



Budapesti Corvinus Egyetem

**A TENYÉSZTERÜLET OPTIMALIZÁLÁS TÉNYEZŐI
INTENZÍV ALMAÜLTETVÉNYBEN**

Doktori értekezés tézisei

NÉMETH-CSIGAI KRISZTINA

Budapest

2008

A doktori iskola

megnevezése: Kertészettudományi Doktori Iskola

tudományága: Növénytermesztési és kertészeti tudományok

vezetője: Dr. Tóth Magdolna
egyetemi tanár, DSc
Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Gyümölcsstermő Növények Tanszék

témavezető: Dr. Hrotkó Károly
egyetemi tanár, DSc
a mezőgazdasági tudományok doktora
Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar
Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék

A jelölt a Budapesti Corvinus Egyetem Doktori szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyi vitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, ezért az értekezés nyilvános vitára bocsátható.

.....
Dr. Tóth Magdolna
az iskolavezető jóváhagyása

.....
Dr. Hrotkó Károly
a témavezető jóváhagyása

1. BEVEZETÉS

A nemzetközi, főleg nyugat-európai kutatások és tapasztalatok eredményeképpen hazánkban is megjelentek a nagy ültetvénysűrűséggel -10000 vagy akár afeletti hektáronkénti tőszámmal- telepített almaültetvények is. Az almatermesztők véleménye nagyon megosztott az optimális ültetvénysűrűség tekintetében, számos termesztő 5000 fa/ha feletti, míg mások 500 fa/ha alatti ültetvénysűrűséggel telepít (ROBINSON 2007b). Egyes vélemények szerint a tőszám növekedésével az ültetvény hasznos termőfelülete nő (CAIN 1970, GYÚRÓ és tsai. 1982), azonban ezen ültetvények terméshozamai nem igazolják a tőszám és a termőfelület, valamint a terméshozam közötti lineáris összefüggéseket.

Az intenzív művelési rendszer számos eleme közül a legfontosabb és legkritikusabb az optimális sor- és tőtávolság, valamint a korona mérete. A kisebb korona számos előnyt jelent: egyrészt termelékenyebb kézi munkát, mivel mind a szüreti, mind a metszési munka nagy része a földön állva elvégezhető, ezáltal a kézimunka költség számottevően csökkenthető a hagyományos koronaformákkal összehasonlítva. A kis koronaméret hatékonyabb gépi munkát és növényvédelmet is eredményez. A nagy ültetvénysűrűségű, intenzív ültetvényekben gyorsabb a termőre fordulás, nagyobb a termésmennyiség, mely jobb minőséggel párosul.

Az optimális tenyésztőterületet a fajta, az alany növekedési erélye, az ültetvényanyag típusa, a termőhely, a koronaforma és fitotechnikai megoldások valamint a betakarítás módja, a rendelkezésre álló és tervezett gépek alapján mindig az adott ültetvénynél lehet meghatározni (SOLTÉSZ 1997, HOYING ÉS ROBINSON 2000). Az optimális tenyésztőterület megválasztásakor a legfontosabb tényező az almafák fényellátása. A fényfelfogás optimalizálása nagyon fontos a magas termésmennyiség és jó gyümölcsminőség biztosításához a magas tőszámú ültetvényekben (WAGENMAKERS ÉS CALLESEN 1995, WÜNSCHE et al. 1995).

A hazai intenzív ültetvények térállás-ajánlásait főleg nyugat-európai tapasztalati adatokra, kísérleti eredményekre alapozták. A modern intenzív ültetvények tőszámtartományában szükségesnek látszik megvizsgálni és pontosítani a tőszám, a térállás, a termőfelület és az ültetvény produktivitásának összefüggéseit hazai fényviszonyok között, különös tekintettel a fényabszorpcióra és annak hatékonyságára, melynek vizsgálatára ma már korszerű műszeres mérések adnak lehetőséget. A vizsgálatoktól azt vártuk, hogy differenciáltabb, árnyaltabb képet kapjunk a fenti tényezők összefüggéseiről.

2. CÉLKITŰZÉS

A munkánk során a következő célokat tűztük ki:

1. Megvizsgálni a különböző alanyokon (M.9 Burgmer 984, M9 T.337, Jork 9) álló fák viselkedését különböző sor- és tőtávolságokon.
2. Kerestük a választ, hogy milyen összefüggés van a fák egyedi, illetve az ültetvény termőfelülete és terméshozama között a tenyészterület változtatásainak hatására.
3. Megvizsgálni a tőtávolság hatását a fák egyedi terméshozam indexeire és ezen keresztül az ültetvény halmozott terméshozamára.
4. Megvizsgálni a különböző térállásra telepített kétféle koronaméretű Gala Must és Jonica almaültetvény levélfelület indexének (LAI) és a fotoszintetikusan aktív sugárzás (PAR) abszorpciójának alakulását.
5. A hazai gyümölcstermesztési gyakorlat számára optimális térállás ajánlásokat adni a levont tudományos következtetések alapján.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A kísérleti ültetvény

Az ültetvényt a Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar Kísérleti Üzeme és Tangazdasága Szigetcsépi telepén telepítettük 2000 tavaszán.

Az ültetvény talaja dunai öntéstalajra rétegződött, lepelhomokon kialakult könnyű homokos vályogtalaj. Jellemző adatai: pH = 7,8–8; $K_A = 30\text{--}32$; $\text{CaCO}_3 = 11\text{--}15\%$, a talaj humusztartalma 0,8 %. Szigetcsép az Alföld peremén, a Csepel-sziget déli felén helyezkedik el, ennek megfelelően éghajlata alapvetően a Nagyalföld, mint főkörzet klímajegyeit mutatja. Viszonylag nagy besugárzás, szélsőségekre hajló hőmérséklet-eloszlás és kevés csapadék jellemzi. Szigetcsép éghajlata kifejezetten meleg, az évi középhőmérséklet $10,4^\circ\text{C}$, a tenyészidőszak középhőmérséklete $18,3^\circ\text{C}$. Az évi napsütéses órák száma 1900, ennek 71 %-a a tenyészidőszakra esik. A csapadék átlagos évi összege 545 mm, melyből a tenyészidőszakban 309 mm hull. A gondot a csapadék nagyfokú bizonytalansága okozza (TÓKEI 1997).

Az ültetvénybe Jonica és Gala Must fajtákat telepítettünk, három törpe alanyon (M.9 T.337, M.9 Burgmer 984, Jork 9). Minden alany-nemes kombinációt kétféle sortávolságra (3,6 m és 4,5 m) és azon belül négy tőtávolság-változatra (0,75-1,75 m) telepítettük, véletlen blokk elrendezésbe. Egy parcella négy fából áll és egy sor- és tőtávolság-változat 5 ismétlésben szerepel.

1.1. táblázat. A kísérletben vizsgált térállás és tőszám változatok (Szigetcsép, 2002).

<i>Sor- és tőtávolság</i>	<i>Tenyészterület (m²)</i>	<i>Fák száma (db/ha)</i>	<i>Koronaforma</i>
4,5 x 1,75	7,9	1270	Francia tengely
4,5 x 1,50	6,8	1481	
4,5 x 1,25	5,6	1778	
4,5 x 1,00	4,5	2222	
3,6 x 1,50	5,4	1852	Karcúorsó
3,6 x 1,25	4,5	2222	
3,6 x 1,00	3,6	2778	
3,6 x 0,75	2,7	3704	

A ma elterjedt karcsú orsónál (WERTHEIM 1978) a sortávolság 3,6 m, a korona alapi átmérője 1,5 m, a korona magassága 1,8 m. A francia tengely koronájú (LESPINASSE ÉS DELORT 1986) fákat 4,5 m sortávolságra ültettük, a korona alapi átmérője 2 m, a korona magassága 2,8 m.

A telepítésre suhángot használtunk, melyeket 80 cm magasságban koronába metszettünk. Az eltelepített oltványok szemzési magassága 20 cm volt, és a telepítésnél ügyeltünk arra, hogy ne kerüljön mélyebbre. A későbbiekben amennyiben a talajművelés ezt a magasságot csökkentette, visszaállítottuk az eredeti helyzetet. Az első két évben a facsíkot mechanikai műveléssel, oldalazó tárcsával tartották gyommentesen, míg a sorközt tárcsázták, 2003-tól a telepített gyepet kaszálják, a facsíkot pedig vegyszeresen gyomirtják. A támrendszer huzalos. A fák törzsmagassága 80 cm.

3.2. Vizsgálati módszerek

A kísérleti ültetvény két fajta és három alany összes kombinációját tartalmazza, és minden alany-nemes kombináció minden sor- és tőtávolság kombinációra el lett telepítve 5 ismétlésben. Mivel minden lehetséges kombináció azonos darabszámban van az ültetvényben ezért a sor- és tőtávolság vizsgálatokat mind a három alanyon vizsgáltuk, azok átlagában. Mivel a korábbi statisztikai értékelésünk az alany és a tőtávolság tényezők között kölcsönhatást nem igazolt, minden alanyon ugyanazzal a tendenciával jelentkezett a tenyészterület hatása, ezért az értékelést a sor- és tőtávolság kombinációk között az alanyoktól függetlenül végeztük, ezzel egyszerűsödött az eredmények bemutatásának feladata.

A telepítés évétől kezdve a vegetációs időszak befejeztével évente mértük a fák törzskörmértét az alsó koronaág alatt (kb. 60 cm magasságban), a korona kiterjedését sor irányban és arra merőlegesen (koronahosszúság, -szélesség) és a korona magasságát. A mért adatokból kiszámoltuk a törzs keresztmetszetének területét (cm²), valamint a fák koronájának méreteit (koronavetület területe, koronaterfogat és koronaborítottság index).

A következő képleteket használtuk a különböző mutatók kiszámítására:

$$\text{Törzskeresztmetszet (cm}^2\text{)} = (\text{törzsátmérő}/2)^2 \times \pi$$

$$\text{Koronavetület terület (m}^2\text{)} = [(\text{koronaszélesség} + \text{koronahosszúság})/4]^2 \times \pi.$$

$$\text{Koronaterfogat (m}^3\text{)} = (\text{koronavetület területe} \times \text{korona magasság})/2 \text{ (SILBEREISEN ÉS SCHERR 1968)}$$

$$\text{Koronaborítottság index} = \text{koronavetület területe} / \text{tenyészterület (CAIN, 1970)}$$

Az ültetvény **hektáronkénti koronavetület területének** (m^2/ha) kiszámítását az alábbi képlettel végeztük: **$[10000 \text{ m}^2/\text{sortávolság (m)}]^* \text{ koronaszélesség (m)}$** .

