

Budapesti Corvinus Egyetem

**A TENYÉSZTERÜLET OPTIMALIZÁLÁS TÉNYEZŐI
INTENZÍV ALMAÜLTETVÉNYBEN**

Doktori (PhD) értekezés

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

A Budapesti Corvinus Egyetem Élettudományi Területi Doktori Tanács 2008. december 9.-i határozatában a nyilvános vita lefolytatására az alábbi bíráló Bizottságot jelölte ki:

BÍRÁLÓ BIZOTTSÁG:

Elnöke:

Lukács Noémi, PhD

Tagjai:

Bernáth Jenő, DSc

Soltész Miklós, DSc

Dimény Judit, CSc

Opponensek:

Z. Kiss László, DSc

Inántszy Ferenc, PhD

Titkár:

Honfi Péter, PhD

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	4
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	6
2.1. A MŰVELÉSI RENDSZER FOGALMA, ELEMEI	6
2.2. AZ ALANYOK HATÁSA A FÁK NÖVEKEDÉSÉRE ÉS PRODUKTIVITÁSÁRA	7
2.3. AZ ALANYHASZNÁLAT ALAKULÁSA AZ ALMATERMESZTÉSBEN	8
2.4. AZ INTENZÍV ALMATERMESZTÉSBEN HASZNÁLT KORONAFORMÁK	11
2.4.1. <i>Sövények</i>	11
2.4.2. <i>Orsó koronaformák</i>	12
2.5. A TENYÉSZTERÜLET, A TŐSZÁM JELENTŐSÉGE AZ INTENZÍV ALMATERMESZTÉSBEN	15
2.6. A TŐTÁVOLSÁG JELENTŐSÉGE	19
2.7. A SORTÁVOLSÁG JELENTŐSÉGE	20
2.8. SOR- ÉS TŐTÁVOLSÁG AJÁNLÁSOK A HAZAI ÉS KÜLFÖLDI SZAKIRODALOMBÓL	21
2.9. A FÁK NÖVEKEDÉSÉNEK, A TERMŐFELÜLETNEK ÉS PRODUKTIVITÁSÁNAK MÉRÉSE..	23
2.10. AZ ÜLTETVÉNY TERMŐFELÜLETÉNEK ALAKULÁSA ÉS MÉRÉSE INTENZÍV ÜLTETVÉNYEKBE.....	24
2.11. A FOTOSZINTETIKUSAN AKTÍV SUGÁRZÁS (PAR) ABSZORPCIÓJA ÉS HASZNOSULÁSA AZ ÜLTETVÉNYBEN	25
2.12. A KORONABELSŐ MEGVILÁGÍTOTTSÁGÁNAK JELENTŐSÉGE	27
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	29
3.1. A KÍSÉRLET ANYAGA	29
3.1.1. <i>A vizsgálatban szereplő alanyok jellemzése</i>	29
3.1.2. <i>A vizsgálatban szereplő almafajták jellemzése</i>	30
3.1.2.1. <i>A 'Regal Prince' (Gala Must) fajta leírása</i>	30
3.1.2.2. <i>A 'Jonagold Schneica' (Jonica) fajta leírása</i>	32
3.1.3. <i>A kísérleti ültetvény</i>	33
3.2. VIZSGÁLATI MÓDSZEREK.....	35
3.3. AZ EGYES ÉVEKBEN MÉRT ADATOK	38
4. EREDMÉNYEK	39
4.1. A SOR- ÉS TŐTÁVOLSÁG HATÁSA A FÁK VEGETATÍV NÖVEKEDÉSÉRE	39
4.1.1. <i>A fák egyedi jellemző méreteinek alakulása</i>	39
4.1.2. <i>A sor- és tőtávolság hatása az ültetvény jellemző méreteinek alakulására</i>	46
4.2. A FÉNYABSZORPCIÓ ALAKULÁSA A KÜLÖNBÖZŐ SOR- ÉS TŐTÁVOLSÁGÚ ÜLTETVÉNYEKBE.....	54
4.3. A VIRÁGBERAKÓDÁS ÉS TERMÉSHOZÁS ALAKULÁSA A SOR- ÉS TŐTÁVOLSÁGOK FÜGGVÉNYÉBEN	58
4.3.1. <i>A fák egyedi virágberakódása és terméshezési jellemzői</i>	58
4.3.2. <i>Az ültetvény virágberakódása és terméshezése</i>	63
4.4. AZ ALANYOK HATÁSA A FÁK VEGETATÍV NÖVEKEDÉSÉRE ÉS PRODUKTIVITÁSÁRA ..	68
5. AZ EREDMÉNYEK MEGVITATÁSA, KÖVETKEZTETÉSEK.....	75

5.1.	A TENYÉSZTERÜLET HATÁSA A FÁK EGYEDI MÉRETÉRE	75
5.2.	A SOR- ÉS TÖTÁVOLSÁG, A TÖSZÁM HATÁSA AZ ÜLTETVÉNY TERMŐFELÜLETÉNEK ALAKULÁSÁRA	79
5.3.	AZ ÜLTETVÉNY LEVÉLFELÜLET INDEXE ÉS A FOTOSZINTETIKUSAN AKTÍV SUGÁRZÁS (PAR) FELFOGÁSA.....	84
5.4.	A FÁK EGYEDI TERMÉSHOZÁSI TULAJDONSÁGAINAK ALAKULÁSA.....	86
5.5.	AZ ÜLTETVÉNY TERMÉSHOZÁSI TULAJDONSÁGAINAK ALAKULÁSA	88
5.6.	ALANYOK HATÁSA A FÁK VEGETATÍV NÖVEKEDÉSÉRE ÉS TERMÉSHOZÁSÁRA.....	92
5.7.	ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	94
6.	ÖSSZEFOGLALÁS	95
7.	SUMMARY.....	100
8.	MELLÉKLETEK.....	104
M.1.	IRODALOMJEGYZÉK.....	104
M.2.	TÁBLÁZATOK	113
M.3.	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	124

1. BEVEZETÉS

Az alma hazánkban a legnagyobb mennyiségben termesztett gyümölcs, évente mintegy 500-600 ezer tonnát termelünk, részaránya eléri az összes gyümölcsstermés 60 %-át. A megtermelt alma mintegy 70 %-a ipari feldolgozásra kerül, amely alacsony termelői jövedelmezőséget biztosít (PAPP 2004). A friss fogyasztásra alkalmas alma versenyképességét az intenzív ültetvények biztosítják.

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 eredményez, kevesebb növényvédőszer felhasználásával jár, ezért csökkenthető a környezet terhelése is, valamint totális a korona permetlével való borítottsága. A nagy ültetvénysűrűségű, intenzív ültetvényekben gyorsabb a termőre fordulás, nagyobb a termésmennyiség, mely jobb minőséggel párosul.

A fák koronaméretének csökkentése több tényezővel együttesen érhető el: növekedést mérséklő alanyok választásával, rendszeres metszéssel, koronaalakítással. Az ültetvény telepítésekor az alany mellett a nemes növekedési erélyével is számolnunk kell.

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), és ennek a gyakorlatba való átültetésével megjelentek a 10-20000 hektáronkénti tőszámmal telepített gyümölcsösök is. Azonban ezen ültetvények terméshozamai nem igazolják a tőszám és a termőfelület, valamint a terméshozam közötti lineáris összefüggéseket.

Az optimális tenyészterületet 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 tenyészterület 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 tőszám-tartományában 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.

A kutatómunka fő célkitűzései a következők voltak:

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

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A művelési rendszer fogalma, elemei

A művelési rendszer fogalmát, elemeit sokan, sokféleképpen határozzák meg. SOLTÉSZ (1997) szerint: „A művelési rendszer a létesített gyümölcsös hatékony működtetésének rendszere, vagy másképpen: a termesztési célok megvalósításának módja”. A művelési rendszerhez szűkebb értelemben az ültetvényanyag típusa, növekedési potenciálja, a kialakított törzsmagasság, faméret, koronaforma tartozik, tágabban értelmezve pedig hozzátartozik még a telepítési forma, a sor- és tőtávolság és a támberendezés. Az intenzív és hatékony művelési rendszer két legfontosabb eleme a megfelelő törzsmagasságú korona és az optimális sor- és tőtávolság. Ebben megegyezik SIPOS (2003) és TIMON (2000) véleménye is, akik a művelési rendszer fogalmának meghatározásakor ezt a két tényezőt tartották lényegesnek.

BARRITT (2000) a művelési rendszert ültetvényrendszernek nevezi, szerinte 7 alkotóeleme van, amelyet figyelembe kell venni az ültetvény tervezésénél: az alany, a tőszám, az ültetvényanyag minősége, a fa elrendezése, azaz a sor- és tőtávolság, a támrendszer, a koronaforma és a metszés. Ez a hét kirakós játék darabot kell egybe rendezni ahhoz, hogy az optimális ültetvény megvalósuljon.

GYURÓ (1990) szerint a művelési rendszer egy összetett fogalom, mely magába foglalja a telepítési rendszert (faalak, törzsmagasság, koronaforma, ültetési rendszer), a fák termőfelület- és termésszabályozását, a gyümölcsös üzemeltetésének módját, mindezek összefüggéseit, valamint a fajta- és alanyválasztást.

SZALAY ÉS SZABÓ (2003) a művelési rendszer elemeibe a fajta-alany kombinációt, a kialakítandó faalakot, a sor- és tőtávolságot, a sorirányt, a támrendszert, az öntözőberendezést és más kiegészítő létesítményeket sorol, sőt szerintük a talajművelés módja is idetartozik. Gazdaságos, jól működő ültetvényt sokféle művelési rendszerrel megvalósíthatunk, a lényeg az, hogy az elemeit mindig a helyi adottságok és piaci igények figyelembevételével rendezzük össze, és következetesen valósítsuk meg. A művelési rendszert körültekintően, gondosan kell megtervezni, mert a legfőbb elemei a telepítés után csak nehezen, vagy egyáltalán nem változtathatók meg.

„A művelési rendszer annál intenzívebb, minél jobban hasznosítja a fajták genetikailag elérhető legnagyobb termőképességét” (SOLTÉSZ 1997). HROTKÓ (2003) szerint „a fajta és alany sajátosságai, a koronaforma és a hozzá kapcsolódó metszés, az ültetési rendszer, sor- és

tőtávolság hatásainak figyelembevétele mellett a termőhelyi tényezőkkel összhangban lehetséges a céljainknak megfelelő művelési rendszer kialakítása és fenntartása”.

Összességében elmondható, hogy a művelési rendszer az, amit az ültetvényben látunk, a koronaforma, -alak, -méret, a törzsmagasság, a telepítési rendszer, valamint a táंबरendezés. Ezeknek az egymással minden téren összefüggő elemeknek az ésszerű és körültekintő változtatásaival tudunk egy minden igényt kielégítő saját célunknak megfelelő ültetvényt kialakítani és fenntartani, figyelembe véve az éghajlati adottságokat is.

2.2. Az alanyok hatása a fák növekedésére és produktivására

Az elmúlt évtizedekben megnyilvánuló alapvető trend az ültetvények intenzitásának növelése, melynek egyik fontos eszköze volt a fák méretének és ezzel együtt a sor- és tőtávolság csökkentése, a tőszám növelése.

Az alacsony termőfelületű, intenzív koronaformák korábbi termőre fordulást, nagyobb termésmennyiséget, kisebb fajlagos termelési költséget, továbbá jobb minőségű gyümölcsöt, termelékenyebb kézi és hatékonyabb gépi munkát, gyorsabb költségmegtérülést és hatékonyabb növényvédelmet eredményeznek, valamint gyorsabb a fajtaváltás lehetősége (SOLTÉSZ 1997, ROBINSON 2003). SOLTÉSZ (1997) szerint a fák méretének csökkenésével a fénykihasználás is javult az intenzív ültetvényekben, ennek viszont ellentmond HROTKÓ (2002b) számítása, miszerint a koronával (lombfelülettel) borított terület aránya a koronaátmérő csökkentésével arányosan kisebb lesz.

ROBINSON (2007a) véleménye is az, hogy a fák méretét csökkenteni kell, mivel a nagyméretű fák metszése, permetezése és szürete bonyolult és igen költséges, valamint a gyümölcsök színeződése a nagy fák koronájának belsejében igen rossz. A fa méretének csökkentésének egyik módja a törpítő alanyok használata.

Az alanyok kulcsfontosságúak egy ültetvény tervezésében és kezelésében, különösen az intenzív ültetvények esetében. Az alany hatására kialakuló méret szélső értékei a 20-100 % között mozognak a magoncalanyú fákhoz, vagy az ismert legerősebb alanyúakhoz viszonyítva (HROTKÓ 1999). A faméret szabályozása révén az alanyok közvetlenül befolyásolják a térállást, a táंबरendezés-igényt, a munkaerő kihasználást és a permetanyagok kijuttatásának pontosságát (BARRITT et al. 1995, ROBINSON et.al. 2007). Az alanyok hatással vannak nemcsak a fák növekedésére, hanem a korai termőrefordulásra, a produktivitásra, és a gyümölcs méretére is (HROTKÓ 1999; ROBINSON 2003).

A fák növekedését azonban az alany mellett számos tényező befolyásolja: a csapadék, a napfénytartam, a nappali és az éjszakai hőmérsékleti viszonyok, a nemes fajta, a

koronaforma, a metszés, a sor- és tőtávolság, a szemzési hely magassága, valamint a talaj (HROTKÓ 1999). A faméret befolyásolja a termőrefordulást és a termés előállításának gazdaságosságát.

FERREE (1992) hangsúlyozza, hogy az intenzív gyümölcsös alapja a kellő mértékben törpítő és gazdaságosan terméshozamot biztosító alany. CZYNCZYK ÉS OLSZEWSKA (1990) szerint csak a kis koronát képző fák alkalmasak modern almaültetvény létesítésére, ezzel egybe cseng HIRST ÉS FERREE (1995a) megállapítása, és ezt támasztja alá AUTIO (1991) vizsgálata is, mely világosan kimutatja a törpítő alanyú fák telepítésének irányába ható trendet.

A fa méretének alakulásában a nemesnek is fontos szerepe van az alany mellett, noha sokan nem tulajdonítanak neki nagy jelentőséget. Bár mind az alany, mind a nemes befolyásolja a fa növekedését és fejlődését, azért az alany hatása nagyobb (HIRST ÉS FERREE 1995b). Mégis figyelembe kell venni, hogy azonos alanyon egészen különböző növekedésű fákat kaphatunk eltérő nemes fajtákkal. Tehát a nemes fajták növekedési erélyével is számolni kell az ültetvény létesítésekor (CZYNCZYK ÉS OLSZEWSKA 1990).

Az almafajták növekedési erélyében az alanyokhoz hasonlóan jelentős különbségek mutatkoznak. G. TÓTH (1997) az almafajtákat növekedési erélyük alapján hat csoportba sorolta. Az igen erős (Mutsu, Gloster) és az erős növekedésű fajtákhoz (pl. Jonagold, Elstar) jó talajon és öntözött körülmények között az M.9-nél gyengébb növekedésű alanyok használata is ajánlható, vagy magasabb szemzéssel, igen törpe alanyok közbeoltásával mérsékelhetjük növekedésüket. A másik végletet jelentő spúr fajtáknál vagy az igen gyenge növekedésűeknél a féltörpe, középerős alanyok közül a M.26, MM.106 és MM.111 jöhet számításba a ma forgalomban levő alanykínálatból (HROTKÓ 1999).

