módon termesztett almafák (*Malus domestica* L.) levelének szárazanyag- és Ca-tartalmára. *Agrokémia és Talajtan*. 2014/63. (közlésre elfogadva)

**Szabó, A.**–Csihon, Á.–Vágó, I.: 2014. Komposzt kezelések hatása a bio/öko és integrált termesztésű almafák (*Malus domestica* Borkh.) egy folyóméter-hajtásra jutó levélfelületének (cm<sup>2</sup>) alakulására. *Agrártudományi Közlemények/Acta Agraria Debreceniensis*. (közlésre elfogadva)

**Szabó, A.–Csihon, Á.–Gonda, I.–Vágó, I.:** 2014. Komposzt dózis hatása az ökológiai termesztésű almafák (*Malus domestica* L.) gyümölcseinek cukor- és összes savtartalmára. *Magyar Gasztroenterológia*. ISSN: 1788–1145 (közlésre elfogadva)

**Balla-Kovács, A.–Kremper, R.–Szabó, A.–Jakab, A.–Kincses, S.-né:** 2013. A szarvasmarhatrágya és az EM-1 baktériumtrágya hatásának vizsgálata a homoktalaj könnyen oldható nitrogén-frakcióinak, káliumtartalmának szezonális változására. *Talajvédelem különszám*. 35-44. Miskolc. ISBN: 978–963–08–6322–3.

**Kremper, R.–Balla-Kovács, A.–Kincses, S.-né–Szabó, A.–Loch, J.:** 2013. A talaj oldható cink és foszfortartalmának alakulása tenyészedényes kísérletben NPZn trágyázás hatására. *Talajvédelem különszám*. 345-352. Miskolc. ISBN: 978–963–08–6322–3.

**Csihon, Á.–Illés, A.–Szabó, A.–Bicskei, D. K.:** 2014. Biostimulátor készítmények összehasonlító vizsgálata intenzív almaültetvényben. *Kertgazdaság*. 45. 4: 20-27. ISSN: 1479–2713.

### **Idegen nyelvű lektorált konferencia kiadvány**

**Szabó, A.–Berta-Szabó, E.–Kremper, R.–Balla-Kovács, A.–Nagy, P. T.–Vágó, I.:** 2011. The effect of increasing compost doses on the change of P and K contents of soil and yield of ryegrass (*Lolium perenne* L.). [Agriculture in nature and environment protection Proceedings of 4<sup>th</sup> International Scientific/Professional Conference.] *Agroglas*. 162–169. Vukovar. Croatia. ISBN: 978–953–7693–01–5.

### **Idegen nyelvű nem lektorált konferencia kiadvány**

**Szabó, A.–Berta-Szabó, E.–Vágó, I.:** 2011. Changing of the nutrient content of soil as an effect of different compost rates. [VII. Kárpát-Medencei Környezettudományi Konferencia.] *Konferenciakötet I*. 199–203. Kolozsvár. Románia. ISSN: 1842–9815.

### **Magyar nyelvű lektorált konferencia kiadvány**

**Szabó, A.–Jakab, A.–Balla-Kovács, A.–Vágó, I.:** 2012. Növekvő komposzt dózisok hatása a tápközeg- és a jelzőnövény (*Lolium perenne* L.) P és K-tartalmának változására tenyészedény kísérletben. [Alap és alkalmazott kutatások eredményei a növénytudományokban.] *Tudományos Workshop kiadvány*. 111–118. Debrecen. ISBN: 978–615–5183–17–1.

**Szabó, A.–Csihon, Á.–Bákonyi, N.–Kátai, J.–Vágó, I.:** 2013. Komposzt alkalmazása *Pinova* és *Golden Delicious* almaültetvényben. [Újabb kutatási eredmények a növénytudományokban.] *Tudományos Workshop kiadvány*. 47–53. Debrecen. ISBN: 978-615-5183-40-9.