2005-ben parcellánként 1 fán megszámoltuk a vékony, közepes és vastag termőgallyak számát, megmértük azok alapi átmérőjét, és hosszúságát. Ebből kiszámoltuk az 1 m^3 koronaterfogatra jutó vékony, közepes és vastag termőgallyak számát. Ezeken a megjelölt termőgallyakon megszámoltuk a virágzatok számát, valamint lemértük a termésmennyiséget.

2002-ben és 2006-ban 60-70 %-nál is nagyobb fagykár volt az ültetvényben és ennek a tényezőnek tudható be az (egyébként már termőre fordult) ültetvény alacsonyabb terméshozama.

2001-2002-ben számoltuk a fánkénti gyümölcsök mennyiségét (db). 2003-tól parcellánként lemértük a gyümölcsök tömegét, ebből szedtünk egy 50 db-os mintát, melynek lemértük a súlyát, melyből kiszámoltuk a gyümölcsök átlagtömegét. Az 50 db-os mintát méret alapján 3 csoportba osztottuk (<65mm; 65-75mm; 75mm<). Majd fedőszín borítottság alapján is 3 csoportba raktuk a gyümölcsöket (<50 %; 50-75 %; 75 %<), ezek után a méret és fedőszín borítottság alapján osztályokba soroltuk (I.; II.; III. oszt.). Kiszámoltuk a **gyümölcssegyenértéket** a következő képlet segítségével: **(I. oszt. gyümölcsök (db) + II. oszt. gyümölcsök (db) x 0,6 + III. oszt. gyümölcsök (db) x 0,3) /100**.

Majd a gyümölcssegyenértéket megszorozva a fánkénti hozammal kaptunk egy minőség áruértékét is figyelembe vevő termésmennyiséget, melyet **gyümölcssegyenérték-hozamnak** neveztünk el. A mért adatokból kiszámoltuk még a **törzskeretszetszeti terméshozam indexet (kg/cm^2)**, melynek értékét úgy kaptuk meg, hogy a termésmennyiséget elosztottuk az előző vegetáció végén mért törzskeretszetszet területével.

2002-2006 között felmértük a fánkénti virágzatok számát (db), valamint kiszámoltuk a **virágberakódást**, melyet úgy kaptunk meg, hogy a fánkénti virágok számát elosztottuk a törzskeretszetszet területével.

A napfény 400-700 nm közötti hullámhossztartományba eső sugárzásértékeit, azaz a fotoszintetikusán aktív sugárzást (PAR), amely a fotoszintézishez hasznosulhat AccuPar LP 80 (Decagon) mérőműszerrel mértük 2004-2006 között ($\text{PAR } \mu\text{mol}^{-\text{m}^2\text{-sec}}$). A mérés menete: lemértük az ültetvény felett a beérkező fotoszintetikusán aktív sugárzást, majd egy fánál 3 ponton (törzsnél, és attól 25-25 cm-re jobbra és balra) a korona alatti magasságban (80 cm) sorközéptől-sorközépig a korona alatt mérhető fotoszintetikusán aktív sugárzást. Az egy fánál végzett 6 mérésből (mindkét oldalánál mértük 2 x 3) átlagot vontunk, mely megadta a korona

alatt mért fotoszintetikusan aktív sugárzás mennyiségét, melynek segítségével kiszámoltuk a felfogott PAR mennyiséget százalékban.

Mivel a beérkező fotoszintetikusan aktív sugárzás mennyisége percről-percre változik, ezért a különböző sor- és tőtávolságon álló fák által abszorbeált fotoszintetikusan aktív sugárzás mennyiségét az összehasonlíthatóság kedvéért úgy számoltuk ki, hogy vettünk egy átlagos beérkező fény mennyiséget ($1400 \text{ PAR } \mu\text{mol}^{-\text{m}^2\text{-sec}}$), és aránypárral kiszámoltuk a felfogott fotoszintetikusan aktív fény mennyiségét. Az alkalmazott készülék levélfelületi index (m^2/m^2) értékét indirekt módon, a lomb által felfogott fotoszintetikusan aktív fény mennyiségéből számítja.

Kiszámoltuk a mért adatokból a **fényhasznosulást**: gyümölcsgegyenérték hozam (kg)/ fotoszintetikusan aktív sugárzás abszorpciója ($\text{PAR } \mu\text{mol}^{-\text{m}^2\text{-sec}}$).

1.2. táblázat. Az egyes években mért adatok.

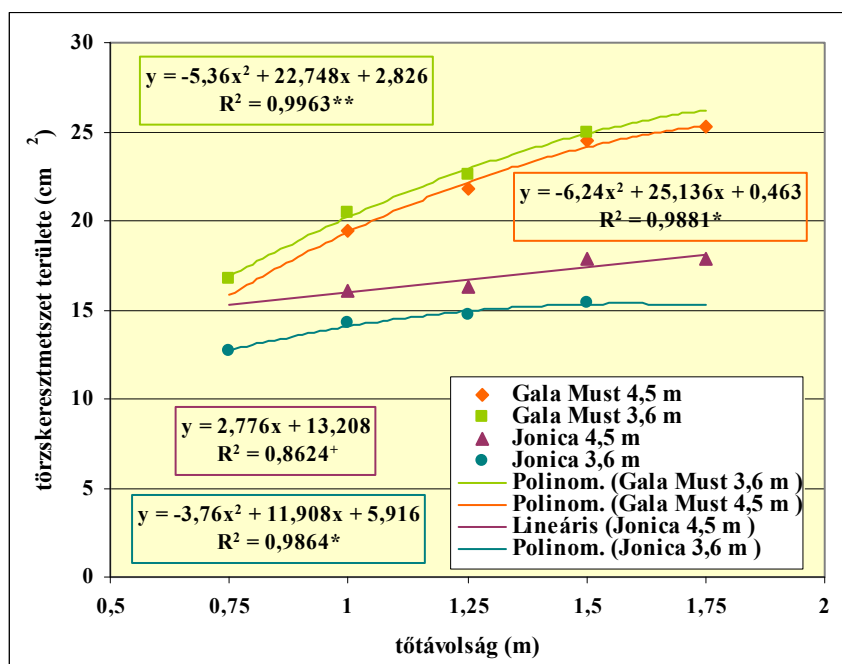
Mért adatok	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Törzskörméret (cm)	x	x	x	x	x	x	-	-
Koronamagasság (cm)	x	x	x	x	x	x	-	-
Koronaszélesség (cm)	x	x	x	x	x	x	-	-
Koronahosszúság (cm)	x	x	x	x	x	x	-	-
Korona csúcsi szélessége (cm)	-	-	-	-	x	x	-	-
Korona csúcsi hosszúsága (cm)	-	-	-	-	x	x	-	-
Nyessedék mennyisége (kg/parcella)	-	-	x	x	-	x	x	-
Virágzatok száma (db/fa)	-	-	x	x	x	x	-	-
Termésmennyiség (kg/fa)	-	x	x	x	x	x	x	x
Gyümölcs fedőszín-borítottsága	-	-	-	x	x	x	-	x
Gyümölcsméret	-	-	-	x	x	x	-	x
50 db gyümölcs tömege (kg)	-	-	-	x	x	x	-	x
Fénymérés	-	-	-	-	x	x	x	-
Termőgallyak szintenkénti mennyisége (db)	-	-	-	-	-	x	-	-
Termőgallyak alapi átmérője (cm)	-	-	-	-	-	x	-	-
Termőgallyak hosszúsága (cm)	-	-	-	-	-	x	-	-
Termőgallyakon lévő virágzatok száma (db)	-	-	-	-	-	x	-	-

4. EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

4.1. A tenyészterület hatása a fák egyedi méretére

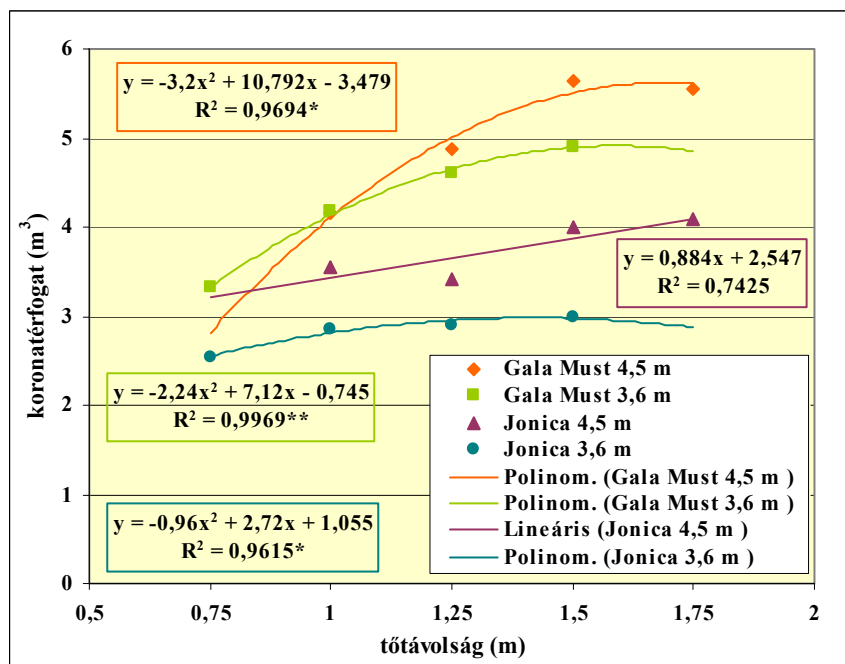
A tőtávolság jelentős hatással van mindkét fajta törzsvastagodására: a törzsvastagság, ami a fák növekedésének egyik fontos mutatója (HROTKÓ 2002a,b) az 1,75-0,75 m tőtávolság-tartományban a tőtávolság szűkítésével arányosan csökken. A tőtávolság hatása növekedésfiziológiai és produkcióbiológiai szempontból jól ismert módon (GYURÓ 1980) érvényesült a törzsvastagság vonatkozásában: a Gala Must esetében mindkét sortávolságon, a Jonica esetében pedig a 3,6 m sortávolságon másodfokú polinommal jellemezhető szoros összefüggést igazoltunk (4.1. ábra).