Az alanyok hatása a gyümölcsösben mindig az ültetvény összetett rendszerében érvényesül, attól el nem választható, s erre az alanyok komplex értékelésénél feltétlenül tekintettel kell lennünk. Ennek ellenére az alanykutatás eddigi gyakorlatában nem helyeztek kellő súlyt a művelési rendszer elemeivel való összefüggésekre, az eddigi sor- és tőtávolság ajánlásokat többnyire az adott alanyon kapott növekedési erély és a fák méreteinek figyelembe vételével tették meg (HROTKÓ 2002b).

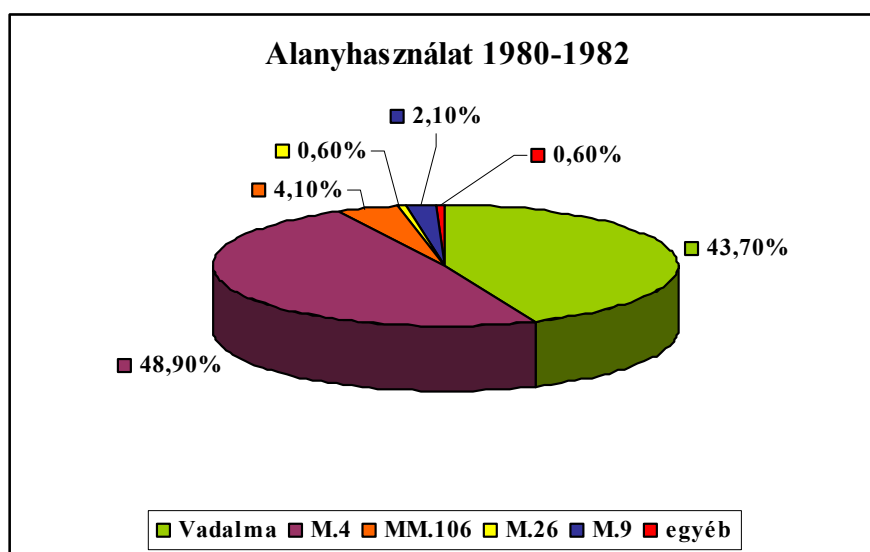
2.3. Az alanyhasználat alakulása az almatermesztésben

Magyarországon az 1940-es, 1950-es években vadalma-magoncokat alkalmaztak az üzemi ültetvények alanyaként. Az erős növekedésű fákat 10 x 10 m-es sor- és tőtávolságra telepítették. A korona kialakítása, a termőrefordulás igen hosszú időt igényelt. Az 1960-as

években már a valamivel gyengébb növekedésű M.4 alanyú fákat telepítették átlagosan 7 x 4 méterre. Az 1970-es években pedig már 5 x 3 m-es sor- és tőtávolságú sövényekkel is kísérleteztek M.4-es alanyon, mely erre a sűrűbb ültetésre a legtöbb esetben nem bizonyult alkalmasnak. Európa jelentős almatermesztő országaiban egészen az 1950-es évekig a hazánkhoz hasonlóan a középerős alanyokat használták, és ezek a nagyobb koronájú kisebb sűrűségű (100-300 fa/ha) almaültetvények voltak meghatározóak.

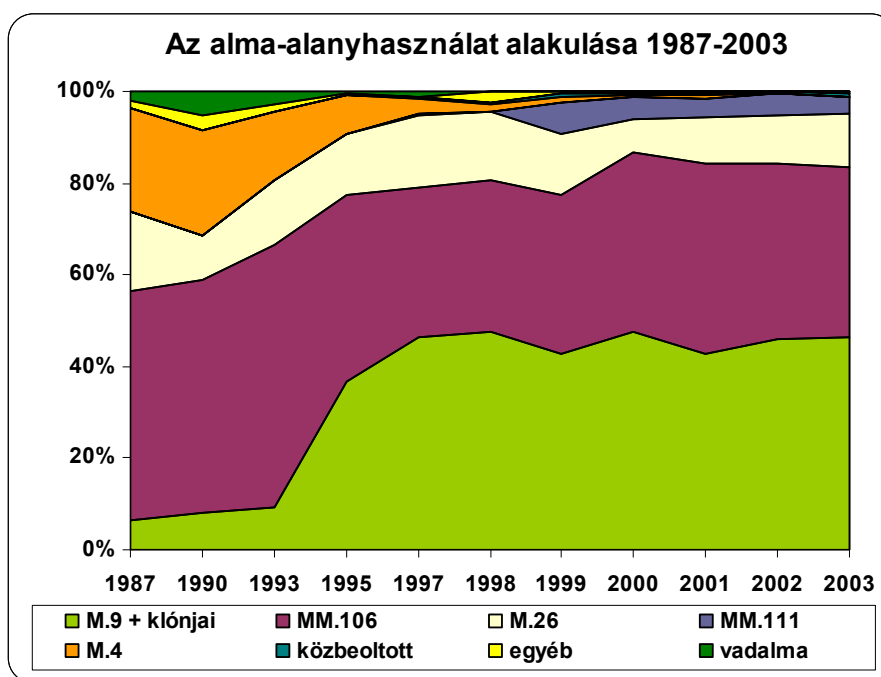
Az 1950-es és 1960-as években Európában már féltörpe alanyokat használtak, már csökkent a fák mérete, nőtt az ültetés-sűrűség (300-500 fa/ha), korábbi volt a termőrefordulás, és a produktivitás is nagyobb volt (ROBINSON, 2007a). Hazánkban a '80-as évekig a magoncalanyra és M.4 alanyra leszűkített alanyhasználat volt jellemző (GONDA 1995), míg külföldön már az 1970-es évek elején M.9 alannyal nagy ültetés-sűrűségű (1000-2000 fa/ha) gyümölcsösöket telepítettek.

Az 1980-as évek leegyszerűsített alanyhasználat (2.1. ábra) ökológiai viszonyainkkal, a termesztés hagyományaival valamint a kockázattól való félelemmel stb. magyarázható. A csaknem egy évszázados külföldi és több évtizedes hazai alanykutatás során számos alanyt állítottak elő és vontak termesztésbe (GYURÓ 1990). A Malling és a Malling-Merton alany sorozat jelentős változást hozott az alanyhasználatban. Ezeknek az alanyoknak egy részét 1936-ban Mohácsy Mátyás, majd 1962-ben Probockai Endre hozta be hazánkban. Ekkor kezdődött ezeknek az alanyoknak a módszeres vizsgálata és leírása, majd a létrehozott vírusmentes M.26 és MM.106 törzsültetvények tették lehetővé, hogy a féltörpe növekedésű alanyok szélesebb körben elterjedjenek.



2.1. ábra. Az alanyok %-os megoszlása a magyar almaültetvényekben 1980-1982 között (KÁLLAY T.-NÉ, SZENCZI (1985) adatai alapján).

A magyar faiskolák alma-alanyhasználatát még az 1980-as években is az európaival ellentétes tendencia jellemezte, vagyis kisebb volt a törpe alanyok aránya. Az uralkodó szerepet az ökológiai viszonyainkhoz jól alkalmazkodó és igen jól szaporítható féltörpe vagy középérés növekedési erélyű MM.106 vette át. A korábban meghatározó M.4 aránya csökkent. Ezek az adatok jól jellemzik a '80-as években telepített almaültetvények félintenzív jellegét (HROTKÓ 1999). Az alanyhasználat átalakulása a '90-es évek közepén kezdődött, amikor a törpe M.9 aránya többszörösére növekedett (HROTKÓ 1999). Az 1997 és 2003 közötti időszakban a M.9 aránya tartósan 45 % körüli szinten volt (2.2. ábra). Az MM.106 aránya is stabil (35-40 %) ebben az időszakban. Az M.26 esetében egy kissé csökkenő tendencia figyelhető meg, aránya 10-15 % körüli. M.4 alanyú almafát napjainkban már nem kínálnak a faiskolák. A szaporított alanyoknak több mint 90 %-át 3 alany alkotja a M.9 és klónjai, a MM.106 és a M.26 (HROTKÓ et. al. 2006).



2.2. ábra. Az alma-alanyhasználat alakulása a magyar faiskolákban 1987-2003 között (%) (BACH et. al. 1998; MUNKÁCSI et. al. 2001; HROTKÓ et. al. 2006)

A ma elterjedt intenzív és szuperintenzív almaültetvényekben igen törpe, törpe és féltörpe alanyokat használnak szerte a világon. A jövő követelménye a törpítő alanyok ('Malling 27' és 'Malling 26' közötti növekedési erély) használata. Mindemellett még mindig keresik a féltörpe-középérés növekedési erélyű alanyokat, különösen azokban az országokban, illetve almatermesztő körzetekben, ahol nagy a szegénység, kevés a termesztésre alkalmas terület (vékony a termőréteg vagy extrém éghajlati körülmények

vannak), tehát a törpítő alanyok használata nem célravezető. Ott szükség van az M.26-nál (fél törpe) erősebb növekedésű alanyokra.

Ma a világon a legelterjedtebben a 'Malling 9' vírusmentes klónjait használják intenzív ültetvények telepítésére. A nemesítők egyik célja az, hogy az M.9 alanynál jobb, annak hátrányait kiküszöbölő alanyt állítsanak elő az intenzív ültetvények számára. Különleges szempontok, hogy az alanyon a fák korán termőre forduljanak, rendszeresen és bőven teremjenek, és a gyümölcsméretet is pozitívan befolyásolják. További elvárás, a kártevőkkel és a kórokozókval szembeni rezisztencia (WEBSTER 1997). Az elmúlt másfél évtizedben, hazánkban intenzív alany-értékelési kutatómunka folyt (HROTKÓ et al. 1997; HROTKÓ 2002a), azzal a céllal, hogy a múlt század '60-'80-as éveiben előállított alanyokat hazai klimatikus viszonyok között értékeljék, mivel az alanyok a rájuk szemzett nemesfajta illetve az adott termőhelyre jellemző klimatikus adottságok függvényében egymástól eltérően viselkednek.

2.4. Az intenzív almatermesztésben használt koronaformák

Az földhöz közeli termőfelületű, intenzív koronaformák korábbi termőrefordulást, nagyobb termésmennyiséget, kisebb fajlagos termelési költséget, továbbá jobb minőségű gyümölcsöt eredményeznek, mivel a fák méretének csökkenésével nő a fény behatolása a koronába, jobb a színeződés. A koronaformának fontos szerepe van a kiegyensúlyozott, nagy mennyiségű és jó minőségű termés elérésében.

A helyesen kialakított és fenntartott, szellős, jól megvilágított korona lehetővé teszi a fa minden részének egyenletes permetléfedettségét, a fa belsejében a jó termőrügyképződést (SOLTÉSZ 1997, ANTOGNOZZI et al. 1993, WERTHEIM et al. 2001). Már a telepítés után el kell kezdeni a koronaalakítást, mely magába foglalja a metszést, a lekötözést, lesúlyozást (a vázkaral rendelkező koronaformák esetében). Ma a leggyakrabban alkalmazott koronaformák kör alapvetületűek, a fák 2-4 m magasságúak, és így a termés 70-80 %-át a földön állva kézzel lehet szüretelni.

2.4.1. Sövények

Nyugat-Európában igen elterjedtek voltak a különböző típusú sövények, mint a mai intenzív koronaformák előfutárai. A sövényeknél a tengelyből (szabályos távolságban) vázágemeleteket alakítottak ki, és ezek hordozták a termőgallyzatot. Idővel az alsó vázágak elgyengültek, az alsó rész felkopaszodott. Az ottani éghajlat és talajadottságoknak megfelelően (ellentétben a hazai gyakorlattal) már akkor is a törpítő hatású alanyokat

használták, elsősorban az M.9-et. Az ültetvények többsége vízszintes karú Haag-sövény vagy a ferde karú Palmetta volt az utóbbi főleg Olaszországban. Ezeket az egyébként már intenzívnek számító ültetvényeket váltották le az utóbbi évtizedekben az orsó koronaformák (ROBINSON 2003).

2.4.2. Orsó koronaformák

Az orsó koronaformáknál a tengely (törzs és a sudár) dominanciája a lényeges. A tengely csúcsi részének és az ott elhelyezkedő termőgallyzatnak a túlerősödését a vázkarokkal (és az ezen lévő termőgallyzattal) kompenzálták. Az orsó koronaformák támrendszerei szerint két fő csoportba sorolhatók, a huzalos és az egyedi támrendszeres megoldás. Az egyedi támrendszeres megoldást a nagyobb térállású ültetvényekben használják. A sűrű ültetvényekben (2000-6000 fa/ha) a huzalos támrendszer az elterjedtebb, mivel ebben az esetben ennek a fajlagos költsége kisebb, illetve a fitotechnika hatékonysága nagyobb (ROBINSON 2003).

Mind a klasszikus orsófáknál (karcsúorsó és holland orsó), mind a szuperorsó fáknál a területegységenkénti nagyobb egyedszám (és várható hozam) céljából ikersoros, ill. többsoros telepítési megoldásokkal is próbálkoztak. A fák nehezebb kezelhetősége (fitotechnikai műveletek), a többsoros megoldásoknál a belső sorok erős felkopaszodása, a szüret nehézsége illetve a belső részeken képződött gyümölcsök gyengébb minősége és eltérő érésideje miatt, manapság csak a szuperorsó koronaformánál használják, itt is csak az egyszerű ikersoros megoldást.

A fák mérete és térállása alapján a következő csoportokat ismerjük:

- 1) Nagyobb faméretű és nagyobb térállásra telepített orsófák:
 - a) Francia tengely (alsó vázkarokkal rendelkezik)
 - b) CATS (nincsenek vázkarok)
- 2) Klasszikus méretű intenzív orsófa (ikersoros rendszerben is elképzelhető):
 - a) Alsó vázkaros klasszikus holland karcsúorsó
 - b) Vázkar nélküli karcsúorsó
- 3) Szuperorsó (ikersoros rendszerben is elképzelhető)
-szuperorsó „V- szisztéma” alkalmazásával

Francia tengely:

Az 1970-es években a francia Lespinasse fejlesztette ki (LESPINASSE ÉS DELORT 1986). Kúp alakú koronaforma, egy függőleges, központi tengellyel, amelyen egyenletesen helyezkednek el a termőgallyak. A fa 3,5-4 m magas és 1,5-2 m széles. Optimális termőhelyen törpe alanyokon is kinevelhető (M.9, B.9), míg a nem megfelelő klimatikus viszonyok között csak a magasan szemzett (30 cm) féltörpe (M.26), vagy középerős alanyokon (MM.106, MM.111) 30-60 közötti szemzési magassággal nevelhető ki. Egyedi támasszal rendelkezik, mely szinte csak a koronakialakítás időszakában szükséges. A francia tengely koronaforma kiváló fedőszín-borítottságú gyümölcsöt, optimális fényeloszlást biztosít a korona belsejében is (LAURI ÉS LESPINASSE 2000).

CATS (Columnar Apple Tree System):

Geisenheim-i Kutatóintézetben Jacob által kidolgozott koronaforma. Jellemzői hasonlóak a francia tengelyhez, azzal a különbséggel, hogy nincsenek alsó vázágak, hanem végig termőgallyazatot tart fenn a tengelyen, hasonlóan leívelve, mint a Solax rendszer esetében. Elsősorban ipari alma termesztésére találták ki, de egyes fajták esetében friss fogyasztásra is termeszthetők (ROBINSON 2003).