**Szabó, A.:** 2013. A *Golden Delicious* és a *Pinova* almafajta levélfelületének és szárazanyag-tartalmának alakulása különböző komposzt dózisok hatására. [Debreceni fejlődés és környezet.] *Összefoglaló CD kiadvány*. 14. Debrecen. ISBN: 978–615–5183–84–3.

### **Magyar nyelvű nem lektorált konferencia kiadvány**

**Szabó, A.–Vágó, I.:** 2010. Különböző komposztok bekeverési arányainak hatása a talaj-növény rendszer egyes paramétereire. [VI. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia.] *Konferencia kiadvány.* 157–162. Nyíregyháza. ISBN: 978–963–9909–57–1.

**Szabó, A.–Vágó, I.:** 2010. Különböző komposztok hatása a növényi produkcóra és a talaj könnyen oldható tápanyagtartalmára. [Az Élhető Vidékért 2010, Környezetgazdálkodási Konferencia.] *Konferenciakötet.* 341–347. Siófok. ISBN: 978–963–229–871–9.

**Szabó, A.–Vágó, I.:** 2011. Elterő komposzt dózisok hatása az angolperje (*Lolium perenne* L.) jelzőnövény termésváltozására. [XVII. Ifjúsági Tudományos Fórum.] *CD kiadvány.* Keszthely. ISBN: 978–963–9639–42–3.

**Szabó, A.–Jakab, A.–Bákonyi N.–Vágó, I.:** 2012. Növekvő komposzt dózisok hatása a tápközeg- és a jelzőnövény (*Lolium perenne* L.) Ca- és Mg-tartalmának változására tenyészedény-kísérletben. [XVIII. Ifjúsági Tudományos Fórum.] *CD kiadvány.* Keszthely. ISBN: 978–963–9639–45–4.

**Szabó, A.–Jakab, A.–Vágó, I.:** 2012. Növekvő komposztdózisok hatása a tápközeg Mg- és a jelzőnövény (*Lolium perenne* L.) Mg-, Zn- és Mn-tartalmának változására tenyészedény-kísérletben. [XV. Tavaszi Szél Konferencia.] *Konferenciakötet.* 39–45. Győr. ISBN: 978–963–89560–0–2.

### **Idegen nyelvű absztrakt**

**Szabó, A.–Berta-Szabó, E.–Jakab, A.–Balla-Kovács, A.–Vágó, I.:** 2012. Effects of different compost doses on the most important parameters of soils and perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). [4<sup>th</sup> International Congress of European Confederation of Soil Science Societies (ECSSS), EUROSIL 2012.] *Book of Abstracts.* 2009. Bari. Italy.

**Szabó, A.–Kremper, R.–Balla-Kovács, A.–Bákonyi, N.–Jakab, A.–Vágó, I.:** 2012. The effect of different compost rates on the water balance of test plant (*Lolium perenne* L.). [14<sup>th</sup> International Conference, Sustainable Development and Eco-Innovation.] *Book of Abstracts.* 105. Krakow. Poland. ISBN: 978–83–934620–0–1.

### **Magyar nyelvű absztrakt**

**Szabó, A.:** 2009. A komposzt-talaj bekeverési arányának hatása a talaj-növény rendszer szén-körforgalmára és egyéb paramétereire. [XXIX. Országos Tudományos Diákköri Konferencia.] *Előadás kivonatok.* 298. Gödöllő. ISBN: 978–963–269–095–7.

**Szabó, A.:** 2010. A komposzt-talaj bekeverési arányának hatása a talaj-növény rendszer szén-körforgalmára és egyéb paramétereire. [XII. Országos Felsőoktatási Környezettudományi Diákkonferencia.] *Konferenciakötet.* 125. Sopron. ISBN: 978–963–9883–50–5.

**Szabó, A.–Balla-Kovács, A.–Kremper, R.–Kincses, S.-né–Vágó, I.:** 2012. A tápközeg és a jelzőnövény (*Lolium perenne* L.) P és K-tartalmának alakulása különböző komposzt dózis alkalmazásakor. [Talajtani Vándorgyűlés.] *Absztraktkötet.* 31. Miskolc.