Ez megerősíti HROTKÓ (2002a) véleményét MIKA ÉS KRAWIEC (1999), valamint STAMPAR et al. (2000) álláspontjával szemben, akik lineáris összefüggést mutattak ki. A másodfokú polinommal jellemzett összefüggés arra is utal a törpe alanyú (M.9 Burgmer 984, M.9 T.337 és Jork 9) fáknál, hogy a tőtávolság (tenyészterület) növelésével a törzsvastagság nem nő lineárisan, a növekedésnek az alany-nemes kombináció maximális növekedési potenciálja határt szab, vagyis a fa a megnövekedett tenyészterületet az adott termőhelyen egyre kevésbé képes kihasználni.



4.1. ábra. A különböző sortávolságra telepített Gala Must és Jonica fák törzskeresztmetszet területének (cm²) alakulása a tőtávolság függvényében (2005).

Eredményeink alapján megállapítható, hogy a fák egyedi koronaterfogatának növekedésére (4.2. ábra) a sor- és tőtávolság egyaránt hatással van. A tőtávolság és az egyedi koronaterfogat között az erősebb növekedésű Gala Must fajtánál mindkét sortávolságon, a gyengébb növekedésű Jonica esetében a 3,6 m sortávolságon szoros másodfokú polinommal jellemezhető összefüggést mutattunk ki, míg a Jonica koronaterfogat növekedése 4,5 m sortávolságon nem szignifikáns lineáris összefüggést mutat. Ezek az adatok Hrotkó (2002a) álláspontját erősítik meg, miszerint az egyedi koronaterfogat az alany-nemes kombináció növekedési potenciáljának függvényében a tenyészterület által meghatározott keretek között korlátozottan növekedhet.



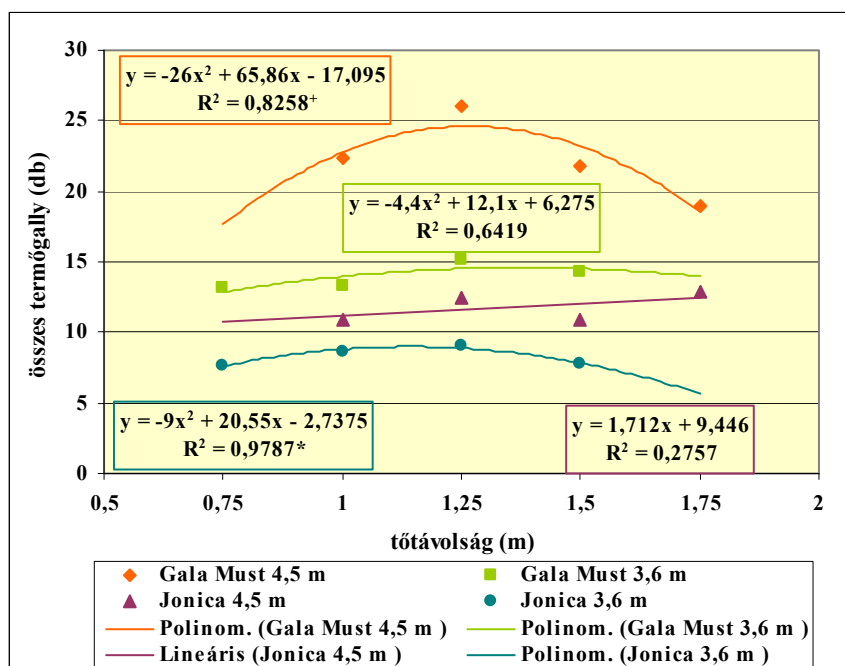
4.2. ábra. A különböző sortávolságra telepített Gala Must és Jonica fák koronaterfogatának (m³) alakulása a tőtávolság függvényében (2005).

Azonos sortávolság mellett 2005-ben a Gala Must fák egyedi koronaterfogata a 0,75-1,75 m tőtávolság-tartományban a csökkenő tőtávolság hatására 4,5 m sortávolságon 33,6 %-al, míg 3,6 m sortávolságon 47,9 %-al csökkent. A Jonica fák koronaterfogata a 3,6 m sortávolságon a tőtávolság csökkenésével nem mutatott szignifikáns különbségeket, azonban megfigyelhető egy csökkenő tendencia.

A 4,5 m sortávolság mellett a Gala Must esetében kifejezetten érzékelhető, hogy a növekvő tőtávolság hatására ezeken az alanyokon a korona már nem növekszik tovább, tehát a térállás növelésével a fák egyedi koronaterfogata tovább már nem növelhető, az alany-nemes kombináció nem képes hasznosítani növekedésére a nagyobb tenyészterületet. Ezt a

hatást tovább erősíti a koronaformához kapcsolódó metszés, amely a korona kiterjedését meghatározott térben teszi lehetővé. A Jonica fák esetében egyértelműen megfigyelhető, hogy a sortávolságnak is számottevő hatása van a koronaterfogatra, ugyanis az azonos tőtávolságra, de különböző sortávolságra telepített fák koronaterfogata között szignifikáns különbség volt kimutatható.

Eredményeink alapján megállapítható, hogy a tőtávolság hatással van a fákon lévő termőgallyak számára, noha ez a metszéssel kölcsönhatásban alakul ki, ahol szubjektív emberi tényezők is érvényesülnek (4.4. ábra). Mindkét sortávolságon, mindkét fajtánál szignifikáns különbségeket találtunk, amelyekben meghatározó volt a vékony termőgallyak számának alakulása. Ez azzal magyarázható, hogy a metszés során a túlvastagodott termőgallyakat rendszerint eltávolítják, így azok aránya lényegesen nem változik. A vizsgált tőszám-tartományban a termőgallyak száma a tőszám növekedésével lineárisan növekszik, így a már nem növekvő koronaterben a gallyak, a levélzet és gyümölcspopuláció zsúfoltsága nő.



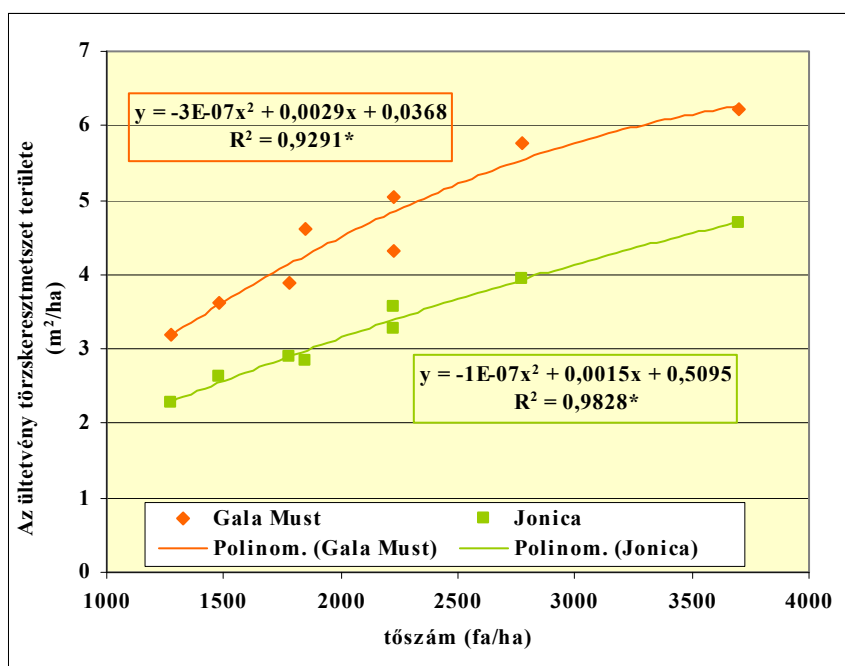
4.4. ábra. A Gala Must és Jonica fákon lévő összes termőgallyak (db/fa) száma a sor- és tőtávolság függvényében. (2005).

A 3,6 m sortávolságon a Gala Must fajta esetében a vékony, közepes és vastag termőgallyak száma arányos volt, míg a Jonica esetében a vékony termőgallyak száma és ennek alakulása volt a meghatározó. Figyelemre méltó, hogy a termőgallyak számában a Gala Must esetében mindkét sortávolságon és a Jonica fajtánál a 3,6 m sortávolságon 1,25 m tőtávolságon mutatkozik egy maximum, noha ez az összefüggés a 3,6 m sortávolságra ültetett Gala Must esetében nem volt szignifikáns (4.4. ábra).

4.2. A sor- és tőtávolság, a tőszám hatása az ültetvény termőfelületének alakulására

Az ültetvény produkcióbiológiai szempontból hasznos termőfelületét a témával foglalkozó szerzők különböző módon jellemzik. Az amerikai szerzők előnyben részesítik a hektáronkénti törzskeresztmetszet területet (WESTWOOD 1993). GYURÓ (1980) ültetvénytűrsűrűség fogalmát HROTKÓ (2002a,b) a koronaborítottsági mutatóval váltotta fel. Ezen mutatókat is értékelve eredményeinket összevetjük a hektáronkénti termőgallyak számával és a levélfelületi indexszel (LAI) amelyet az utóbbi időben mind gyakrabban használnak az ültetvények jellemzésére.

A hektáronkénti törzskeresztmetszet terület mindkét fajta esetében, törpe alanyokon, a tőszám növekedésével szoros, pozitív összefüggést mutat (4.5. ábra), amely másodfokú polinommal jellemezhető. Ez megerősíti HROTKÓ (2002a,b) eredményeit, aki féltörpe M.26 alanyú fákkal kapott hasonló összefüggést, míg erősebb növekedésű alanyokkal, nagyobb tőtávolság tartományban (2-4 m) vizsgálva a görbe maximumot mutatott.