Alsó vázkaros klasszikus holland karcsúorsó:



2.3. ábra. Hároméves Jonica karcsúorsó kísérleti ültetvény Jork 9 alanyon 3,6 m sortávolsággal és különböző tőtávolságokkal (0,75 m, 1,0 m, 1,25 m, 1,5 m) telepítve, Szigetcsépen. (fotó: CSIGAI)

1968-ban, Hollandiában fejlesztették ki és dominánssá vált Európa valamennyi részén. A fa kúpos, törpe, amelyet sűrűn telepítenek (1500-4000 fa/ha), 3,5-4 m x 0,9-1,5 m sor- és tőtávolsággal. A leggyakoribb alanyok, amelyet használnak az M.9 és klónjai illetve a féltörpe M.26 magasan szemezve. A fákat támrendszerrel kell ellátni. A törzsmagassága 40-60 cm, a korona szélessége kevesebb, mint 2 m, a fa magassága 2-3 m. A karcsúorsó központi tengelyén és a kívánt törzsmagasság fölött 3-4 véglegesen megmaradó vázkaron rotációval fenntartott fiatal (1-3 éves korú) termőalapokon történik a terméshez (GONDA 2004). Kúpos formájából adódóan igen jó a napfény kihasználása és a korona fényellátottsága. A karcsúorsó koronaforma nevelésének központi kérdése a sudár kezelése, melyre több módszer áll rendelkezésünkre: sudárviSSzametszés, álsudarazás, valamint a hajlítgatásos sudárnevelés.

Vázkar nélküli karcsúorsó:

Jellemzői hasonlóak, mint a karcsúorsó esetében, csak nincsenek vázkarok és a központi tengelyen, a koronakialakítás folyamán a termőgallyzat képzését a vegetációban a tengely eltérő irányú lehajlításával segítik elő. A leívelődő termőgallyzat egy idő után az alsóbb részeken az árnyékolódás miatt felkopaszodást idézhet elő. Egy idő után a termőgallyzat egyre magasabbra kerül a felkopaszodás miatt, hasonlóan a CATS-hez. A felfelé törő hajtásképzési típussal rendelkező fajták esetében a vesszők leívelésével készítetik a gyorsabb termőrefordulásra, ami szintén a beárnyékolást segíti elő.

Szuperorsó:

Az 1990-es évek elején fejlesztette ki Nüberlin Németország déli részén a szuperorsó modern változatát. A szuperorsó koronaformát kifejezetten gyenge növekedésű alanyokon (M.27, esetleg M.9, hazai körülmények között) alakítják ki, sor- és tőtávolsága rendkívül kicsi, 2,5-3,5 x 0,3-0,8 m, alig metszik, akkor is főleg augusztusban. A sudáron nem nevelünk vázágakat, csak rövid termőgallykat alakítunk ki. A tőtávolság csökkenésével pedig a termőgallyak egyre rövidebbek.

Az első évben a központi tengelyt kell kinevelni a táمبرendezés mellett, mely lehet ideiglenes: vastagabb nádszál, bambusz stb. A korona átmérője 0,5-1 m, a fa magassága 2 m. Az ültetést követő évben már terem, a 3-4. évtől már teljes terméssel számolnak (3-8 kg/fa), a koronaforma élettartama viszont csak 8-10 év. Nagyon magas az ültetvény telepítési költsége (4000-7500 fa/ha esetleg 10-15 ezer fa/ha), de ez a költség a nagyon korai termőrefordulásával, a jó minőségű terméssel, új fajtával -ami többletbevételt jelent-, a kisebb kézi munkaerővel, kevesebb vegyszer-szükséglettel korán megtérül, valamint kielégíti a

kereskedelem igényeit. Rövid életű, ezért gyors a fajtaváltás-lehetősége, ami a gyorsan változó újabb divat fajták termesztését teszi lehetővé (WEBER 2000, MANTINGER 2000).



2.4. ábra. Termő szuperorsó ültetvény huzalos támrendszerrel, bambuszos egyedi támasszal Lengyelországban. (fotó: CSIGAI)

A szuperorsó hosszabb ideig üzemeltethető a „*V szisztéma*” alkalmazásával, melyet a Göttingen-i (Svájc) Kutatóintézetben kidolgozott támrendszerrel neveztek el. A 30-60 cm-es tőtávolságra -sokszor 3-as kötésben- telepített fákat egymás után ellentétes irányba, kb. 60-75°-os szögben széthajtják, szétterítik a sorközök irányába. Ezáltal jelentősen javul a fák megvilágítottsága az alsó zónában is. Így az alsó részeken elsőrendű elágazásokat alakíthatunk ki és tarthatunk fenn (GONDA 2004). Ha kineveljük a legalsó elágazásokat, mérsékeljük a csúcsi növekedést, mellyel az alsók felkopaszodását késleltethetjük. A támrendszer költsége jelentős, dupla költséget jelent a „sima” szuperorsóhoz viszonyítva (MANTINGER 2000). Ezzel a rendszerrel kialakítható karcsúorsó koronaforma is, ha vázkarokat tudnak kialakítani. A magas beruházási költségek és a fitotechnikai műveletek nehézsége miatt ritkán alkalmazzák (ROBINSON 2000).

2.5. A tenyészterület, a tőszám jelentősége az intenzív almatermesztésben

Az optimális tenyészterületet 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 ültetvénytől lehet

meghatározni (SOLTÉSZ 1997, HOYING AND ROBINSON 2000). Az optimális tenyészterület megválasztásakor a legfontosabb tényező az almafák fényellátása, mivel az optimálisnál sűrűbb sor- és tőtávolságon az almafák árnyékolt részei felkopaszodnak, a magassági növekedés jellemző és termés csak a korona felső szintjében található. Az optimális fényviszonyok nemcsak azért szükségesek, hogy megakadályozzák a termőágak felkopaszodását, hanem azért is, hogy a termőrügyek a fajtára jellemző mennyiségben és kellően elosztva alakuljanak ki, valamint a fán lévő gyümölcs tökéletesen beszíneződjön (GYURÓ ÉS PETHŐ 1969).

Az optimális térállás számos tényezőtől függ, amelyeket, mint „kirakós játék” darabjait (Barritt 1992) figyelembe kell venni az ültetvény tervezésekor, további nehézséget okoz, hogy ennek a kirakós játéknak több megoldása létezik. HOYING ÉS ROBINSON (2000) szerint a termesztőknek az ültetvénytervezésnél a számos lehetőséget meg kell fontolni. A „kirakós játék” darabjait egymásba kell kapcsolnia, úgy, hogy egy gazdaságos és hatékony ültetvény jöjjön létre. A tenyészterületet úgy kell megválasztani, hogy az ültetvény élettartama legnagyobb részében megfelelő legyen, azonban ez a követelmény annál nehezebb, minél nagyobb a termő fák tenyészterület-igénye, illetve minél hosszabb a termőrefordulás időszaka. Ilyenkor hosszú ideig rossz az ültetvény területhasznosítási foka (SOLTÉSZ 1997).

A régi, hagyományos, nagy térállású ültetvényekben a fák koronái nem, vagy alig értek össze (GYURÓ 1980), így az egyedek közötti versengés az ültetvényben alig jelentkezett. Művelőutat nem hagytak, a közlekedés az ültetvényben a fák koronája alatt folyt ezért az ültetvény koronával való borítottsága nagy (0,8-0,9) volt (CAIN 1970). Kimutatták, hogy a kis koronájú fákkal hamarabb lehet nagy koronaborítottságot (ültetvénytűrűséget) elérni, s az ültetvények hozama negatív korrelációt mutat a fák egyedi méretével. Mára megváltozott a faméret, a koronaforma és rendkívüli mértékben megnőtt az ültetési sűrűség.

Almatermesztésünk a kisebb méretű fák, illetve a nagyobb állománysűrűségű és beruházási igényű ültetvények elterjedésének irányába fejlődik. A megfelelő térállás kulcsfontosságú a termés mennyisége, így az ültetvény nyereséges üzemeltetése szempontjából (FERREE 1992, CLAYTON-GREENE 1993). Ha a fák nem töltik ki a rendelkezésükre álló teret, akkor a termelés gazdaságossága csökken. A nagyobb állománysűrűséggel telepített ültetvények magasabb beruházási költsége viszonylag korábban megtérül, s a magasabb ültetvényamortizációból származó éves többletköltség mértéke megfelelően kompenzálható a kedvezőbb szüreti élőmunka-hatékonysággal, a kedvező

fedőszín-borítottsággal, az alacsonyabb sérüléssel és az optimális érettségben történő szürettel (VÍG 1982).

Az alanyok hatása mellett az ültetvény komplex rendszerében a térállásnak (sor- és tőtávolság, elrendezés) is jelentős hatása van. Számos kutató kimutatta a törzsvastagság csökkenését a tenyészterület túlzott szűkítésének hatására (6000 fa/ha tőszám fölött), s az összefüggést lineárisnak találták (MIKA ÉS KRAWIEC 1999, STAMPAR et al. 2000). Az alma termesztési technológiájában az utóbbi 10-15 évben bekövetkezett változások miatt hirtelen csökkent az ültetési távolság. A sor- és tőtávolság megváltozására mindenekelőtt az alany és a fajta megválasztása, az öntözés bevezetése, az újabb trágyázási tapasztalatok, új koronaformák és metszési módok bevezetése, újratelepítés, vírusmentes szaporítóanyag használata van hatással (GVOZDENOVIC 1989).

A növények egyedsűrűsége egy adott ökoszisztémában természetes körülmények között egyensúlyi helyzetbe kerül, míg a mesterséges ökoszisztémákban, így a gyümölcsösökben a tervezés során kell meghatározni az optimális tőszámot. Az egyedsűrűség hatása növekedésfiziológiai és produkcióbiológiai szempontból jól ismert, a gyümölcsösök vonatkozásában azonban módszeres vizsgálatokat csak az utóbbi évtizedekben végeztek, miután a korszerű ültetvényekben a tőszámnövekedés megkezdődött (GYURÓ 1980).

Az ideális hektáronkénti tőszám tekintetében igen különböző vélemények hangzottak el. GIL-ALBERT (1993) véleménye az, hogy egy árutermelő ültetvényben a tőtávnak minimum 0,75 m-nek, a sortávnak pedig 1,5 m-nek - ideális a 2 m - kell lennie, vagyis hektáronként maximum 6000 db fa telepíthető, de a művelő utak okozta területkiesés miatt ez inkább 5000 db. Ugyanakkor TUSTIN et al. (1993) a maximális sűrűséget 900 db-ban határozza meg, habár az optimum szerinte inkább 700 db fa hektáronként. Ilyen ültetvénysűrűség mellett látja biztosíthatónak a koronaforma fenntarthatóságát és a jó minőségű gyümölcsöt.

Az ideális hektáronkénti tőszám meghatározása nehéz feladat, mivel nagyon sok tényező befolyásolja. A legfontosabbak az éghajlat, a talaj, az alany és a nemes fajta. Számos kísérletet végeztek a világon az ideális tőszám meghatározására, azonban a vizsgálati módszerek nagyon eltérőek. Leggyakrabban a törzskeresztmetszet területét és az arra elosztott termés mennyiségét figyelembe vevő fajlagos termést számítják ki különböző térállású ültetvényekre vonatkozólag (TUSTIN et al. 1993, CLAYTON-GREENE 1993). Ezzel ellentétben AUTIO ÉS SOUTHWICK (1993) 10 éves fák soron belüli kiterjedését és magasságát mérte és ez alapján számította ki a potenciális ültetési sűrűséget.

A világ almatermesztői a nagy tőszámú ültetvényeket helyezik előtérbe, annak ellenére, hogy a vélemények nagyon megoszlanak arról, mely koronaforma és sűrűség a

legnyereségesebb. Számos termesztő telepít 5000 fa/ha feletti ültetvénysűrűséggel, és sokan 500 fa/ha alatt. A tőszám növelésének szélsőséges eseteivel is találkozhatunk (STAMPAR et al. 2000), a 10-15 ezer fa/ha tőszámmal telepített ültetvények hazánkban is előfordulnak. GOEDEGEBURE (1993) gazdaságossági vizsgálatai azt mutatták, hogy a magasabb tőszámmal telepített ültetvények nagyobb befektetést igényelnek és nagyobb az évenkénti ráfordítás (munka, munkaerő), mint a kisebb tőszámú ültetvények esetében. Viszont a korábbi termőrefordulás, és magasabb halmozott termés miatt gazdaságossága általában növekszik a magasabb tőszám hatására. Mindamelllett a nagyobb ültetvénysűrűség nem jelent szükségszerűen nagyobb hasznot, valamint a befektetési összeg növelésével nő a kockázat, tehát a sűrűbb ültetés kockázatosabb.

ROBINSON ÉS HOYING (2002) vizsgálatai szerint 2000 és 3000 fa/ha közötti ültetvénysűrűség az optimális, az ültetvény 22 év élettartama alatt a leggazdaságosabb volt. ROBINSON et al. (2007) vizsgálatai szerint a gazdaságosság nőtt az ültetvénysűrűség növelésével az optimális 2600 fa/ha ültetvénysűrűségig. Európában nagyobb ültetvénysűrűséget tartanak optimálisnak. Napjainkban a legtöbb nyugat-európai országban az intenzív almatermesztés céljaira 3000-6000 fa/ha sűrűségű ültetvényeket telepítenek (BALKHOVEN-BAART et. al. 2000; GOEDEGEBURE 1993; WEBER 2000; 2001).

BALKHOVEN-BAART et. al. (2000) vizsgálatai szerint annak ellenére, hogy a legjobb termésmennyiséget a 10000 és 20000 fa/ha közötti ültetvénysűrűségnél érték el a legnagyobb átlagos évenkénti nyereség a Jonagold vagy Elstar esetében M.9 alanyon, 3000-6000 fa/ha ültetvénysűrűség mellett volt. A jövedelmezőség csökkent 10000 fa/ha-nál, és negatív lett 20000 fa/ha ültetvénysűrűségnél. Vizsgálataik szerint egy bizonyos határon túl a tőszám növekedésével a hozam növekedése nem arányos. Ezek az ültetvények csak akkor gazdaságosak, ha egy új fajta gyors piaci bevezetésével magasabb árat, extraprofitot lehet elérni.

Számos kísérlet azt mutatja, hogy a termőrefordulás időszakában a terméshozam kapcsolatban van a tőszámmal, a magas tőszámú ültetvény magas terméshozamot produkál, azonban amíg az első 2-3 évben ez az összefüggés lineáris, de a 6. évtől a kapcsolat görbe vonalú (BALKHOVEN-BAART et al. 2000; ROBINSON 2003). WAGENMAKERS ÉS CALLESEN (1989) kísérleteikben erős negatív hatást mutattak ki a gyümölcsméret, a gyümölcs színezettsége és a tőszám növelése között (2000-4000 fa/ha tőszám-tartományban). WEBER (2001) és MANTINGER (1999) véleménye szerint a termésmennyiség növekszik a növekvő ültetvénysűrűséggel, de nem arányosan. MANTINGER (1999) vizsgálatai szerint míg a tőszám növekedésének együtthatója (faktor) 4,0 addig a termésmennyiségé 1,28 volt.

2.6. A tőtávolság jelentősége

Sajátos probléma az alanyok értékelése során is az optimális térállás, ezen belül az optimális tőtávolság meghatározása, melynek során nem mellőzhetjük azt a szempontot, hogy a különböző alanyokon álló gyümölcsfák az ültetvény komplex egységében érvényesítik növekedési és terméshozási potenciáljukat, ahol az ültetvényen belüli tenyészterületi kölcsönhatások érvényesülnek. Az ilyen kölcsönhatások érvényesülésére, különösen az alanyok vonatkozásában alig végeztek eddig kutatómunkát (HROTKÓ 2002a).