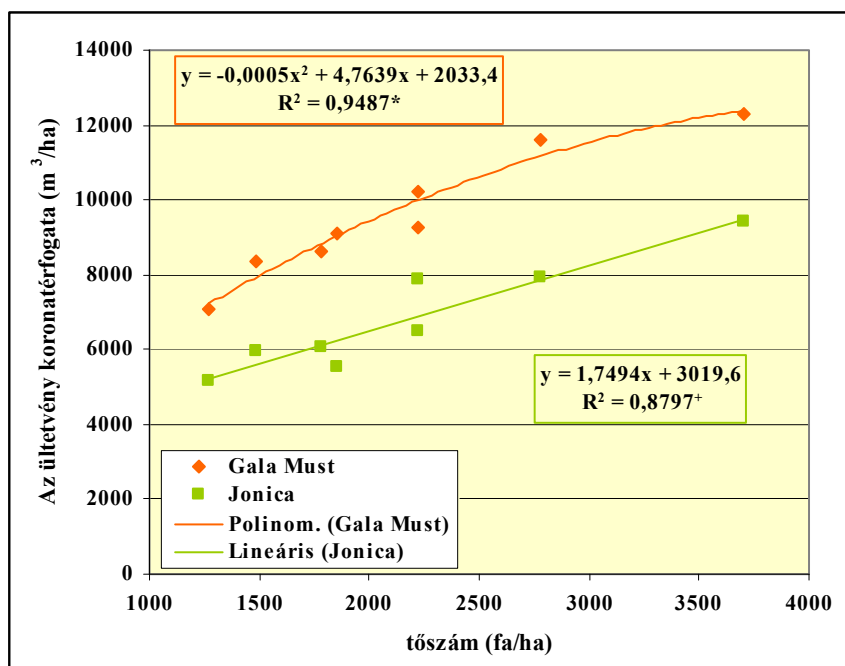
4.5. ábra. A különböző sor- és tőtávolságra telepített Gala Must és Jonica ültetvény hektárra vetített törzskeresztmetszet területének (m²/ha) alakulása a tőszám függvényében (2005).

A törzsvastagság növekedése az a mutató, amelyet fitotechnikai beavatkozásokkal kevésbé korlátozunk. Mindezek mellett, különösen az erősebb növekedésű Gala Must fajtánál jól érzékelhető, hogy a görbe 2778 fa/ha tőszám felett egyre lassuló növekedést mutat, ami abból adódik, hogy a növekvő tőszám az egyre kisebb egyedi törzsvastagságot (amelyre MIKA ÉS KRAWIEC (1999) és STAMPAR et al. (2000) adatai is utalnak), kevésbé képes kompenzálni,

a görbe növekedése közelít az alany-nemes kombináció és a termőhely által elérhető maximális értékhez.

Az ültetvény hektárra vetített koronatérfogatóát vizsgálva a Gala Must esetében szignifikáns értékű, szoros, pozitív összefüggés mutatkozik a tőszám növekedésével (4.6. ábra). A Gala Must ültetvény 7056 és 12294 m³ közötti koronatérfogatot mutat, az 1270-2778 fa/ha tőszám tartományban az emelkedés meredekebb, azonban 2778 fa/ha-on túl a koronatérfogot már szignifikánsan nem nő, közelít a maximumhoz.

Ezzel szemben a Jonica ültetvény 5178-9399 m³ közötti koronatérfogata lineárisan növekszik a vizsgált tőszám tartományban. A HROTKÓ (2002a,b) által vizsgált alanyok közül a M.26 alanyú ültetvények koronatérfogata mutatott hasonló tendenciát. Következtetésünk tehát az, hogy a fajták a vizsgált tőszám tartományban eltérően viselkednek, más-más tőszám mellett érhetik el az alany-nemes kombinációra az adott termőhelyen jellemző koronatérfogot maximumot.



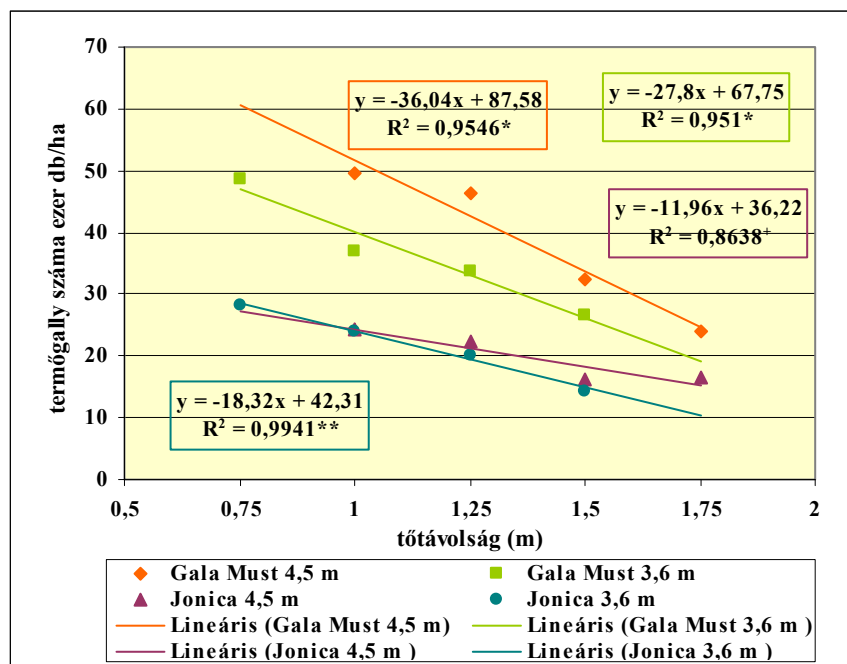
4.6. ábra. A különböző sor- és tőtávolságra telepített Gala Must és Jonica ültetvény hektárra vetített koronatérfogatójának (m³/ha) alakulása a tőszám függvényében (2005).

Figyelemre méltó az, hogy a 2700-3000 fa/ha tőszám tartományban csökken a hektáronkénti koronatérfogot növekedése, ez a mutató kezdi elérni a termőhelyre, fajtára, alanyra és koronaformára jellemző maximumot. További vizsgálatokat volna érdemes végezni abban az irányban, hogy ezzel összefügghet-e az, hogy számos szerző (PALMER ÉS JACKSON 1973, WEBER 2001 valamint WAGENMAKERS ÉS CALLESEN 1989, 1995) szintén ebben a

egyedszám tartományban számolt be gyümölcsméret csökkenésről, színeződés romlásról és a termelés gazdaságosságának csökkenéséről.

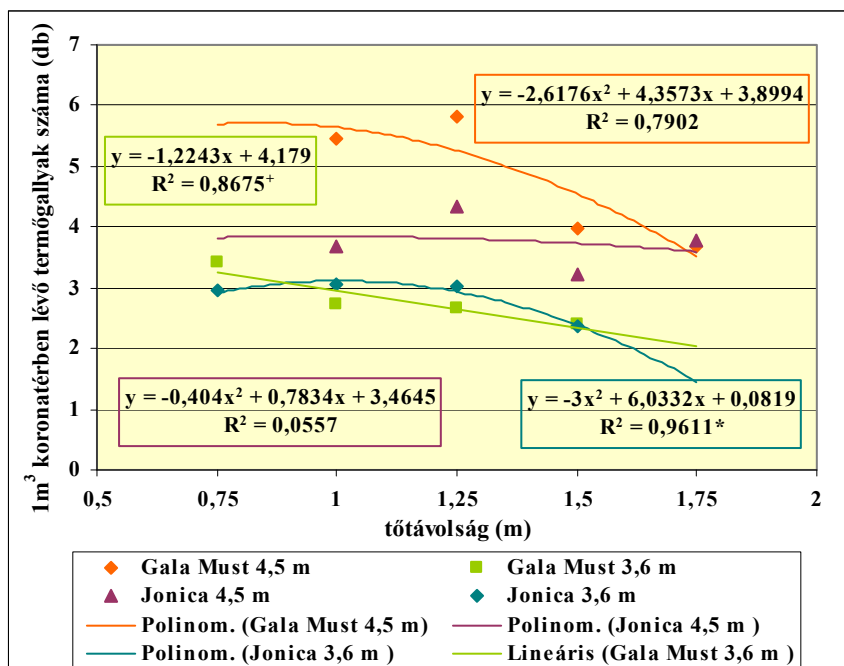
A termőfelület jellemzésére a hektáronkénti termőgallyak számát és azok azonos koronaterben mutatkozó mennyiségét is kiszámítottuk. Mindkét fajta esetében az azonos sortávolságra telepített fák között a tőtávolságtól függően szignifikáns különbségek voltak kimutathatók, melyek fő tendenciája az, hogy a kisebb tőtávolságú fák hektáronkénti összes termőgallyainak száma nagyobb (

4.7. ábra). Az összefüggés szoros, negatív. Ebből az következik, hogy a tőszám növekedésével egy maximumhoz közelítő koronaterfogóban lineárisan növekvő számú termőgally helyezkedik el, vagyis a termőgallyak, a termőfelület zsúfoltsága nő.



4.7. ábra. A különböző sortávolságra telepített Gala Must és Jonica ültetvény hektárra vetített összes termőgally száma (ezer db/ha) a tőtávolság függvényében (2005).

Az 1 m³ koronaterfogóban elhelyezkedő termőgallyak száma a tőtávolság növelésével Gala Must esetében 4,5 m sortávolságon, a Jonica esetében a 3,6 m sortávolságon pozitív másodfokú polinommal jellemezhető összefüggés mutatkozik, utóbbi esetben szignifikáns különbségekkel (4.8. ábra). A 3,6 m sortávolságra telepített Jonica esetében az 1 m³ koronaterfogóban elhelyezkedő termőgallyak száma a tőtávolság csökkentésével 1,75-1,50 m között erőteljesen növekszik, 1,25-1,00 m tőtávolságon megfigyelhető egy maximum, majd 0,75 m sortávolságon a termőgallyak száma kissé csökken ugyanakkora koronaterfogóban.



4.8. ábra. A különböző sortávolságra telepített Gala Must és Jonica ültetvény 1 m³ koronatérfogatban elhelyezkedő összes termőgally száma a tőtávolság függvényében (2005) (db/m³).