A tőtávolságot elsősorban a kedvező fényellátás biztosítása, a fa magassága és a fa alsó részének átmérője határozza meg. Fontos a tervezett koronaforma alsó és felső részének egymáshoz viszonyított aránya. Ha az alsó rész terjedelmesebb, mint a korona felső része, akkor nagyobb tőtávolságra van szükség a kinevelhetőség és a megfelelő fényellátás érdekében (SOLTÉSZ 1997).

Az 1980-as években uralkodó tendencia volt a tőszám növelése, ami a tőtávolság nagy mértékű csökkentésével volt lehetséges. Az első hat-nyolc évben a legnagyobb hozamot a nagy tőszámú ültetvények adják. Az M.26 alanyú 'Cox Orange' fák viszont a nagy sor- és tőtávolság arány mellett 1,22 m tőtávolságra telepítve valamivel kisebb hektáronkénti terméshozamot adtak, mint 1,82 m-es tőtávolságon (PARRY 1978). A térállásnak hatása van a fajlagos hozamokra is, az M.9 alanyú Golden Delicious fáknál kevésbé, az erősebb növekedésű alanyokon (pl. M.7) kifejezettebben megmutatkozik ez a tényező, 1820 fa/ha tőszámnál mutatkozott a legjobb egyedi hozamindex (HROTKÓ 2002a).

A tőtávolság szűkítésének negatív hatására már PARRY (1978) és JACKSON (1980a) is felhívták a figyelmet, a tőtávolságnak a sortávolsághoz viszonyított csökkenő aránya 30-40 %-kal is csökkentheti a fák hozamát függetlenül a tőszámtól és tenyészterülettől (PALMER ÉS JACKSON 1973). Ugyanakkora tenyészterület mellett a szűkülő tőtávolsággal a soron belül a szomszéd egyedek gyökérzete és koronája közötti versengés erősödik, terméshozamuk csökken, mivel a növekvő sortávolság nyújtotta előnyöket a fák nem képesek kihasználni. WEBER (2001) vizsgálatai szerint a 10000 fa/ha sűrűséggel telepített ültetvények negatív hatással voltak a gyümölcsméretre. WAGENMAKERS ÉS CALLESEN (1989) szerint a gyümölcsök színeződése csökkent a tőszám növelésével és a sor- és tőtávolság arányának növelésével, azaz a téglalapossággal (rectangularity).

2.7. A sortávolság jelentősége

Az ültetvények művelése szempontjából a sortávolság a használatban lévő erő- és munkagépek biztonságos közlekedéséhez szükséges távolságból (művelőút) és a koronaátmérő összegéből áll össze (SOLTÉSZ 1997, HROTKÓ 2002a). Az erő- és munkagépek mozgásához olyan sortávolságot kell biztosítani, amely lehetővé teszi, hogy a gépek ne érintkezzenek a fával, vagyis ne következzen be lesodrás, gyümölcshullás, sérülés. Ezen túl olyan távolságra kell lennie a lombkoronának a permetezőgépek szórófejétől, hogy a permetlésugár szét tudjon nyílni, s elérhető legyen a megfelelő szerborítottság (GONDA 1995).

GONDA (1995) kutatási és gyakorlati tapasztalatai szerint a minimális sortávolság a fák magasságának másfélszerese kell legyen. SOLTÉSZ (1997) 2 m széles művelő utat tart szükségesnek, de ez a szélesség a ma már rendelkezésre álló korszerű gépekkel akár 1,6 m-ig is csökkenthető (HROTKÓ 2002a). A sortávolságon belül a művelőút nélkülözhetetlen, de improduktív terület, a szükségesnél nagyobb sortávolság rontja az ültetvény hatékonyságát.

A sortávolság meghatározásánál figyelembe kell vennünk a fák magasságának és a sortávolságnak az arányát is. JACKSON ÉS PALMER (1972) kimutatta, hogy a sövények esetén növekszik a rosszul megvilágított koronarész aránya, ha a fa magassága a művelő út szélességének kétszeresére-háromszorosára növekszik.

WINTER (1986) sortávolság meghatározására javasolt Európa szerte elfogadott és használt képlete:

$$M_f = \text{sortávolság} / 2 + 1 \text{ m} \quad \text{ahol } M_f = \text{a fa magassága}$$

Ebből az összefüggésből a sortávolságot az alábbi módszerrel számíthatjuk ki:

$$\text{Sortávolság } (T_{\text{sor}}) = 2 (M_f - 1).$$

A fenti képletből fontos tényező a fa magassága, melynek a megválasztásában a termelő elsősorban gyakorlati szempontokat követ. Az olyan ültetvényekben, ahol kizárólag földről végzett kézi szedést tervezünk, a fák nem lehetnek magasabbak 2,5 m-nél, mivel az e fölötti gyümölcsöt az átlagos ember nem éri el. Amennyiben elfogadjuk a különböző magasságú szedőállvány használatát, a magasságot növelhetjük, de ebben a döntésben figyelembe kell vennünk, hogy így a kézzel végzett munkák (metszés, szedés) hatékonysága romlik (HROTKÓ 2002a). WAGENMAKERS ÉS CALLESEN (1989) vizsgálatai szerint az alacsonyabb fák a kisebb koronaterfogat ellenére a kezdeti időszakban nagyobb termésmennyiséget adtak rosszabb színezettséggel, de véleményük szerint a későbbiekben csökkenni fog a termésmennyiség a kisebb koronaterfogatban.

2.8. Sor- és tőtávolság ajánlások a hazai és külföldi szakirodalomból

Különböző alanyokkal egyre szélesebb körben végzett kísérletek eredményeinek megismerése nyomán az évek múlásával folyamatosan változnak a szükséges tenyészterületre vonatkozó vélemények is. A tendencia az egyre sűrűbb ültetvények kialakítása felé mutat (PÓLYÁNÉ 2001).

Az intenzitás növelését a legtöbb szakember még ma is a tőszám növelésével azonosítja. A tőszám növelésének szélsőséges eseteivel is találkozhatunk, a 10-15000 fa/ha-os tőszámmal telepített ültetvények hazánkban is előfordulnak. Ha viszont körülnézünk a világban, azt látjuk, hogy az európai 3-4000 fa/ha átlagos tőszám mellett az USA nyugati államaiban 1500-3000 fa/ha, Új-Zélandon pedig 800-1500 fa/ha tőszámmal telepített ültetvényeket is intenzívnek tekintenek, s az utóbbiak hektáronkénti terméshozama nemegyszer meghaladja a nagyobb tőszámú európai ültetvényekét (HROTKÓ 2002b).

A szakemberek véleménye igen megosztott az ideális tőszám kérdésében, míg CARLSON et al. (1975) véleménye szerint az M.9 alanyú intenzív ültetvények 1000-1500 fa/ha tőszámmal telepíthetők, addig GYURÓ (1990) (2.1. táblázat) a nemes fajták növekedési erélyét is figyelembe véve 1111-2500 fa/ha tőszám ajánlásokat tesz M.9 alanyon. A hasonló ökológiai körülmények között termelő Újvidék környéki ültetvényekbe viszont GVOZDENOVIC (1989) 3-3,5 x 1,5-2 m-es térállást javasol.

2.1. táblázat. GYURÓ (1990) tenyészterület javaslatai a különböző növekedési erélyű alany-nemes kombinációkhoz.

Alany növekedési erélye	Nemes növekedési erélye	Tenyésztérület	Tőszám (fa/ha)
törpe (M.9)	gyenge	4-5 m ²	2000-2500
	közepes	5-7 m ²	1430-2000
	erős	7-9 m ²	1111-1430
féltörpe (M.26)	gyenge	8-10 m ²	1000-1250
	közepes	10-12 m ²	834-1000
	erős	12-15 m ²	666-834
középerős (MM.106, M.4)	gyenge	14-18 m ²	555-714
	közepes	18-22 m ²	454-555
	erős	22-28 m ²	357-454

GONDA (1997) a hazai ültetvények tanulmányozása után az M.9 alanyú magasan szemzett fák esetében 3-4 x 0,8-1,8 m (1250-3333 fa/ha) térállást, míg MM.106, M.4, M.7 alanyú fák esetében 5-6 x 2-3 m (556-1000 fa/ha) térállást ajánl. PETHŐ (1995) figyelembe

veszi a nemes fajták növekedését is, amikor 417-2500 fa/ha tőszámokat ajánl különböző erősségű fajták, alanyok és koronaformák számára.

INÁNTSY (1998) a fajták növekedési erélye szerint adja meg különböző alanyokra a térállás javaslatát (2.2. táblázat), mely szerint az M.9 alanyú fákat a nemes fajta növekedési erélyétől függően 1667-2500 fa/ha tőszámmal ajánlatos telepíteni. HROTKÓ (1999) ajánlásainál csak az alanyok növekedési erélyét veszi figyelembe (2.3. táblázat). Véleménye szerint az M.9 alanyú fákat a klimatikus viszonyok figyelembe vételével, nagyobb ültetvénysűrűséggel is telepíthetjük, ő a 2500-5000 fa/ha tőszámmal telepített ültetvényeket ajánlja.

2.2. táblázat. A fajták növekedési erélye szerinti sor- és tőtávolság ajánlások (INÁNTSY 1998).

Standard 'Golden' típus			Erős növekedésű fajták		
Alany	Sor- és tőtávolság	Tőszám	Alany	Sor- és tőtávolság	Tőszám
M.9	4 x 1 m	2500 fa/ha	M.9	4 x 1,5 m	1667 fa/ha
M.26	5 x 2,5 m	1000 fa/ha	M.26	5 x 2,5 m	800 fa/ha
MM.106	6 x 3 m	555 fa/ha	MM.106	6 x 4 m	417 fa/ha

2.3. táblázat. HROTKÓ (1999) tenyészterület és tőszám ajánlásai az alanyok függvényében.

Alany	Tenyészterület	Hektáronkénti tőszám
M.9	2-5 m ²	2000-5000 fa/ha
MM.111	8-12m ²	850-1250 fa/ha
M.26	4-8 m ²	1250-2500 fa/ha
MM.104	12-25 m ²	400-850 fa/ha
MM.106	5-10 m ²	1000-2000 fa/ha
A.2	20-25 m ²	400-500 fa/ha
M.4	12-25 m ²	400-850 fa/ha

WERTHEIM et al. (2001) összegyűjtötték országonként az elterjedt ültetvénysűrűséget, a hozzá kapcsolódó koronaformát és a használt alanyt. Franciaországban a Loire-völgyben Braeburn fajtát M.9 alanyon, 4 x 1-1,25 m sor- és tőtávolságra telepítenek és rajtuk Solax koronaformát alakítanak ki, míg a déli vidékeken a leggyakrabban használt sor- és tőtávolság 4 x 1,25-1,5 m.

Németországban a Bodeni területeken 1994-ig főleg karcsúorsó koronaformával 3-3,5 x 1 m sor- és tőtávolságra, valamint egy kis részben szuperorsó koronaformával 2,75-3,5 x 0,4-0,7 m-re telepítettek. 1994-től megfordult a tendencia, a legtöbb ültetvényt szuperorsó

koronaformával 3-3,5 x 0,7-1 m sor- és tőtávolságra telepítik, míg kisebb arányban telepítenek karcsúorsó koronaformával 2,75-3,0 x 0,5 m-re. Németország más területein főleg 3 x 1 m sor- és tőtávolságra telepítenek (3300 fa/ha). A Rajna vidékén 2700-3300 fa/ha, míg északon 2500-3000 fa/ha ültetvénysűrűséggel telepítenek. Az M.9 alany dominál, kis mértékben használnak M.27 alanyt (WERTHEIM et al. 2001).

2.9. A fák növekedésének, a termőfelületnek és produktivitásának mérése

A fák növekedését évtizedek óta a törzsvastagsághoz kapcsolódó adatokkal - törzskörméret (cm), törzskeresztmetszet területe (cm²)- jellemzik. Az alanyok hatását a fák növekedésére ezekkel az adatokkal adják meg és az értékeket valamilyen standard alanyhoz viszonyítva állítják rangsorba (SADOWSKI et al. 1999; HROTKÓ 1999, WEBSTER 1997). Egyes kutatók a fák növekedésének mérésénél a törzskeresztmetszeti mutatókat kiegészítik a korona méreteivel (koronavetület területe, koronaterfogat) (HROTKÓ 1999).

Ma egyre inkább az M.9 alanyhoz viszonyítanak (SLOWINSKI 2002). Ez azonban nem megfelelő, mivel az M.9 klónok növekedési erélyében jelentős különbségek lehetnek, ezért fontos volna az alanykutatóknak azonos klón viszonyítási alapként történő használatáról megállapodni. Az általunk is használt T.337 klón alkalmasnak látszik erre, mivel Európában nagy arányban telepítik, növekedési erélye pedig az M.9 klónok között közepes (HROTKÓ 2002a).

HROTKÓ (2002b) szerint a törzskörméret és az ebből számítható törzskeresztmetszet terület jól jellemzi a fák egyedi vegetatív növekedését, ennek bemutatására, összehasonlítására alkalmas azonos termőhelyen telepített, azonos korú, azonos sor- és tőtávolságra, azonos koronaformával telepített fák esetén.

HROTKÓ (2002a) rámutatott arra, hogy a törzs vastagodása az intenzív ültetvényekben a korlátozott koronanövekedés mellett is folyamatos, mivel a törzs azután is vastagszik, amikor a fák koronája már kitöltötte a rendelkezésre álló teret, és növekedését a soron belüli versengés sem befolyásolja. Ennek eredményeképpen a törzs és a korona méretei között nincs lineáris összefüggés. Ezt a tényezőt is figyelembe véve lehet a törzs vastagodását a vegetatív növekedés mutatójaként értékelni.

Számos kutató a fák produktivitasát a törzskeresztmetszet területéhez viszonyított terméshozammal, azaz a törzskeresztmetszeti terméshozam-index-el (kg/cm²) jellemzi, mely azon a megállapításon alapszik, hogy a gyümölcsfákon a föld feletti hajtásrendszer tömege egyenesen arányos a törzskeresztmetszeti területtel, s az összefüggés lineáris (WESTWOOD 1993).

2.10. Az ültetvény termőfelületének alakulása és mérése intenzív ültetvényekben

Az ültetvény termőfelületét a termőgallyzat összessége adja, melynek fontos jellemzője a gallyak térbeli elhelyezkedése. A termőfelület objektív mérésének kérdésében a szakirodalom megosztott. Az amerikai szerzők termőfelületi mutatóként előtérbe helyezik a területegységen levő fák törzskeresztmetszet-területének összegét (WESTWOOD 1993). Az ültetvény koronával borított területének és koronatérfogatnak egyre kisebb jelentőséget tulajdonítanak, mivel intenzív ültetvényekben a koronaméretek között egyre kisebbek a különbségek (WINTER 1986, GYURÓ 1980). Ma egyre inkább az ültetvény levélfelület-indexével jellemzik a termőfelületet (WESTWOOD 1993, ROBINSON 2003).

HROTKÓ (2002a,b) eredményei arra utalnak, hogy a termőfelületi összefüggéseket érdemes volna differenciáltabban megvizsgálni hazai termőhelyi viszonyok (sugárzási intenzitás, növekedési potenciál, alany- és fajtahasználat) között. A törzskeresztmetszetben mért hektáronkénti termőfelület a tőszámnövekedéssel összefüggésben ugyan növekszik, de a koronával borított terület és a koronatérfogat csak addig növekedhet, amíg a fák kitöltik a sor- és tőtávolság által meghatározott teret, sőt a csökkenő tőtávolsághoz tartozó kisebb koronaátmérő a hektáronkénti hasznos koronatérfogat csökkenését eredményezi.