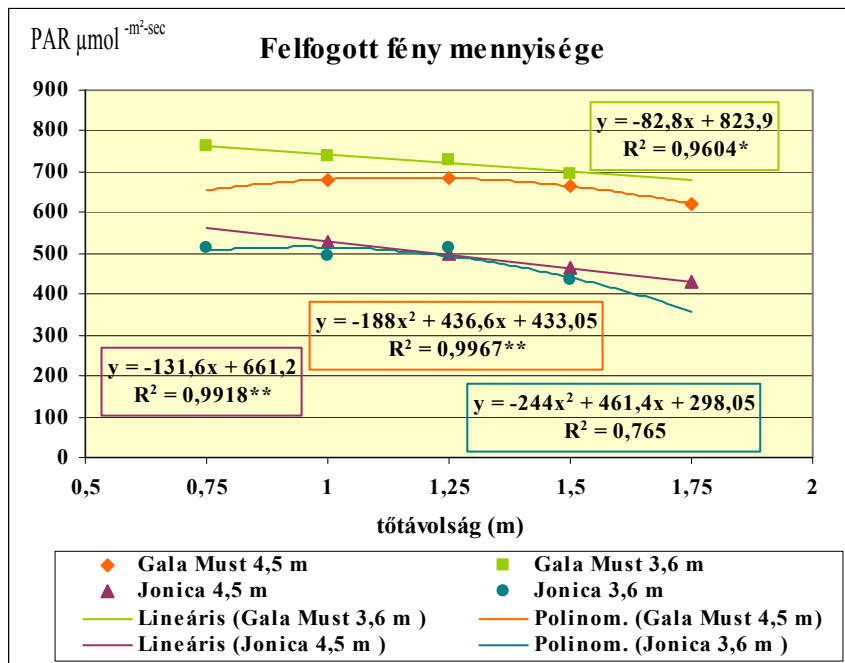
A 4,5 m sortávolságú Gala Must esetében ez a maximum 1,25 m tőtávolságon figyelhető meg. A 3,6 m sortávolságra telepített Gala Must esetében ebben a tőtávolságtartományban a tőszám növelésével pozitív lineáris összefüggés figyelhető meg. Mindkét fajta esetében a 4,5 m sortávolságon az 1 m³ koronatérfogatban elhelyezkedő termőgallyak száma nagyobb volt, mint a kisebb sortávolságon.

4.3. Az ültetvény levélfelület indexe és a fotoszintetikusan aktív sugárzás (PAR) felfogása

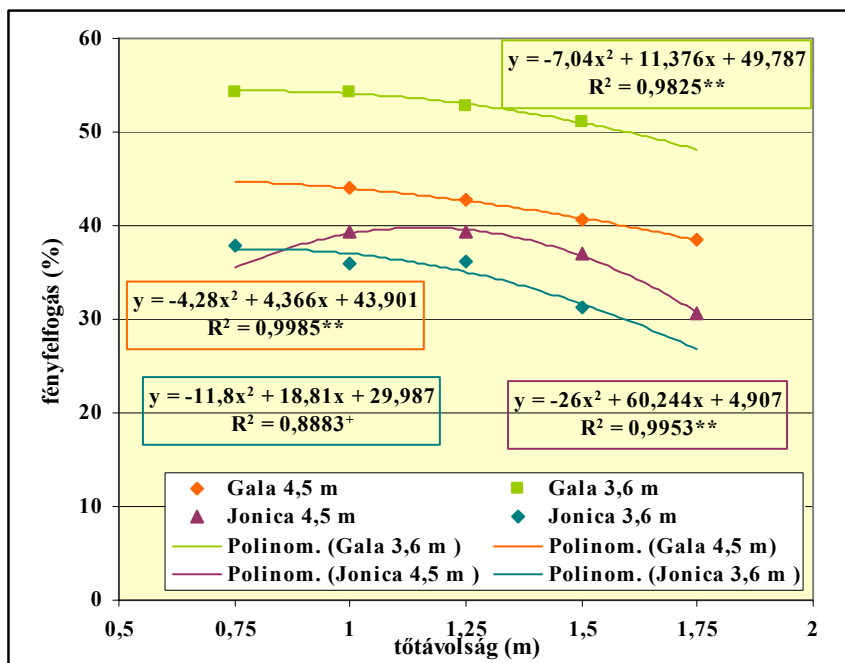
Az abszorbeált fotoszintetikusan aktív fény mennyisége a tőtávolság csökkentésével csak kis mértékben nő (4.9. ábra). A felfogott fotoszintetikusan aktív fény és a tőtávolság között Gala Must esetében a 3,6 m sortávolságon, míg a Jonica esetében a 4,5 m sortávolságon negatív lineáris összefüggés volt kimutatható. A Gala Must esetében 4,5 m sortávolságon, a Jonica esetében 3,6 m sortávolságon az összefüggés negatív, másodfokú polinommal volt jellemezhető. A Gala Must esetében ez az összefüggés szoros, szignifikáns.

A fotoszintetikusan aktív sugárzás abszorpciójának a tőtávolság csökkentésével (egyedszám növekedés) arányos, de a nem jelentős növekedése arra utal, hogy (CORELLI ÉS SANSVINI (1989), ROBINSON ÉS LAKSO (1989) valamint WÜNSCHE ÉS LAKSO (2000) eredményeivel összhangban) az egyedszám növelésével a 2700-3000 fa/ha egyedszám tartományban a fényabszorpció ugyan még nő, de egy lassuló szakaszba került. Ez azt jelenti,

hogy a tőszám további növelésével jelentős PAR-abszorpció növekedést már nem lehet elérni. Ebből az is következik, hogy a tőszám növelésével a levélpopuláció egy már nem növekvő koronaterben helyezkedik el, ezáltal a korona belsejében a megvilágítás kevesebb.



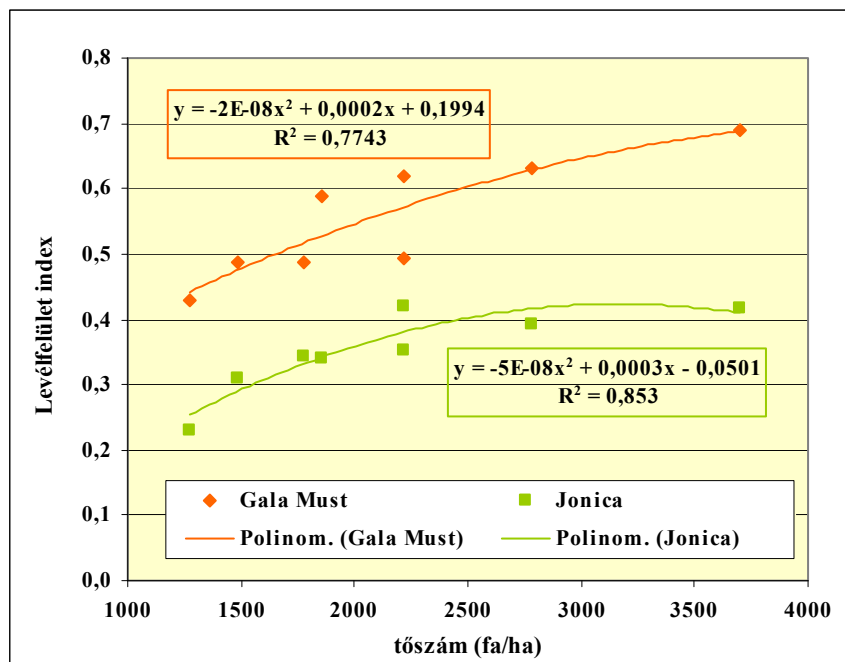
4.9. ábra. A különböző sor- és tőtávolságra telepített Gala Must és Jonica ültetvény fényfelfogása (2004-2006 átlaga) (PAR $\mu\text{mol}^{-\text{m}^2\cdot\text{sec}}$).



4.10. ábra. A különböző sor- és tőtávolságra telepített Gala Must és Jonica ültetvény fényfelfogásának aránya (%) (2005).

Az abszorbeált fotoszintetikusan aktív fény arányában a két fajta között számottevő különbség mutatkozik, az erősebb növekedésű Gala Must fajta 39-56 % közötti, míg a Jonica fajta 26-40 % közötti fényabszorpciót mutatott. Az abszorbeált fotoszintetikusan aktív fény aránya és a tőtávolság között mindkét fajta esetében mindkét sortávolságon negatív szoros összefüggés volt kimutatható, mely minden esetben másodfokú polinommal jellemezhető (4.10. ábra). A 3,6 m sortávolságú Gala Must kísérletünkben az 1 m tőtávolság körül elérte azt a határt (WÜNSCHE ÉS LAKSO 2000), amely fölött az abszorbeált fotoszintetikusan aktív sugárzás mennyisége és aránya már nem lineárisan növekszik, a növekedés egyre lassul. A Jonica esetében a 4,5 m sortávolságon hasonlóképpen a csökkenő tőtávolság hatására 1 m tőtávolság alatt a fényfelfogás mértéke már nem növekszik tovább.

A levélfelület index mindkét fajta esetében pozitív összefüggést mutat a tőszám növekedésével, amely másodfokú polinommal jellemezhető (4.11. ábra), vagyis a 3000 fa ha⁻¹ egyedszám felett már nem növekszik jelentősen. A Jonica esetében megfigyelhető a görbén egy maximum, 2222 fa/ha tőszám felett a levélfelület index már nem nő, ezek eltérnek Stampar et al. (2000) eredményeitől, aki szerint a növekvő ültetvénytűrség növekvő levélfelület indexet eredményez.



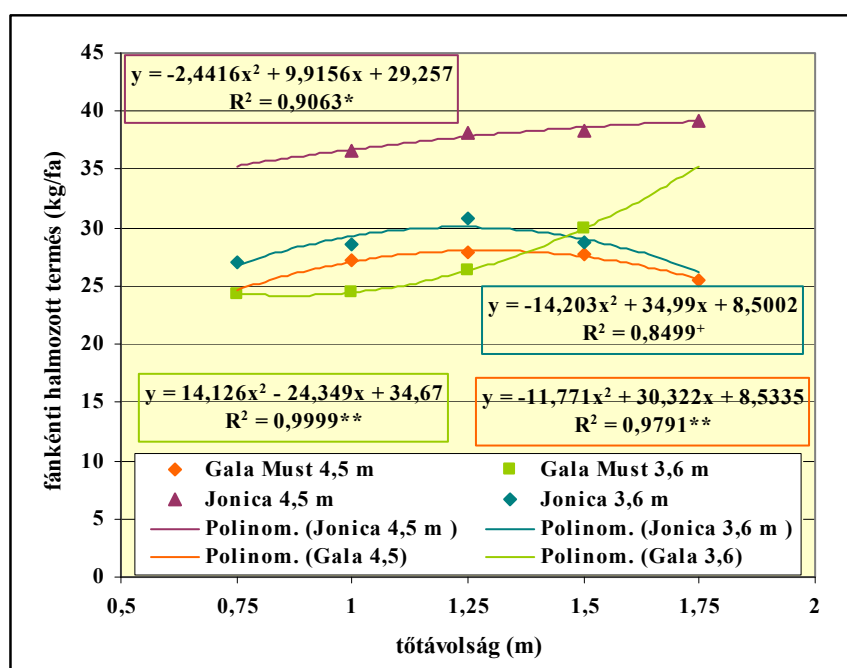
4.11. ábra. A Gala Must és Jonica ültetvény levélfelület indexének alakulása a tőszám függvényében (2004-2006 átlaga).