Ennek az a következménye, hogy a termőgallyzat, a levélfelület egyre kisebb térben zsúfolódik össze, ami az ezzel párhuzamosan kialakuló nagyobb gyökérkompetícióval együtt a gyümölcsméret csökkenéséhez, minőségi mutatók romlásához vezethet (HROTKÓ 2002a).

A produktív termőfelület csökkenés részben kompenzálható nagyobb egyedi produktivitást eredményező alanyokkal, de gyakori, hogy az ilyen, igen törpe növekedést eredményező alanyokon a fák kisebb koronát nevelnek, s az optimálisnál kisebb koronatér miatt elvesz az igen törpe alanyú fák nagyobb törzskeresztmetszeti hozamindexeinek az előnye (HROTKÓ 2002a,b).

GYURÓ (1980) az ültetvény termőfelületének meghatározására a koronatérfogatot (m^3) használta. CAIN (1970) termőfelületi mutatóként az ültetvény koronával való borítottságát használta, ültetvénytűrűség elnevezéssel (a koronavetület területe és a tenyészterület aránya) %-ban kifejezve. HROTKÓ (2002a) ugyanezt a mutatót koronaborítottság-indexnek nevezi és viszonyzámként (0 és 1 közötti értékekkel) adja meg. HROTKÓ (2002a) rámutatott arra, hogy a fák a rendelkezésükre álló tenyészterület hasznosítását kifejező koronaborítottság index fontos mutatója az intenzív ültetvényeknek ezért figyelembe vételét az ültetvények jellemzésénél, az alanyok értékelésénél és az ültetvények térállásának tervezésénél javasolja.

2.11. A fotoszintetikusan aktív sugárzás (PAR) abszorpciója és hasznosulása az ültetvényben

A gyümölcsstermesztés alapvető célja, hogy a napfény energiáját maximálisan felhasználva azt az ültetvény termőfelületében terméssé alakítsuk (HROTKÓ 2002). A fény hatással van a virágrügyképződésre, a gyümölcsberakódottságra és a vegetatív növekedésre (CHEN et al. 1997, LAKSO 1986). Több kutató is szoros összefüggést mutatott ki az ültetvények terméshozama és a korona által felfogott fotoszintetikusan aktív sugárzás (PAR) között (PALMER ÉS JACKSON 1974, PALMER et al. 1992, LAKSO ÉS ROBINSON 1997, ROBINSON 1997, WÜNSCHE et al. 1995, CORELLI ÉS SANSAVINI 1989, ROBINSON et al. 1989).

Az almaültetvény fényfelfogása a kulcs a magas termésmennyiséghez és fény eloszlása a koronában pedig a jó gyümölcsminőséghez (JACKSON et al. 1977; ROBINSON et al. 1989). Ezért az a cél, hogy az ültetvény fényfelfogását maximalizáljuk az ültetvény élettartama alatt, a rendelkezésre álló fotoszintetikusan aktív fény magas %-át fogják fel a fák a kezdeti évektől egészen az elöregedésig, valamint nagyon fontos a fény koronában való eloszlása is (ROBINSON et al. 1989).

Az intenzív ültetési rendszer elsődleges célja, hogy nagyobb legyen a fényfelfogás az ültetvény élettartamának elején, ezáltal a magas telepítési költséget a korai nagy produktivitás és a jó gyümölcsminőség ellensúlyozza (MIDDLETON et al. 2002).

Az almaültetvény fényfelfogása függ az ültetési rendszertől, a tőtávolságtól, a fa alakjától (koronaforma), a fa magasságától, a sorköz szélességétől (sортávolság), a sor irányától, valamint a levélfelület indextől és a tenyészidőszak hosszától (WÜNSCHE ÉS LAKSO 2000). CORELLI ÉS SANSAVINI (1989) szerint az ültetvényben a fényfelfogást növelni lehet a levélnet sűrűségének növelésével a koronában, a fa magasságának növelésével a сортávolsághoz képest, valamint a hektáronkénti tőszám növelésével.

WÜNSCHE ÉS LAKSO (2000) az előző évek kísérleti eredményeit, publikációit összegezve megállapította, hogy 50 % fényfelfogás alatt a termésmennyiség és a fényfelfogás lineáris kapcsolatban van. Ezek az ültetvények nyitott jól megvilágított koronával rendelkeznek. 50 % fényfelfogás fölött azonban az összefüggés a fényfelfogás és a termésmennyiség között görbe vonalú. A termésmennyiség nő a növekvő fényfelfogás hatására addig a pontig, amikor a korona túl sűrűvé válik és/vagy a fa túl nagy szélességi és magassági kiterjedése miatt árnyékolás lép fel (JACKSON 1980b). A potenciális PAR-abszorpciót viszont több tényező kölcsönhatása alakítja ki, amelyben a sor- és tőtávolság, a korona alakja, méretei, az ültetvény koronával való borítottsága és a koronaterben a sűrűséget jellemző levélfelület index (LAI) játszik fontos szerepet. A koronába való fénybehatolás

mélységét az adott termőhelyre jellemző sugárzási viszonyok módosíthatják (JACKSON 1997). Az ültetvény fényfelfogását növelheti: a koronában lévő levelek sűrűségének növelése, a fák magasságának növelése a sortávolsághoz viszonyítva, vagy a hektáronkénti ültetvénysűrűség növelése (CORELLI ÉS SANSAVINI 1989).

A térállás optimalizálás kritikus kérdése, hogyan lehet az ültetvényben a lehetséges legnagyobb PAR-abszorpciót elérni, úgy hogy megtartsuk a gyümölcsképződés zónájában a minőségi követelményeknek megfelelő gyümölcsképződési feltételeket.

BALKHOVEN-BAART et al. (2000) vizsgálatai szerint a fényfelfogás lineárisan növekszik a tőszám növelésével. VERHEJ ÉS WERWER (1973) vizsgálta a fényfelfogást kisebb és nagyobb ültetvénysűrűségű Golden Delicious fajtájú sövénynél. A kisebb ültetvénysűrűségnél (1100 fa/ha M.9 alanyon, 660 fa/ha M.2 alanyon) a felfogott fény mennyisége nagyjából a beeső fény fele volt terméséréskor 40 t/ha maximumtermés mellett. Nagyobb ültetvénysűrűségnél (3300 fa/ha M.9 alanyon, 2260 fa/ha M.2 alanyon) 66 % és 75 %-os volt a fényfelfogás. A termés a hatodik és a hetedik évben több volt, mint 70 t/ha, de azután a fák közötti versengés következtében csökkenni kezdett.

Az ültetvény fényhasznosításában fontos szerepet játszó levélfelületnek a mérésére ma már nem destruktív módszerek állnak rendelkezésre, s a levélfelület-indexet elterjedten használják az ültetvény fényfelfogó és hasznosító képességének a jellemzésére (JACKSON 1980b).

PALMER ÉS JACKSON (1974) vizsgálatai szerint a 853-3746 fa/ha-os ültetvénysűrűség tartományban megközelítőleg lineáris összefüggés van a termésmennyiség és a felfogott fény között. Vizsgálataik szerint a fényfelfogás szorosan összefügg a levélfelület-index-el is, nem csak a tőszámmal. WERTHEIM et al. (1986) is úgy találta, hogy a fényfelfogás pozitív relációban van az ültetvénysűrűséggel és a termésmennyiséggel. Az egysoros almaültetvény optimális alatti fényfelfogását kompenzálni lehet a fa magasságának növelésével. Ha a fa magasságát 1 m-el megnövelem a fényfelfogás körülbelül 10 %-al lesz nagyobb, feltéve, ha egységnyi koronatérfogatban a levélfelület hasonló. Ezen kívül a magasabb koronával jobb gyümölcsminőséget érhetünk el, mint a kisebb kompaktabb fával. (WERTHEIM et al. 2000)

A gyümölcsfák terméshozamának a forrása és egyben korlátja is a levélfelület szárazanyag-termelésének, amely egyenesen arányos az abszorbeált fotoszintetikusan aktív sugárzás (PAR) mértékével. A szárazanyag-termelés magát a fotoszintézist és a respirációt befolyásoló tényezőkön kívül függ a fajta és az alany tulajdonságaitól. Az alany az egyébként igen hatékony törpe alanyok csoportjában is mintegy 20 %-nyi különbségeket eredményezhet (HROTKÓ 2002a, JACKSON 2003). Mindazonáltal a terméshozamot a PAR-abszorpció

határozza meg alapvetően. Több vizsgálat igazolta, hogy ültetvényekben ugyanazon koronaterrel számolva a levélfelület index növekedésével a PAR-abszorpció csak logaritmikusan növekszik (JACKSON 2003). BULER ÉS MIKA (2004) vizsgálatai szerint a felfogott fény mennyisége és a levélfelület között egyenes összefüggés van.

Másrészt viszont OIKAWA ÉS SAEKI (1977) vizsgálatai kimutatták, hogy azonos ültetvény tőszám mellett akár kisebb levélsűrűséggel, de egyenletesebb hajtás- és levéleloszlással a nagyobb koronaterben növekedett az ültetvény fényhasznosítása. ROBINSON et al. (1991) vizsgálatai alapján 70 %-os fényfelfogás elérését ajánlja az ültetvényben, melyet 3000 fa/ha ültetvénysűrűség felett ért el a 7. évben (ROBINSON 2007b).

WÜNSCHE ÉS LAKSO (2000) szerint a terméshozam egyenesen arányos a felfogott fény mennyiségével kb. 50 % fényfelfogásig, amikor a fényfelfogás nagyon magas (70 % feletti) a korona alsó és belső részein a szerény fénybehatolás hátrányosan hat a gyümölcsminőségre és a virágrügyképződésre. Számos kutatás kimutatta, hogy az optimális a 60-70 %-os fényfelfogás mellett a termésmennyiség és a gyümölcsminőség kiegyensúlyozott (VERHEIJ ÉS VERWER 1973; PALMER et al. 1992, WERTHEIM et al. 2000; WÜNSCHE ÉS LAKSO 2000; HAMPSON et al. 2002).

WAGENMAKERS ÉS CALLESEN (1995) szerint a fényfelfogás (80-90 %-os értékig) és a termésmennyiség között pozitív lineáris kapcsolat van, bár hozzáteszik, hogy negatív gyümölcsminőségi mutatókkal. WERTHEIM et al. (2000) véleménye szerint is a termésmennyiség lineáris kapcsolatban van a fényfelfogással egészen a 90 %-os fényfelfogásig, de ha a gyümölcsminőségi mutatókat is figyelembe veszi, akkor 70 %-os fényfelfogást tart optimálisnak. Szerinte az ideális ültetvényben a fényfelfogás 60-70 %-os lenne a fák alatt a sorban és a sorközben is egyaránt. A gyakorlatban azonban az ültetvény fényfelfogása a sor alatt 80 %-os, a sorközben pedig 40 %-os.

STAMPAR et al. (2000) szerint a levélfelület index nő a tőszám növelésének hatására, míg alacsonyabb ültetvénysűrűség (2500-6000 fa/ha) mellett a levélfelület index értéke 1-2 közötti, addig az ettől magasabb ültetvénysűrűség 3-5 közötti levélfelület indexet eredményez. Kísérletei szerint a levélfelület index hatással van a termésmennyiségre és termésminőségre egyaránt. JACKSON (1980b) véleménye szerint az optimális terméshozamhoz és termésmennyiséghez 1,5 és 2,2 közötti levélfelület index szükséges.

2.12. A koronabelső megvilágítottságának jelentősége

A termőrügyek képződéséhez és az elfogadható minőségi mutatókkal rendelkező gyümölcsök képződéséhez a korona belsejében kellő megvilágítottságra van szükség, ami a

koronasűrűségtől függ. Angliai és holland viszonyok között a korona felett mérhető megvilágítottságnak mintegy 30 %-ára van szükség az elfogadható gyümölcsminőséghez. A koronasűrűség fajtától és alanytól befolyásoltan biztosít a koronában különböző mértékű fénybehatolási mélységet. Az optimálisnál nagyobb koronákban a belső improduktív tér növekszik, ami a termelés költségeit növeli. Emellett a gyümölcs minőséget meghatározó mutatók is jelentősen romlanak, elsősorban a színeződés és a gyümölcsméret (BULER et al. 2001, MIKA et al. 2002).

A jól megvilágított korona az, amelyben az almák legalább 75 %-a 70 mm feletti átmérőjű és a színezettségük a fajtának megfelelő (JAMES ÉS MIDDLETON 2001). A koronába való fénybehatolás mélységét az adott termőhelyre jellemző sugárzási viszonyok módosíthatják (JACKSON 1997). A fénybehatolást általában a koronater felett mérhető fény %-ában szokták megadni, tapasztalati mérések különböző termőhelyekről állnak rendelkezésre (JACKSON 2003), Magyarországon ilyen méréseket még nem végeztek.

A koronába való fénybehatolás, a koronabelső megvilágítottsága a korona feletti sugárzási viszonyoktól is függ, vagyis nagy jelentősége van a termőhelyre jellemző optimális korona-dimenziók kialakításának. JACKSON (2003) számításai szerint az öt hónapos vegetációs időszak alatt a területre beérkező sugárzás a kaliforniai Davis-ben $4,13 \text{ GJm}^{-2}$, míg ugyanazon időszakban a hollandiai Wilhelminadorpban csak $2,5 \text{ GJm}^{-2}$ volt. Ebből az következik, hogy míg Hollandiában, a koronaterben a megfelelő virágrügy- és gyümölcsképződéshez minimálisan 30 % PAR-intenzitás szükséges, addig Kaliforniában ugyanolyan belső megvilágítást eredményez, ha a korona felett mérhető PAR-intenzitásnak csak 18 %-a van jelen (JACKSON 2003).

Hasonló arányokat kapunk, ha kísérleti terünk (Szigetcsép) adatait hasonlítjuk össze az új-zélandi Nelson és az angliai East-Malling adataival (2.4. táblázat) (HROTKÓ 2002b). JACKSON (2003) gondolatmenetéből kiindulva tehát a hazai 25 %-kal kedvezőbb sugárzási viszonyok arányosan vagy nagyobb koronadimenziókat, vagy ugyanolyan koronaméretek mellett nagyobb koronasűrűséget tesznek lehetővé. Az egyes fajokra, fajtákra vonatkozóan éppen ezért célszerű volna a fontosabb termőhelyeken további vizsgálatokat végezni. Ezek a vizsgálatok egyelőre hiányoznak hazai viszonyaink között.

2.4. táblázat. A globálsugárzás összehasonlítása különböző termőhelyeken

Termőhely	A globálsugárzás hat havi átlaga (IV-IX.)	%-ban
East-Malling (UK)	$14,8 \text{ MJm}^{-2} \text{ nap}^{-1}$	100
Szigetcsép (H)	$18,6 \text{ MJm}^{-2} \text{ nap}^{-1}$	125,7
Nelson (NZ)	$21,7 \text{ MJm}^{-2} \text{ nap}^{-1}$	146,6

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A kísérlet anyaga

3.1.1. A vizsgálatban szereplő alanyok jellemzése

Az M.9 (Malling 9) alany

Franciaországból származik, paradicsomi alma (*Malus pumila* var. *Paradisiaca*) magonca. Az intenzív ültetvényekben keresett, törpe növekedést biztosító alany, a ráoltott fajták fájának mérete a termőhelytől függően 20-30 % a magoncalanyokon állókéhoz viszonyítva (HROTKÓ 1999, 2002a). Tenyészterület igénye 2-5 m². Szaporítási aránya a faiskolákban nálunk is növekszik. Gyökerei törékenyek, felszínesen helyezkednek el, ezért ezen az alanyon az ültetvények csak támaszrendszer mellett nevelhetők (HROTKÓ 1999).