A Jonica esetében a levélfelület index 0,23-0,42, a Gala Must esetében pedig 0,43-0,69 közötti értéket mutat. Ezek az eredmények szintén különböznek a külföldi publikációkban leírtaktól (1,0-2,0 közötti) (JACKSON 1980b; JAMES ÉS MIDDLETON 2001),

ennek oka a mérismódban keresendő, a külföldi gyakorlattól eltérően mi a teljes ültetvény levélfelület indexét mértük, azaz sorközéptől-sorközépig. A levélfelület index jól jellemzi a koronával borítottságot.

4.4. A fák egyedi terméshozási tulajdonságainak alakulása

A fánkenti halmozott termés a tőtávolsággal szoros összefüggéseket mutat (4.12. ábra), viszont a két fajta ebben a vonatkozásban eltérően viselkedik, amelyet a fajták eltérő növekedési erélyére és térigényére vezethetünk vissza.

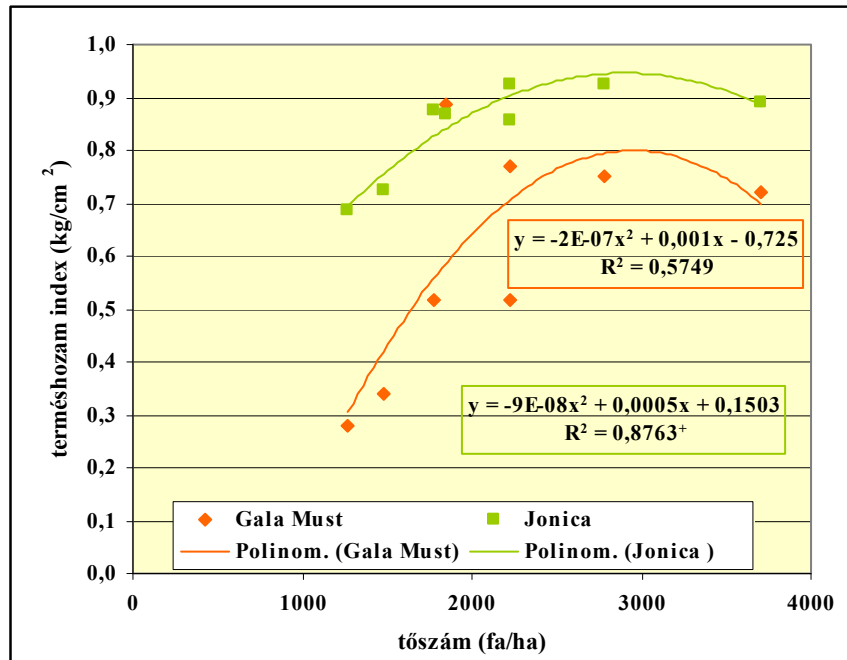


4.12. ábra. A különböző sor- és tőtávolságra ültetett Jonica és Gala Must fák halmozott terméshozamának alakulása (kg/fa) a tőszám függvényében (2001-2007).

A Jonica fák halmozott terméshozama a nagyobb 4,5 m-es sortávolságon a tőtávolság növelésével arányos, lineáris növekedést mutat, viszont a szűkebb 3,6 m-es sortávolságon a terméshozam 1,25 m-es tőtávolság felett már nem növekszik. Ezzel szemben a Gala Must fajtánál a halmozott terméshozam növekedés a 3,6 m-es sortávolságon a tőtávolsággal arányosan nő, s csak a 4,5 m-es sortávolságon áll meg a növekedés 1,5 m-es tőtávolságnál. Utóbbi esetben valószínűsíthető, hogy a tenyészterület elérte azt a maximumot, amelyet az alany/nemes kombináció az adott termőhelyen és koronaformával már nem képes kihasználni és terméshozamát növelni.

Az alany-nemes kombináció egyedi produktivitási mutatója, a törzskeretszeti terméshozam index (4.13. ábra) figyelemre méltóan alakul a tőszámmal összefüggésben,

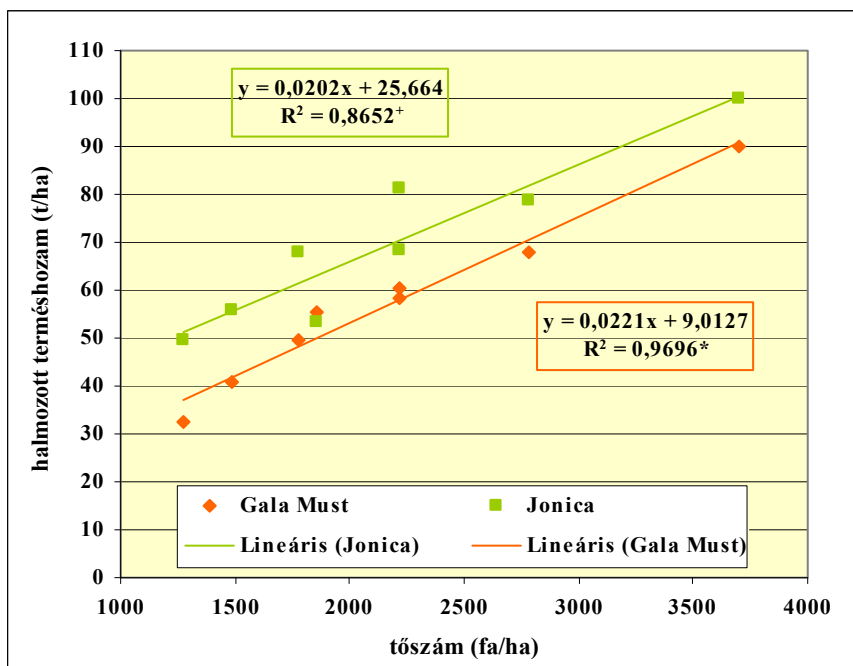
amely mind a két fajta esetében másodfokú polinommal jellemezhető, 2500-3000 fa/ha körüli maximummal. Mindkét fajta esetében –STAMPAR et al. (2000) eredményeihez hasonlóan- 2500 fa/ha ültetvénsűrűség felett a törzskeretszeti terméshozam index csökken a tőszám további növelésének hatására.



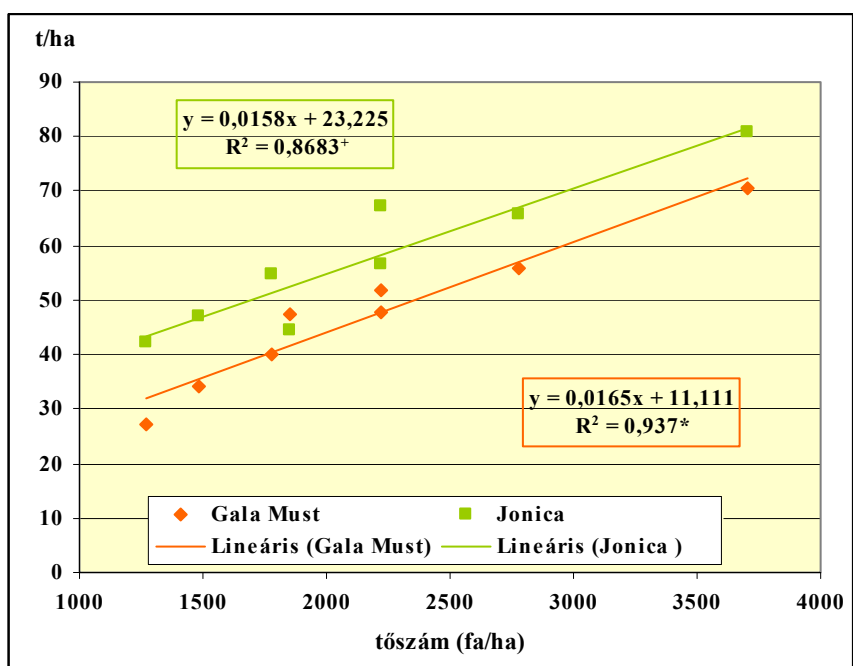
4.13. ábra. A különböző sor- és tőtávolságra ültetett Jonica és Gala Must fák törzskeretszeti terméshozam-indexének alakulása a tőszám függvényében (2004) (kg/cm²).

4.5. Az ültetvény terméshozási tulajdonságainak alakulása

Mindkét fajta esetében a halmozott terméshozam a tőszám növekedésével összefüggésben van, közöttük szoros pozitív lineáris összefüggést mutattunk ki (4.14. ábra), mely eredmény alátámasztja BALKHOVEN-BAART et al. (2000) és ROBINSON (2003) eredményeit mely szerint a termőrefordulás időszakában az összefüggés lineáris. Ez azt jelenti, hogy a csökkenő egyedi produktivitási mutatók és a maximumhoz közelítő PAR-abszorpció mellett is az ültetvény termőre fordulása utáni fiatalokori szakaszában az egyedszám növekedésnek olyan nagy a szerepe, hogy a területegységi terméshozamok az egyedszámmal arányosan, lineárisan nőnek. Azt csak további vizsgálatokkal lehetne tisztázni, hogy ez a lineáris összefüggés meddig áll fenn, s a fák korával várható változások (CAIN 1970, ROBINSON ÉS LAKSO 1989, MIDDLETON et al. 2002, ROBINSON 2007b) mikor kezdik éreztetni hatásukat a területegységi terméshozamban.



4.14. ábra. A különböző tőszámmal ültetett Jonica és Gala Must ültetvények halmozott termés hozamának (t/ha) alakulása (2001-2007).

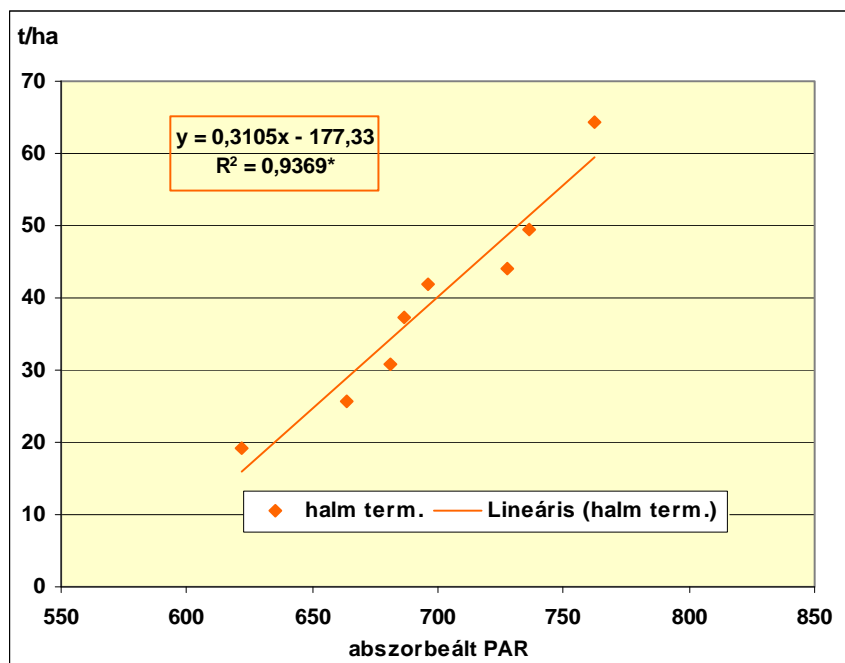


4.15. ábra. A különböző tőszámmal telepített Gala Must (2003, 2004, 2007. év) és Jonica (2004, 2005, 2007. év) ültetvények hektáronkénti halmozott gyümölcs egyenérték hozama (t/ha).

Az ültetvény gyümölcsminőséget is figyelembe vevő hektáronkénti gyümölcs egyenérték-hozam mindkét fajta esetében hasonlóképpen pozitív lineáris összefüggést mutat a növekvő tőszámmal, a halmozott termésmennyiséghez hasonlóan (4.15.

ábra). Ez azt jelenti, hogy ebben a tőszám tartományban (1270-3704 fa/ha) az ültetvény 7. éves koráig a tőszám növelése nem eredményez számottevően gyengébb minőségű gyümölcsöt.

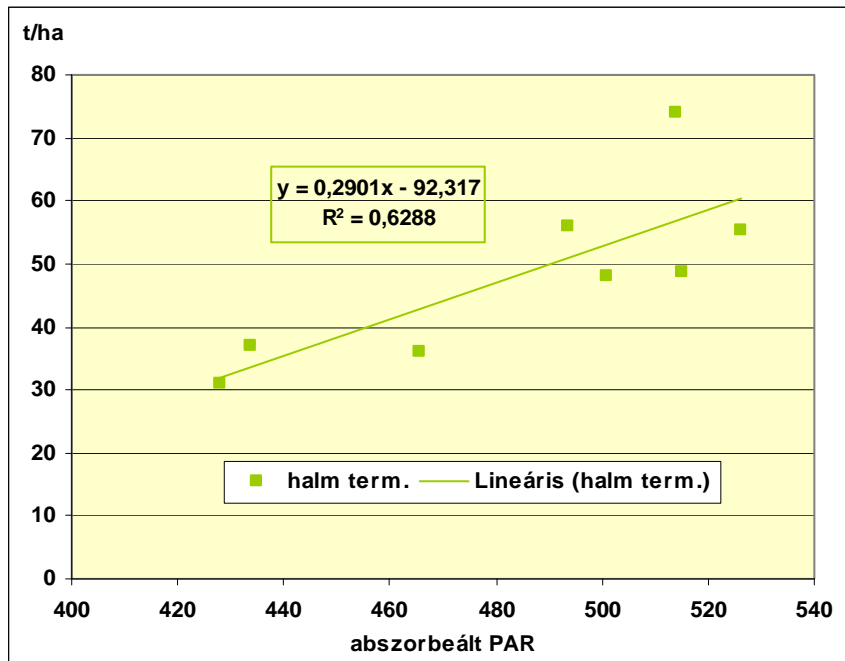
A külföldi szakirodalomban leírtakhoz hasonlóan (PALMER et al 1992, LAKSO ÉS ROBINSON 1997, ROBINSON 1997, WÜNSCHE et al. 1996) mindkét fajta esetében (4.16. ábra és 4.17. ábra) az abszorbeált fotoszintetikusan aktív sugárzás és a halmozott terméshozam között szoros lineáris összefüggés mutatkozik. Az fák által felfogott fotoszintetikusan aktív sugárzás mennyiségének növekedésével a halmozott termésmennyiség növekedett. A Jonica (4.17. ábra) esetében az abszorbeált fotoszintetikusan aktív fény és a halmozott terméshozam között a lineáris összefüggés nem szoros, viszont a görbe meredekségében a két fajta között jelentős különbség látszik.



4.16. ábra. A Gala Must fák által abszorbeált fotoszintetikusan aktív sugárzás (PAR $\mu\text{mol}^{-\text{m}^2\text{-sec}}$) (2004-2006 közötti átlag) és a halmozott terméshozam (t/ha) (2001-2006) összefüggése.

Összegezve tehát megállapíthatjuk, hogy a fák egyedi és az ültetvény egészére vonatkozó termőfelületi mutatóknak, az ültetvény által abszorbeált fotoszintetikusan aktív sugárzás mennyiségének és %-os arányának, valamint a fák egyedi törzskeresztmetszeti produktivitási indexének alakulásában az adott termőhelyen a vizsgált alany/nemes kombinációk esetén a 3000 fa ha⁻¹ egyedszám körül mutatkoznak produktivitás csökkenésre és a PAR-abszorpció hasznosulásának romlására utaló jelek. Ezek az ültetvény későbbi életkorában a nagyobb egyedszámok esetén az ültetvény produktivitásának romlásához

vezethetnek, annak ellenére, hogy a hatásuk az ültetvény termőre fordulási és fiatalkori szakaszában a terméshezamban még nem kimutatható.



4.17. ábra. A Jonica fák által abszorbeált fotoszintetikusán aktív sugárzás (PAR $\mu\text{mol}^{-\text{m}^2\text{-sec}}$) (2004-2006 közötti átlag) és a halmozott terméshezamban (t/ha) (2001-2006) összefüggése.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Megerősítettük az intenzív almaültetvények termőfelületének és a tenyészterületnek sajátos összefüggéseire vonatkozó korábbi elképzeléseket, melynek lényege, hogy az 1270-3704 fa/ha tőszám-tartományban a törzskeresztmetszettel, koronatérfogattal jellemezhető termőfelület növekedése nincs lineáris összefüggésben a tőszámmal, egy a fajta-alany kombinációra és a termőhelyre jellemző maximumhoz közelít. Az ültetvény termőfelületi mutatói (törzskeresztmetszet területe, koronatérfogat) a vizsgált fajtáknál 3000 fa/ha egyedszám körül közelítenek a maximumhoz.
2. A vizsgált tőszám-tartományban a termőgallyak száma a tőszámnövekedéssel lineárisan növekszik, így a már nem növekvő koronatérben a gallyak, a levélzet és gyümölcspopuláció zsúfoltsága nő. A fotoszintetikusan aktív sugárzás (PAR) felfogásának aránya a tőszám növekedésével csak kis mértékben növekszik, hasznosulásának hatékonysága pedig az egyre zsúfoltabb koronatérben csökken.
3. A hektáronkénti terméshozam és gyümölcsgegyenérték-hozam pozitív, fajtára jellemző lineáris összefüggést mutat a tőszámmal a vizsgált tartományban, míg a fák egyedi törzskeresztmetszeti produktivitási mutatója 3000 fa/ha egyedszám körül éri el a maximumot, e fölött csökken.
4. Eredményeink alapján az adott termőhelyen 3,6 x 1 m körüli térállás javasolható intenzív karcsú orsó almaültetvények számára törpe alanyokon.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. BALKHOVEN-BAART, J.M.T. ET AL. (2000). Developments in Dutch apple plantings. *Acta Horticultrae*. 513. 261-269p.
2. CAIN, J.C. (1970). Optimum tree density for apple orchards. *HortScience* 5(4). 232-234p.
3. CORELLI GRAPPADELLI, L. and SANSAVINI, S. (1989). Light interception and photosynthesis related to planting density and canopy management in apple. *Acta Horticultrae*. 243. 159-174p.
4. CZYNCZYK, A., BIELICKI, P. and BARTOSIEWICZ, B. (1999). Performance of three apple cultivars on 17 dwarfing and semi-dwarfing rootstocks during eight seasons. *Apple rootstocks for intensive orchards. Proceedings of the International Seminar Warsaw- Ursynów, August 18-21*. 21-22p.
5. GYURÓ F. (1980). Művelési rendszerek és metszéspókok a modern gyümölcstermesztésben. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
6. GYÚRÓ F., GÖNDÖR J.-NÉ, and ALI DIB KHALIL. (1982). Az almafák termőfelületének és termésáhozásának összefüggése. *A Kertészeti Egyetem közleményei*. 46. évf. 14.
7. HOYING, S.A. and ROBINSON, T.L. (2000). The apple orchard planting systems puzzle. *Acta Horticultrae*. 513. 257-260p.
8. HROTKÓ K. (2002a). Többkomponensű gyümölcsfák növekedése, produktivitása és az optimális térállás modellezése intenzív ültetvényekben. MTA Doktori értekezés. Bp.
9. HROTKÓ K. (2002b). A térállás és a tenyésztőterület optimalizálás összefüggései orsó koronájú intenzív ültetvényekben. *Kertgazdaság* (34)4. 1-9p.
10. HROTKÓ, K. and MÓZER, GY. (1999). Effect of dwarfing and semi.dwarfing rootstocks on growth and productivity of 'Idared' apple cultivar. *Apple rootstocks for intensive orchards. Proceedings of the International Seminar Warsaw- Ursynów, August 18-21*. 39-40p.
11. JACKSON, J.E. (1980b). Light interception and utilization by orchards systems. In: Janick, J. (ed.) *Horticultrae Reviews* (2). AVI Publishing Connecticut, USA, 208-267p.