A fák a telepítést követő 1-2. évben termőre fordulnak, első nagy termésüket a 3-4. évben adják, viszont 12-15 év után a fák terméshozama csökken, előregszenek. A gyümölcs darabos, ez a túl nagy gyümölcsű fajtánál problémát is jelenthet, viszont igen jól színeződik. Az ültetvény 15 éves koráig jól terem, de ennél tovább csak ritkán lehet gazdaságosan üzemeltetni az ültetvényt (PROBOCSKAI 1969, 1973, 1984, HARMAT és tsai. 1982, PETHÓ 1990). Középkötött, humuszos, jó vízellátású, üde talajokon érzi jól magát. Száraz, öntözetlen területekre nem való, szenved, sýnylódik (HROTKÓ 2002a).

A közel kétszáz éve ivartalanul szaporított 'Malling 9'-nek számos klónja van forgalomban. A szelektált klónok, valamint a vírusfertőzött, a vírusesztelt és vírusmentesített klónok növekedési erélyében számottevő különbségek mutatkoztak (10-30 %), de a legerősebb M.9 klón növekedési erélye sem érte el a féltörpe M.26 alanyon álló fákét (VAN OOSTEN 1977, ENGEL 1986). A hőterápiás vírusmentesítés után a különböző származású klónok között nagy különbségeket mutattak ki morfológiai és szaporítási tulajdonságaik, valamint termesztési érték vonatkozásában (CAMPBELL 1971, ENGEL 1977, VAN OOSTEN 1977, PARRY 1980).

A kísérleteinkben vizsgált alanyokat az alábbiakban ismertetjük.

M.9 T.337: A holland klónok közül leginkább a 'T.337'-est szaporítják, amelyik az anyatelepen sok, vékony sarjat hoz, és jól gyökeresedik (VAN OOSTEN 1977). Európában igen elterjedt, a legtöbb alanyértékelési kísérletben ez az összehasonlító kontroll alany (SADOWSKI et al. 1999, HROTKÓ 1999, 2002a). Az ültetvényben az alany nem sarjadzik, az oltási hely

megvastagszik. A fák ezen az alanyon támrendszert igényelnek (HROTKÓ 2002a). Kísérletünkben ezt az alanyt tekintjük kontrollnak. Államilag minősített alany 2006 óta.

M.9 Burgmer 984: Növekedése a megszokott M.9-hez képest 5-10 %-al gyengébb, törpe növekedésű, a terméshozamra pedig a Burgmer klónok közül a legjobb hatású. Ma ezt a klónt tartják a legjobbnak a Németországban szelektáltak közül (ENGEL 1977, 1986, 1999). Rajta az Idared fák törzskeresztmetszete hasonló, koronavetület területe 17 %-kal, koronatérfogata 26 %-kal volt kisebb az M.9 T.337 alanyúakhoz viszonyítva. Az Idared fák terméshozamát kedvezően befolyásolja, a törzskeresztmetszeti terméshozam index 27 %-kal, a koronavetületi 31 %-kal, a korona-térfogati terméshozam index 33 %-kal haladta meg a kontroll M.9 T.337 alanyúakat. Az ültetvényben az alany nem sarjadzik, az oltási hely megvastagszik. A fák ezen az alanyon támrendszert igényelnek (HROTKÓ 2002a). Államilag minősített alany 2006 óta.

Jork 9: Az M.9 magoncok közül Németországban szelektált alany hazánkban állami minősítést kapott 2006-ban. Az eddigi gyümölcstermesztési értékelése alapján törpe alany, növekedése az M.9-hez hasonló, azonban a fák vitalitásukat tovább megőrzik ezen az alanyon, később öregszenek el. LORETI (1994) szerint növekedési erélye a M.27 és M.9 között van. A fák kezdeti növekedése is erőteljesebb, ami a kezdő termésekben is megmutatkozik. A fák korán, a 2-3. évben termőre fordulnak és rendszeresen, bőven teremnek (SILBEREISEN ÉS SCHERR 1996, ENGEL 1999). HROTKÓ (2002a) kísérletei szerint az M.9-nél valamivel erősebb, de inkább a törpe növekedési csoportba sorolható, rajta az Idared fák törzskeresztmetszete 24 %-kal, koronavetület területe 34 %-kal, koronatérfogata 35 %-kal volt nagyobb a kontroll M.9 T.337 alanyúakhoz viszonyítva. Az Idared fák terméshozama a kontrollhoz hasonló, a törzskeresztmetszeti terméshozam index 15 %-kal nagyobb, a koronavetületi 3 %-kal, a korona-térfogati terméshozam index 10 %-kal volt kisebb a kontroll M.9 T.337 alanyúakhoz viszonyítva.

3.1.2. A vizsgálatban szereplő almafajták jellemzése

3.1.2.1 A 'Regal Prince' (Gala Must) fajta leírása

Származás és elterjedés. A Gala alapfajta 1986-ban Új-Zélandon szelektált klónja. Az alapfajta a Kidd's Orange Red és a Golden Delicious keresztezéséből jött létre 1962-ben. Klónjainak a világon az utóbbi évtizedben csaknem duplájára nőtt a világtermésen belüli részaránya.

Idény és típus. Hazánkban augusztus utolsó dekádjában kezdhető a szedése. Többmenetes szedést igényel. Szüret után azonnal fogyasztható, s a fogyasztási érettség 3-4 hónapig tart.

Gyümölcs és áruérték. Középnagy (150-170 g), gömbölyded, kemény roppanó húsú, de finom szövetű, dominálónan édeskés ízű, aromás alma. Az alapfajta sárgás alapszínen narancsvörös fedőszínnel borított, a Gala Must klón külleme igen tetszetős, csaknem teljes felületen fénylőpirossal bemosott. A gyümölcs felülete sima, parásodás nem fordul elő. Húskonzisztenciáját nagyon hosszan megőrzi és a tárolási betegségekre sem érzékeny. Nagyon jó a pulpon tarthatósága.



3.1. kép. A Gala Must fajta gyümölcse (fotó: CSIGAI)

Hajtásrendszer. Középerős, jól elágazódó koronát nevel. Fája intenzív koronaformákra is jól nevelhető. Elágazásai szétterülő és hajlékonyak (SOLTÉSZ ÉS SZABÓ 1998). Kezdetben hosszú termővesszőkön, később rövid termőrészeken fejleszt termőrügyeket. Legjobban a nem túl magas, de meleg fekvésű telepítési helyet szereti (INÁNTSY 1992).

Termőképesség. A termőre fordulás korai, a terméshozás rendszeres és kiváló. Alternanciára öntözés mellett nem hajlamos.

Ellenálló képesség. A lisztharmat kevésbé károsítja, de meglehetősen fogékony a tűzelhalásra és a ventúriás varasodásra. A levéltetvek gyakran, az atkák ritkábban károsítják. Virágait a késő tavaszi fagyok ritkán veszélyeztetik.

Agro-és fitotechnikai igény. Bőtermő években célszerű termésritkítást végezni. (G. TÓTH 2001).

3.1.2.2 A 'Jonagold Schneica' (Jonica) fajta leírása

Származás és elterjedés. A Jonagold alapfajta klónja. Az alapfajtát USA-ban nemesítették. A Golden Delicious és a Jonathan 1943. évi keresztezéséből származik. 1968-ban vezették be a közszaporításba.

Idény és típus. Szeptember végén, október elején szedhető. A szüreti időpontra nagyon érzékeny. Fogyasztási minőséghez hűtőtárolást igényel. Ipari felhasználásra (befőtt, sűrítmény, szósz stb.) is alkalmas.



3.2. kép. A Jonica gyümölcse (fotó: CSIGAI)

Gyümölcs és áruérték. Gyümölcse nagy (220-250 g), gömbölyded vagy enyhén kúpos, kiegyenlített. Az alapfajta sárgászöld alapszínén a gyümölcsfelület 30-45 %-a világospiros fedőszínnel borított. A Jonica klón az alapfajtnál jobban színeződik, és gyümölcse kissé lapított. Jó fényviszonyok mellett a felület csaknem 60-75 %-a tetszetős világospiros

fedőszínnel borított (G. TÓTH 2001). Húsa világossárga, barnulásra nem hajlamos, bőlevű, fűszeres, Jonathan-szerű illattal.

Hajtásrendszer. Kezdetben erős növekedésű, a korai termőre fordulás és a nagy termőképesség később mérsékli a növekedést. A fa sudara erős és domináns, de a hosszú és vastag oldalelágazások széthajlóak, alig igényelnek lekötözést. Mindez stabil vezérágú, szétterülő ágrendszerű koronahabitust eredményez (G. TÓTH 2001).

Termőképesség. Igen korán termőre fordul és nagyon bőven terem.

Ellenálló képesség. Fogékonysága a ventúriás varasodással és a tűzelhalással szemben közepes. A lisztharmatra erősen érzékeny, s az atka közepes mértékben károsítja. A bimbók és a virágok a késő tavaszi fagyokra nagyon érzékenyek.

Agro és fitotechnikai igény. A jó gyümölcszíneződés előfeltételei: közepes N-ellátottság, termékeny, jól szellőző talaj, kis koronaméret, nem túl erős növekedés, fokozatos nyári metszés és az éréskor hűvös éjszakák. A gyümölcsök tárolhatóságának érdekében három vagy több alkalommal kalciumos permetezést kell végezni. Gyenge növekedésű alanyt és karcsú orsó koronaformát célszerű választani.

3.1.3. 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°C, a tenyészidőszak középhőmérséklete 18,3°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 (TŐKEI 1997). A 2001-2006 év havi középhőmérsékletének és csapadékösszegének adatait a melléklet 8.41. táblázata és 8.42. táblázata tartalmazza.

Az ültetvénybe Jonica és Gala Must fajtákat telepítettünk, három 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. 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 ültették, a korona alapi átmérője 2 m, a korona magassága 2,8 m.

3.1. 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	Karcsúorsó
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 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.



3.3. kép. A kísérleti ültetvény képe 2005 tavaszán (Szigetcsép). (fotó: CSIGAI)

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 törzskörméretét 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 (cm^2), valamint a fák koronájának méreteit (koronavetület területe, koronaterfogat és koronaborítottság index).

A következő képleteket használtuk:

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

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

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

$$\text{Koronaborítottság index} = \text{koronavetület területe (m}^2\text{)} / \text{tenyészterület (m}^2\text{)} \text{ (CAIN, 1970)}$$

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

2005-ben parcellánként 1 fán megszámláltuk 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 megszámláltuk 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 fánkenti 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 fedőszin borítottság alapján is 3 csoportba raktuk a gyümölcsöket (<50 %; 50-75 %; 75 %<), ezek után a méret és fedőszin borítottság alapján osztályokba soroltuk (I.; II.; III. oszt.).

Kiszámoltuk a *gyümölcsegyenértéket* 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 *gyümölcsegyenértéket* megszorozva a fánkenti hozammal kaptunk egy minőség áruértékét is figyelembe vevő termésmennyiséget, melyet *gyümölcsegyenérték-hozamnak* neveztünk el. A mért adatokból kiszámoltuk még a törzskeresztmetszeti terméshozam indexet (kg/cm^2), melynek értékét úgy kaptuk meg, hogy a termésmennyiséget elosztottuk az előző vegetáció végén mért törzskeresztmetszet területével.

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



3.4. kép. Az kísérleti ültetvény képe 2003 júniusában (Szigetcsép). (fotó: CSIGAI)

A napfény 400-700 nm közötti hullámhossztartományba eső sugárzásértékeit, azaz a fotoszintetikusán aktív sugárzást, 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 fotoszintetikusan 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 fotoszintetikusan 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.



3.1. ábra. A kísérleti ültetvény képe 2004 augusztusában. (fotó: Csigai)

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 fénymennyiséget ($1400 \text{ PAR } \mu\text{mol}^{-\text{m}^2\text{-sec}}$), 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 ($\text{PAR } \mu\text{mol}^{-\text{m}^2\text{-sec}}$).

Az eredményeket statisztikai módszerekkel értékeltük az SPSS 14.0 programcsomag segítségével egy- és többtényezős varianciaanalízist, valamint regresszióanalízist alkalmazva. A táblázatokban és a diagramokon a különböző betűk jelentik a statisztikailag igazolható különbséget a két érték között. Az azonos betűvel jelölt értékek (pl.: 'a', 'ab', 'abc' a-d') között a Duncan-teszt nem mutatott ki szignifikáns különbségeket, míg az egymástól eltérő betűk (pl: 'ab' – 'cd') szignifikáns különbségeket jelölnek. Regresszióanalízissel a lehetséges összefüggéseket próbáltuk megtalálni, az „R²-es” értékek jelentik a görbe illeszkedésének szorosságát, valamint az illesztett görbe jellegét. A szignifikáns kapcsolatot csillag jelzi, +: szignifikáns p= 10 % szinten, *: szignifikáns p= 5 % szinten, **: szignifikáns p= 1 % szinten. Az eredményeket táblázatokban és grafikonok segítségével ismertetjük.