12. JAMES, P.A. and MIDDLETON, S.G. (2001). Apple cultivar and rootstock performance at Lenswood, South Australia. *Acta Horticulturae*. 557. 69-76p.
13. LAKSO, A.N. and ROBINSON, T.L. (1997). Principles of orchard systems management optimizing supply, demand and partitioning in apple trees. *Acta Horticulturae*. 451. 405-416p.
14. LESPINASSE, J.M. and DELORT, J.F. (1986). Apple tree management in vertical axis: appraisal after ten years of experiments. *Acta Horticulturae*. 160. 139-155p.
15. MIDDLETON, S. et al. (2002). The productivity and performance of apple orchard systems in Australia. *The Compact Fruit Tree* 35(2). 43-47p.
16. MIKA, A. and KRAWIEC, A. (1999). Planting density of apple trees as related to rootstock. *Proceedings of the International Seminar Apple Rootstocks for Intensive Orchards. Warsaw- Ursynów, Poland*. 77-78p.
17. PALMER, J.W. and JACKSON, J.E. (1973). Effects of tree population and variations in spacing within and between rows of Golden Delicious on M.9. *Rep. E. Malling Res. Stn for 1972*. 54p.
18. PALMER, J.W., AVERY, D.J. and WERTHEIM, S.J. (1992). Effect of apple tree spacing and summer pruning on leaf area distribution and light interception. *Scientia Horticulturae* 52. 303-312p.
19. ROBINSON, T. L. (1997). Interaction of tree form and rootstock on light interception, yield and efficiency of 'Empire', 'Delicious' and 'Jonagold' apple trees trained to different systems. *Acta Horticulturae* 451. 427-436p.
20. ROBINSON, T. L. (2003). Apple-orchard Planting Systems. in: D.C.Ferree and I.J. Warrington. (eds.) CAB International, USA. 382-393p.
21. ROBINSON, T. L. (2007b). Effects of tree density and tree shape on apple orchard performance. *Acta Horticulturae*. 732. 405-414p.
22. ROBINSON, T.L. and LAKSO, A.N. (1989). Light intercepton, yield and fruit quality of 'Empire' and 'delicious' apple trees grown in four orchard systems. *Acta Horticulturae*. 243. 175-184p.
23. SADOWSKI, A., PAJAK, T. and PÓLTORAK, W. (1999). Growth and early yield of 'Jonagold', 'Holiday' and 'Fiesta' apple trees on different rootstocks. *Apple rootstocks for intensive orchards. Proceedings of the International Seminar Warsaw-Ursynów, August 18-21*. 91-92p.

24. SANSAVINI, S. et al. (2005). Nuovi portinnesti europei del melo: primi risultati di una prova di confronto in ambienti di montagna e pianura. *Rivista di Frutticoltura*. 11. 42-51p.
25. SILBEREISEN, R. and SCHERR, F. (1968). Vergleichende Untersuchungen über Wuchs, Ertrag und Fruchtqualität ausländischer Apfelsorten. 1. *Folge. Obst und Garten* 87(6). 217-222p.
26. SOLTÉSZ M. (1997). Művelési rendszerek. In: Soltész M. (szerk.) Integrált gyümölcsstermesztés. Mezőgazda Kiadó. Bp. 210-221p.
27. STAMPAR, F. et al. (2000). Influence of planting densities on vegetative and generative growth and fruit quality of apple (*Malus domestica* Borkh) *Acta Horticulturae*. 513. 349-356p.
28. TŐKEI L. (1997). Szigetcsép éghajlata. Kézirat. KÉE Talajtan és Agrometeorológiai Tanszék.
29. WAGENMAKERS, P.S. and CALLESEN, O. (1995). Light distribution in apple orchard systems in relation to production and fruit quality. *J. Hort. Sci.* 70. 335-348p.
30. WEBER, M.S. (2001). Optimizing the tree density in apple orchards on dwarf rootstocks. *Acta Horticulturae*. 557. 229-234p.
31. WERTHEIM, S.J. (1978). Pruning of slender spindle type trees. *Acta Horticulturae*. 65. 173-180p.
32. WESTWOOD, M.N. (1993). Temperate-zone pomology, physiology and culture. *Timber press, Portland, Oregon, USA*. 523p.
33. WÜNSCHE J.N. et al. (1996). The bases of productivity in apple production systems, the role of light interception by different shoot types. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 121. 886-893p.
34. WÜNSCHE, J.N. and LAKSO, A.N. (2000). Apple tree physiology-implications for orchard and tree management. *Compact Fruit Tree* 33. 82-88p.
35. WÜNSCHE, J.N., LAKSO, A.N. and ROBINSON, T.L. (1995). Comparison of four methods for estimating total light interception by apple trees of varying forms. *HortScience*. 30. 272-276p.

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT KÖZLEMÉNYEK

NEM IMPAKT FAKTOROS FOLYÓIRATCIKKEK

- 1) Csigai, K. –Hrotkó, K. (2005): Growth and productivity of a young apple orchard at different spacing. *International Journal of Horticultural Science*, 11. (2), 23-27p.
- 2) Csigai, K. –Hrotkó, K. (2003): Az alany és tőtávolság hatása 'Jonica' és 'Gala Must' almafák kezdeti növekedésére és termőrefordulására, *Kertgazdaság*, 35. (2) 22-29p.
- 3) Csigai, K. –Hrotkó, K. –Magyar, L. (2005): Az almaalany-nemesítés helyzete napjainkban. *Kertgazdaság*, 37. (4) 14-22p.

MAGYAR NYELVŰ ÖSSZEFOGLALÓK

- 4) Csigai, K. –Hrotkó, K. (2003): Az alany és tőtávolság hatása 'Jonica' és 'Gala Must' almafák kezdeti növekedésére és termőrefordulására. Lippay-Ormos-Vas Tudományos ülészak, Összefoglalók, Budapest nov. 6-7. 306-307p.
- 5) Csigai, K. –Hrotkó, K. (2005): A térállás, a termőfelület és a fényhasznosulás összefüggései intenzív almaültetvényben, Lippay-Ormos-Vas Tudományos ülészak, Összefoglalók, Budapest, okt. 19-20. 178-179p.

ANGOL NYELVŰ KONFERENCIAKIADVÁNYOK (FULL PAPER)

- 6) Csigai, K. and Hrotkó, K. (2007): Effect of Rootstocks and Spacing on Growth and Yield in Early Bearing 'Jonica' and 'Gala Must' Apple Trees. *Acta Horticulturae* 732: 475-479p.
- 7) Csigai, K. and Hrotkó, K. (2006). Effect of Spacing on Productivity of Young Apple Orchard. *Proceedings of International Conference on Perspectives in European Fruit Growing*. 19-22p.
- 8) Csigai, K. –Hrotkó, K. –Takács, F. (2004): Effect of rootstocks and in row spacing in young intensive apple orchard. 2-nd International Scientific Horticulture Conference. Nitra, 16-18. Sept., 121-122p.

ANGOL NYELVŰ KONFERENCIAKIADVÁNYOK (ABSTRACT)

- 9) Csigai, K. –Hrotkó, K. (2004): Effect of spacing and rootstocks on growth and yield of 'Jonica' and 'Gala Must' apple trees. *2nd International Conference on Horticulture Post-graduate (PhD.) Study System and Conditions in Europe* Lednice, 17-19. nov. 13p.

- 10) Csigai, K. –Hrotkó, K. (2005): The bearing surface affected by spacing in intensive orchard. "Propagation and nurseries of fruit trees and soft fruits-from theory to practice" International Scientific Conference, Latvia, June 27-30, 11p.

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ NEM KÖZVETLENÜL KAPCSOLÓDÓ KÖZLEMÉNYEK

NEM IMPAKT FAKTOROS FOLYÓIRATCIKKEK

- 1) Hrotkó, K. – Hrotkó, V. –Csigai, K. –Magyar, L. (2005): A karcsúorsó meggyfák termőgallyainak produktivitása, Kertgazdaság, 37. (1.) 16-22p.
- 2) Hrotkó, K. –Nagy, Á. –Csigai, K. (2006): A gyümölcsfajták és alanyok szaporítása a magyar faiskolákban 1. Alma, körte és birs, Kertgazdaság, 38. (1) 35-42p.
- 3) Hrotkó, K. –Nagy, Á. –Csigai, K. (2006): A gyümölcsfajták és alanyok szaporítása a magyar faiskolákban 2. Cseresznye, meggy és szilva. Kertgazdaság, 38. (3) 16-24p.
- 4) Hrotkó, K. –Nagy, Á. –Csigai, K. (2006): A gyümölcsfajták és alanyok szaporítása a magyar faiskolákban III. Őszibarack, kajszi, dió és mandula. Kertgazdaság, 38. (4) 29-38p.

EGYÉB ÉRTÉKELHETŐ CIKK (TUZOMÁNYOS, NEM ISMERETTERJESZTŐ)

- 5) Csigai, K. –Hrotkó, K. –Magyar, L. (2005): Az alma intenzív művelési rendszerek fejlődésének mai irányai. Gyakorlati Agrofórum, 16 (1)10-12p.

MAGYAR NYELVŰ ÖSSZEFOGLALÓK

- 6) Végvári, Gy. –Hrotkó, K. –Magyar, L. –Hajagos, A. –Csigai, K. (2005): Cseresznye alanyok szöveti szerkezetének Scanning Elektronmikroszkópos vizsgálata. Lippay-Ormos-Vas Tudományos ülészak, Összefoglalók, Budapest, okt. 19-20. 250-251p.

ANGOL NYELVŰ KONFERENCIAKIADVÁNYOK (FULL PAPER)

- 7) Végvári, Gy., Hrotkó, K., Magyar, L. and Csigai, K. (2008): Histological investigation of cherry rootstocks. Acta Horticulturae 795: 339-344p.
- 8) Hrotkó, K., Csigai, K., Magyar, L. and Hrotkó, V. (2008): Productivity of fruiting wood on slender spindle sour cherry trees. Acta Horticulturae 795: 503-508p.