3.3. Az egyes években mért adatok

3.2. táblázat. Az egyes években mért adatok (2000-2007, Szigetcsép)

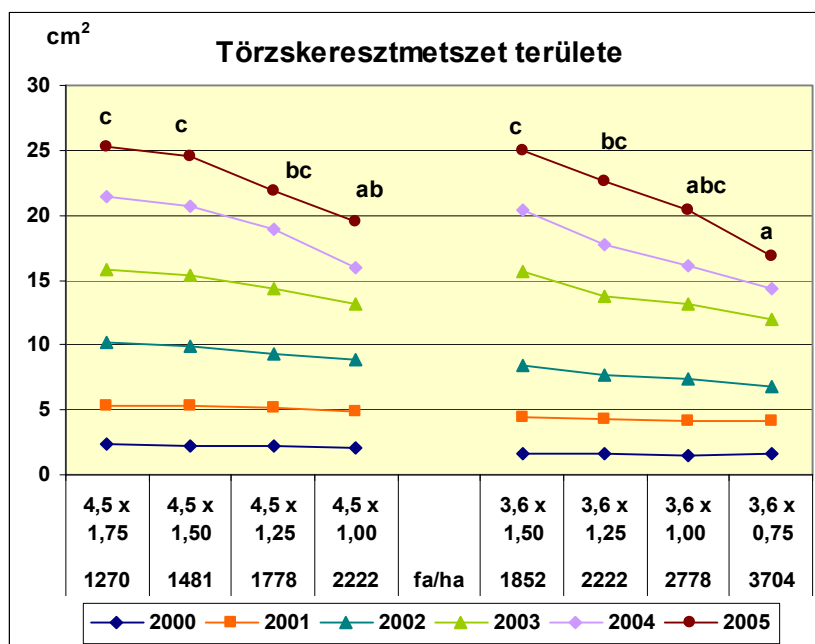
Mért adatok	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Törzskörméret (cm)	x	x	x	x	x	x	-	-
Koronamagasság (cm)	x	x	x	x	x	x	-	-
Koronaszélesség (cm)	x	x	x	x	x	x	-	-
Koronahosszúság (cm)	x	x	x	x	x	x	-	-
Korona csúcsi szélessége (cm)	-	-	-	-	x	x	-	-
Korona csúcsi hosszúsága (cm)	-	-	-	-	x	x	-	-
Nyessedék mennyisége (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	-
Termógallyak szintenkénti mennyisége (db)	-	-	-	-	-	x	-	-
Termógallyak alapi átmérője (cm)	-	-	-	-	-	x	-	-
Termógallyak hosszúsága (cm)	-	-	-	-	-	x	-	-
Termógallyakon lévő virágzatok száma (db)	-	-	-	-	-	x	-	-

4. EREDMÉNYEK

4.1. A sor- és tőtávolság hatása a fák vegetatív növekedésére

4.1.1. A fák egyedi jellemző méreteinek alakulása

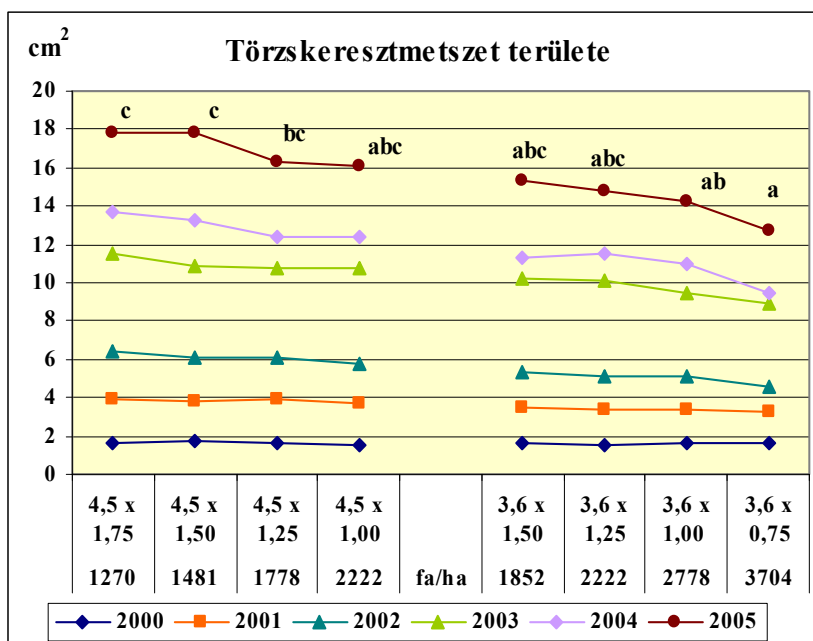
A Gala Must fák törzskeresztmetszet területének változásait a 4.1. ábra és a melléklet 8.1. táblázata, míg a Jonica ezen adatait a 4.2. ábra, valamint a melléklet 8.2. táblázata szemlélteti. A Gala Must esetében már 2000-ben, a Jonica fajtánál pedig 2001-ben a két sortávolság között szignifikáns különbség volt kimutatható a törzskeresztmetszet területben. Mindkét fajta esetében 2002-től az azonos sortávolságra telepített fák között a tőtávolságtól függően szignifikáns különbségek voltak, melyek fő tendenciája az, hogy a kisebb tőtávolságú fák törzskeresztmetszet területe kisebb. 2005-re a 3,6 m-es sortávolságú Gala Must fák (4.1. ábra; melléklet 8.1. táblázat) közül a legkisebb törzskeresztmetszet területet a 0,75 m tőtávolságú fákon mértünk, ehhez viszonyítva az 1 m tőtávolságúak még nem, az 1,25 m tőtávolságúak már számottevően nagyobb törzskeresztmetszet területet adtak, a legvastagabb törzsűek az 1,5 m tőtávolságra telepítettek voltak.



4.1. ábra. Különböző sor- és tőtávolságra telepített Gala Must almafák egyedi törzskeresztmetszet területének alakulása 2000-2005 között (cm²).

A 4,5 m sortávolságú Gala Must fák közül legkisebb törzskeresztmetszet területűek voltak az 1 m-re telepítettek, ezektől az 1,25 m tőtávolságúak nem, de az 1,5 m és 1,75 m tőtávolságúak szignifikánsan vastagabb törzsűek voltak. Az utóbbi három tőtávolság-

változatra telepített fák törzsvastagságában szignifikáns különbség nem volt. Az azonos tőtávolságú, de különböző sortávolságra telepített fák között szignifikáns különbség a törzsvastagodásban nem volt megfigyelhető.

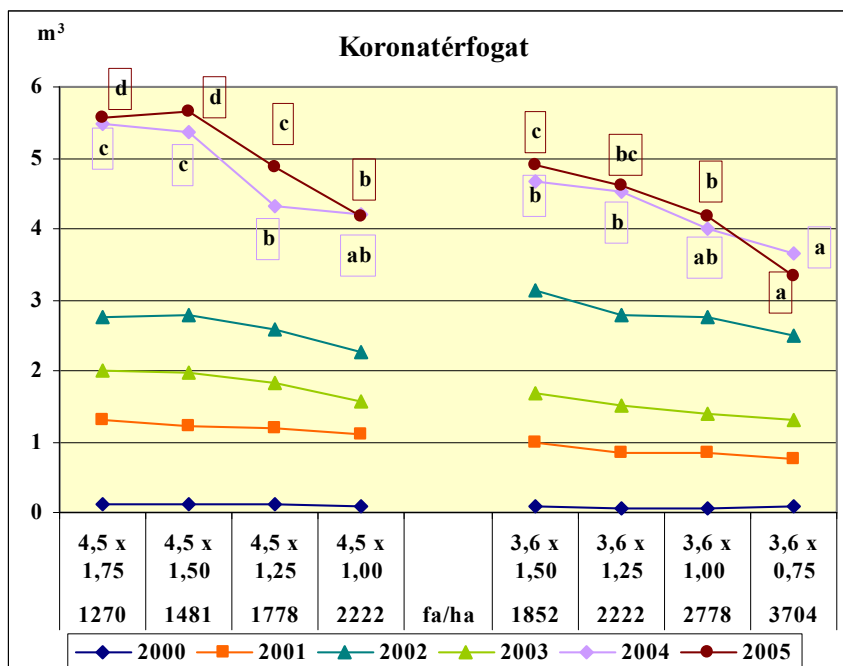


4.2. ábra. Különböző sor- és tőtávolságra telepített Jonica almafák egyedi törzskeresztmetszet területének alakulása 2000-2005 között (cm²).

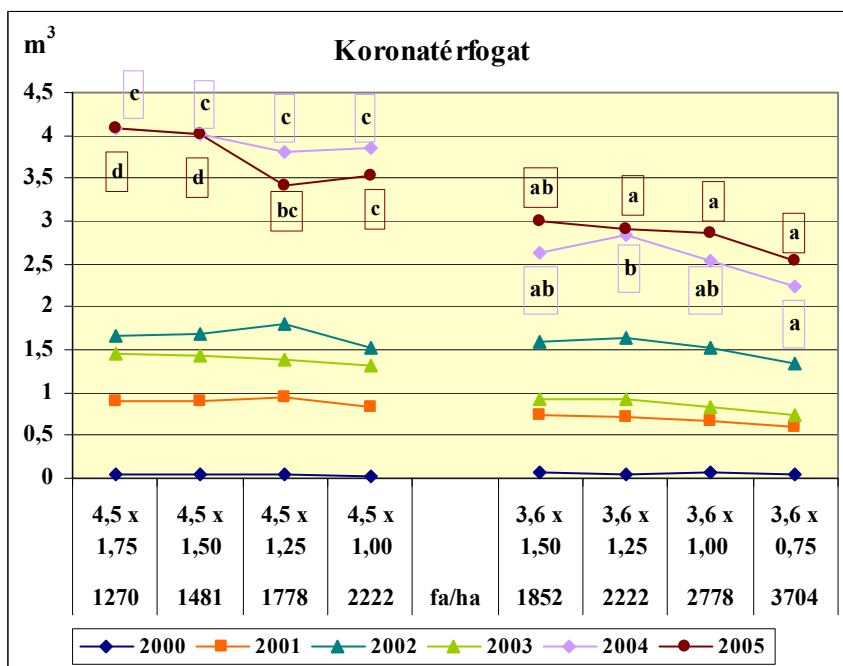
2005-ben a Jonica fák törzskeresztmetszet területe (4.2. ábra; melléklet 8.2. táblázat) azonos eltéréseket mutatott, mint a Gala Must esetében. Azonban a 3,6 m-es sortávolságú Jonica fák között számottevő különbségek nem voltak kimutathatóak. Itt is megfigyelhető azonban, hogy a tőszám növelésével a fák törzskeresztmetszet területe csökkenő tendenciát mutat, valamint, hogy az azonos tőtávolságú, de különböző sortávolságú fák törzskeresztmetszet területe között nem volt számottevő különbség.

A Gala Must fák egyedi koronaterfogata (4.3. ábra; melléklet 8.3. táblázat) a tőtávolság csökkenésével egyenes arányban változik. Már 2001-től szignifikáns különbségek figyelhetők meg a különböző sor- és tőtávolságú fák koronaterfogata között. 2005-ben a legkisebb koronaterfogatot a 3,6 m sortávolságon a 0,75 m tőtávolságú fákon mértük, ehhez képest a nagyobb tőtávolságú fák számottevően nagyobb koronaterfogatot adtak. A 4,5 m sortávolságú 1 m tőtávolságú Gala Must fák koronaterfogata nem különbözött számottevően a kisebb sortávolságú (3,6 m) 1 m-re és 1,25 m-re telepített fákétól. A 4,5 m sortávolságon az 1,75 m és 1,5 m tőtávolságú fák között nem volt jelentős különbség a korona térfogatában. Az 1,5 m tőtávolságú, de különböző sortávolságra telepített fák koronaterfogata között

számottevő különbségeket mértünk, míg a többi azonos tőtávolságú, de különböző sortávolságra telepített fák között a koronatérfogatban nem volt szignifikáns különbség.



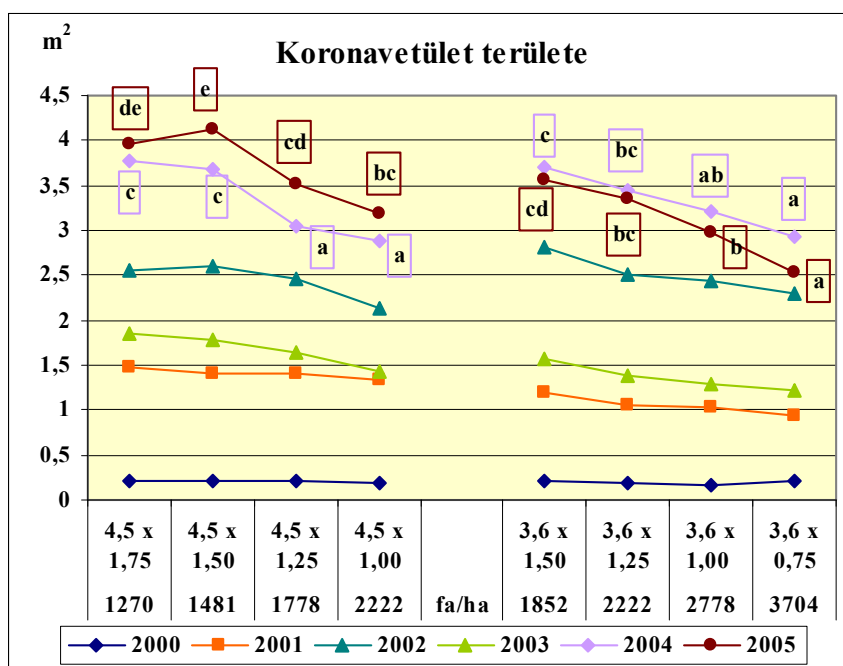
4.3. ábra. A Gala Must fák egyedi koronatérfogatának alakulása 2000-2005 között a vizsgált sor- és tőtávolságokon (m³).



4.4. ábra. A Jonica fák egyedi koronatérfogatának alakulása 2000-2005 között a vizsgált sor- és tőtávolságokon (m³).

A Jonica fák esetében (4.4. ábra; melléklet 8.4. táblázat) is megfigyelhető az a tendencia, hogy a tőtávolság csökkenésével a fák koronatérfogata csökken. 2004-ben a

legkisebb koronaterfogatot a 3,6 m sortávolságú 0,75 m tőtávolságú fákon mértünk, ettől ezen a sortávolságon az 1 m tőtávolságra telepített fák koronaterfogata különbözött szignifikánsan. A 4,5 m és 3,6 m sortávolságra telepített fák koronaterfogata számottevően különbözött. 2005-ben a 3,6 m sortávolságon számottevő különbségek nem voltak a különböző tőtávolságú fák koronaterfogata között, és szignifikánsan nem különbözött ezektől a 4,5 m sortávolságú 1,25 m tőtávolságú fák koronaterfogata sem. A 4,5 m sortávolságon az 1,75 m és 1,5 m tőtávolságú fák koronaterfogata volt a legnagyobb ezek egymástól szignifikánsan nem különböztek, de számottevően különböztek az 1,25 és 1 m tőtávolságra telepített fák koronaterfogatótól. Az azonos tőtávolságú, de különböző sortávolságú fák koronaterfogata minden esetben számottevően különbözött. 2005-ben a legnagyobb ültetvénysűrűséggel telepített fák egyedi koronaterfogata a Gala Must esetében 40 %-al a Jonica esetében mintegy 37 %-al kisebb volt a legkisebb ültetvénysűrűségű (1270 fa/ha) fák koronaterfogatához képest.

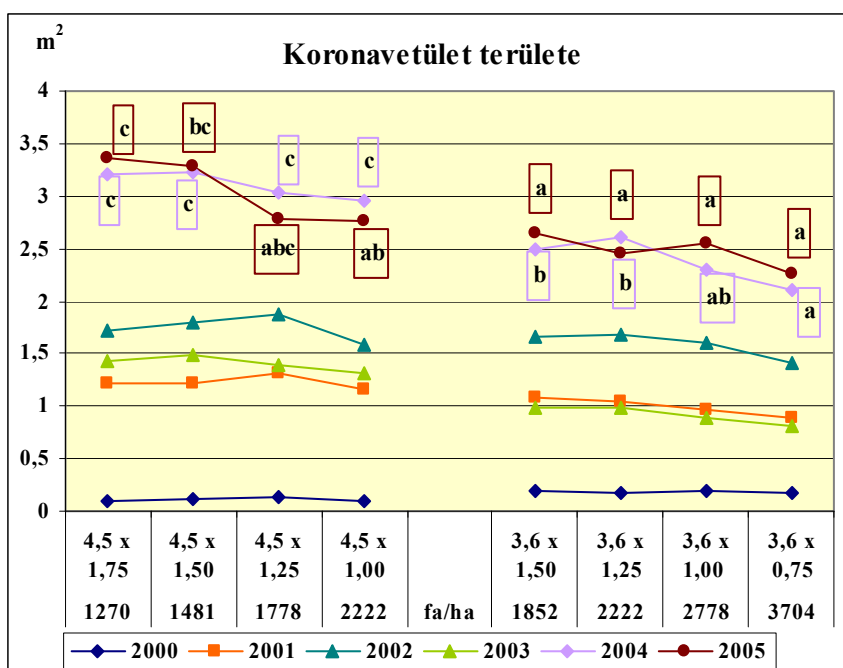


4.5. ábra. A Gala Must almafák egyedi koronavetület területének alakulása 2000-2005 között, a sor- és tőtávolság függvényében (m²).

A különböző sor- és tőtávolságra telepített Gala Must fák egyedi koronavetület területében (4.5. ábra; 8.5. táblázat) 2000-ben és 2002-ben nem mutatkozott számottevő különbség. A többi években megfigyelhető, hogy a tőtávolság csökkenésével a fák egyedi koronavetület területe csökken. 2005-ben a legkisebb koronavetület területtel a 3,6 m sortávolságon a 0,75 m tőtávolságra telepített fák rendelkeztek. Az 1,5 m tőtávolságú, de különböző sortávolságra telepített fák koronavetület területe között számottevő különbségeket

mértünk, míg a többi azonos tőtávolságú, de különböző sortávolságra telepített fák között a koronavetület területben nem volt szignifikáns különbség. A legnagyobb koronavetület területtel a 4,5 m sortávolságú és 1,5 m tőtávolságú fák rendelkeztek, de szignifikánsan nem különbözött ettől az 1,75 m tőtávolságú fák koronavetület területe sem.

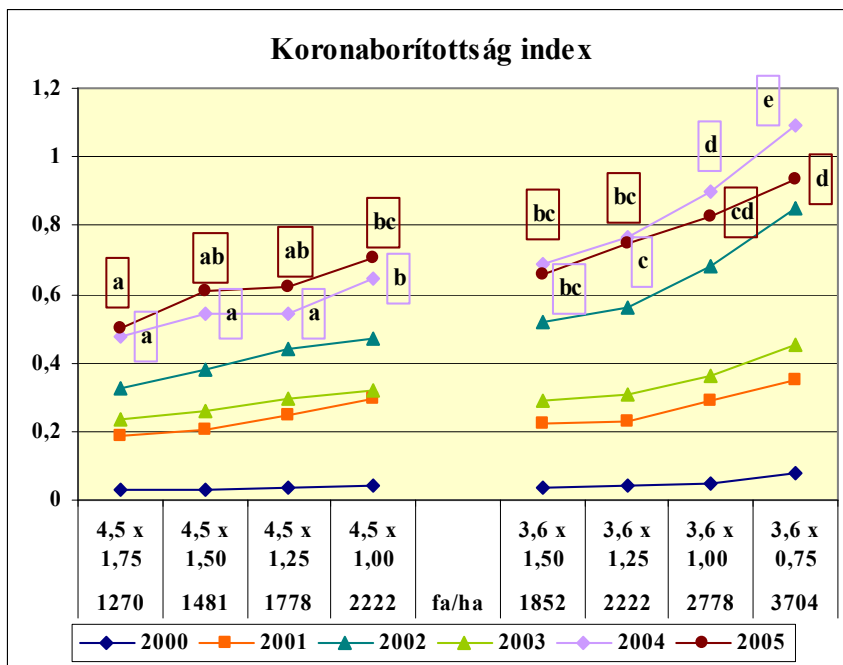
A Jonica fák koronavetület területe (4.6. ábra; melléklet 8.6. táblázat) a 3,6 m sortávolságon 2005-ben nem mutatott szignifikáns különbségeket a különböző tőtávolság-változatokon, 2003 és 2004 években is csak a 0,75 m tőtávolságú fák koronavetület területe különbözött szignifikánsan az 1,5 m valamint az 1,25 m tőtávolságú fákétól. 2003 és 2004 évben a nagyobb sortávolságon (4,5 m) nem volt szignifikáns különbség a koronavetület területben, míg 2005-ben a legkisebb és legnagyobb tőtávolságú fák koronavetület területe számottevően különbözött. 2005-ben megfigyelhető, hogy a tőtávolság csökkenésével a fák koronavetület területe csökkenő tendenciát mutat.



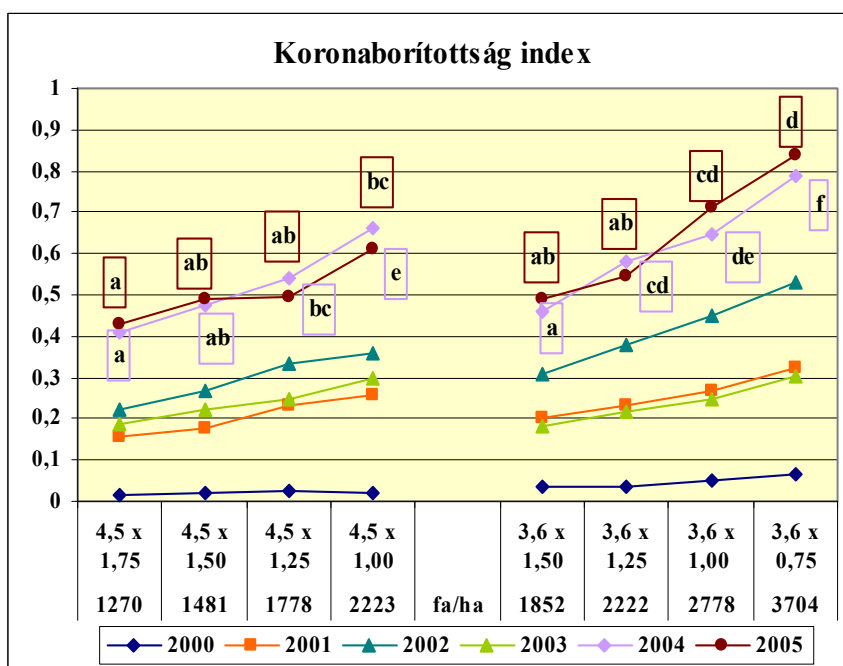
4.6. ábra. A Jonica almafák koronavetület területének alakulása a sor- és tőtávolság függvényében 2000-2005 között (m²).

A Gala Must (4.7. ábra; melléklet 8.7. táblázat) és a Jonica (4.8. ábra; melléklet 8.8. táblázat) fák koronaborítottság indexe minden évben azonos trendet követett. Azonos sortávolságon belül a legnagyobb koronaborítottság indexet a legkisebb tőtávolságú fák adták, azaz a tőtávolság csökkenésének hatására a koronaborítottság index számottevően növekedett. Mindkét fajta esetében 2005-re a legkisebb koronaborítottság indexet a nagyobb sortávolságon az 1,75 m tőtávolságú fák adták, a tőtávolság csökkentésével nőtt az értékük, de csak az 1 m tőtávolságú fák adtak számottevően nagyobb koronaborítottság indexet. 4,5 m

sortávolságon a tőtávolság 1,5 m alá csökkentése nem eredményezett szignifikánsan nagyobb koronaborítottság indexet, míg a 3,6 m sortávolságnál az 1,25 m alá csökkentés esetén a koronaborítottság számottevően nő. A tőtávolság függvényében a Gala Must esetében 0,5-0,9 közötti értékeket, míg a Jonica esetében 0,43-0,84 közötti koronaborítottság indexeket mértünk.



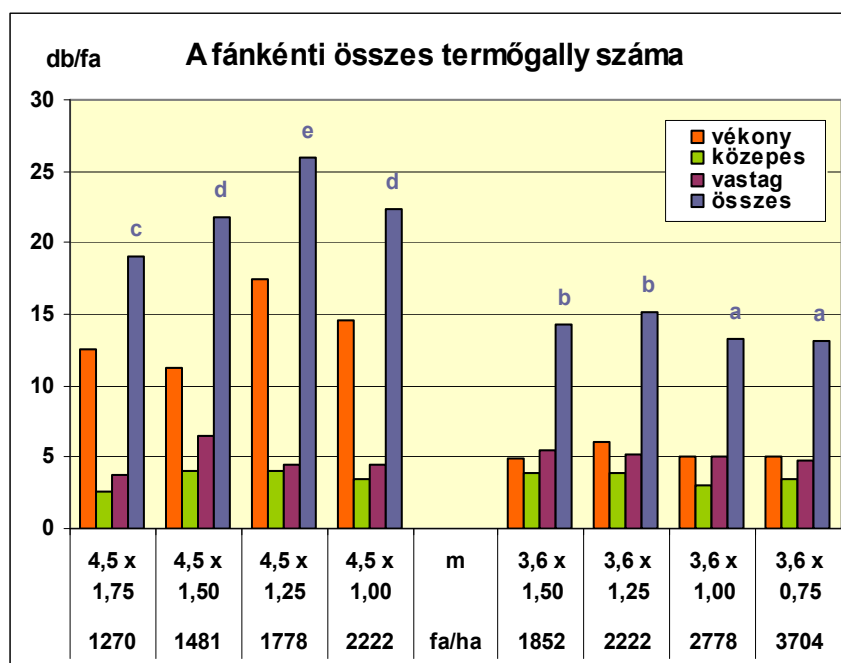
4.7. ábra. A különböző sor- és tőtávolságra telepített Gala Must fák koronaborítottság indexének alakulása 2000-2005 között.



4.8. ábra. A Jonica fák koronaborítottság indexének alakulása 2000-2005 között különböző sor- és tőtávolságok mellett.

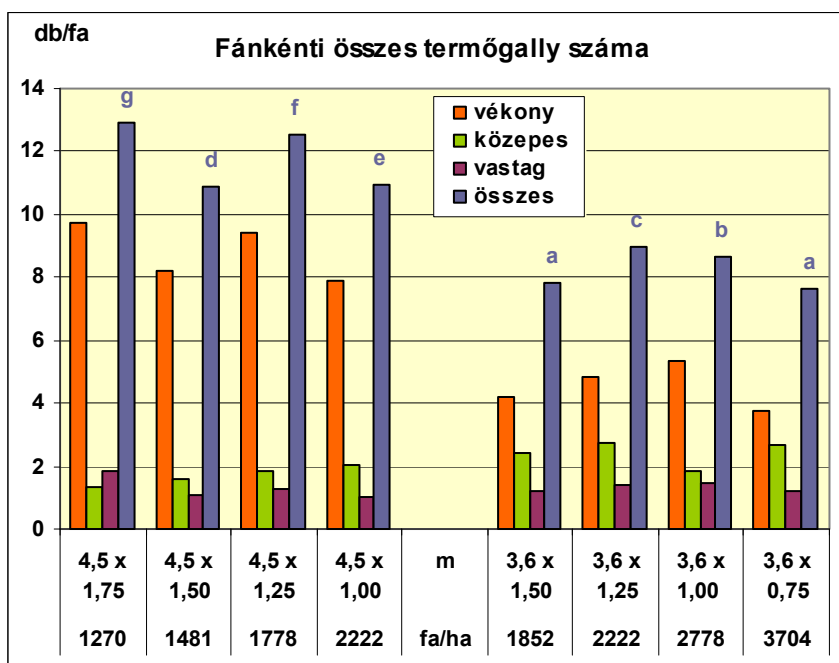
A különböző sor- és tőtávolságra telepített Gala Must fák termőgallyainak számát a 4.9. ábra, valamint a melléklet 8.9. táblázata szemlélteti. A 4,5 m sortávolságon a legtöbb termőgally az 1,25 m tőtávolságra telepített fákon volt, ettől szignifikánsan kevesebb termőgally volt az 1,5 m és 1 m tőtávolságú fákon, és még kevesebb volt az 1,75 m tőtávolságon. Vagyis a 4,5 m sortávolságon a tőtávolság csökkentésével 1,25 m-ig a termőgallyak száma szignifikánsan nőtt, majd a további csökkentés 1 m-re a termőgallyak számának csökkenését eredményezte. A 4,5 m sortávolságon megfigyelhető, hogy 1,75-1,25 m tőtávolság-tartományban a tőtávolság csökkentésével a termőgallyak száma növekszik, majd a további tőtávolság-csökkentés a termőgally csökkenésével jár. A 3,6 m sortávolságon szignifikánsan kevesebb termőgally volt a fákon, mint a 4,5 m sortávolságon. A 3,6 m sortávolságra telepített fák közül a legkevesebb termőgally a 0,75 m tőtávolságon volt, de ettől nem különbözött számottevően az 1 m tőtávolságú fák termőgallyainak száma. Itt is a tőtávolság csökkenésével csökkenő tendencia figyelhető meg.

A különböző sor- és tőtávolságú Gala Must fákon a közepes és vastag termőgallyak száma nem különbözött számottevően, azonban a vékony termőgallyak számában különbségek figyelhetők meg. A 4,5 m sortávolságon a termőgallyak száma szignifikánsan több volt, mint a 3,6 m sortávolságon, és a 4,5 m sortávolságú, de különböző tőtávolságú fákon lévő termőgallyak száma is szignifikánsan különbözött.



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

A Jonica fák termőgallyainak száma (4.10. ábra, melléklet 8.10. táblázat) a sor- és tőtávolság változás hatására számottevő különbségeket mutat. A különböző sor- és tőtávolságon lévő fák közepes és vastag termőgallyainak száma nem különbözik számottevően, azonban a vékony termőgallyak tekintetében szignifikáns különbségek figyelhetők meg, ami azt is eredményezi, hogy az összes termőgally számában is jelentős különbségek vannak. A 4,5 m sortávolságra telepített fákon számottevően több termőgally van, mint a 3,6 m sortávolságon. A 4,5 m sortávolságon az 1,75 m-re telepített fákon volt a legtöbb termőgally, majd szignifikánsan kevesebb termőgally volt az 1,25 m, 1 m és 1,5 m tőtávolságú fákon, ebben a sorrendben. A 3,6 m sortávolságon a legkevesebb termőgally az 1,5 m és 0,75 m tőtávolságú fákon volt, melyektől szignifikánsan több volt az 1 m és 1,25 m tőtávolságon.

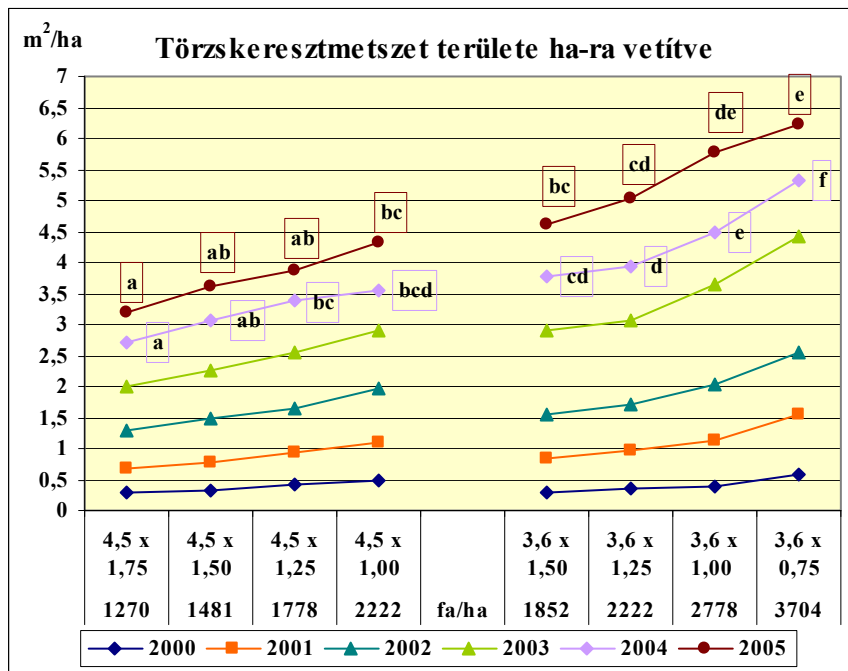


4.10. ábra. A Jonica fákon lévő összes termőgally száma (db/fa) a sor- és tőtávolság függvényében (2005).

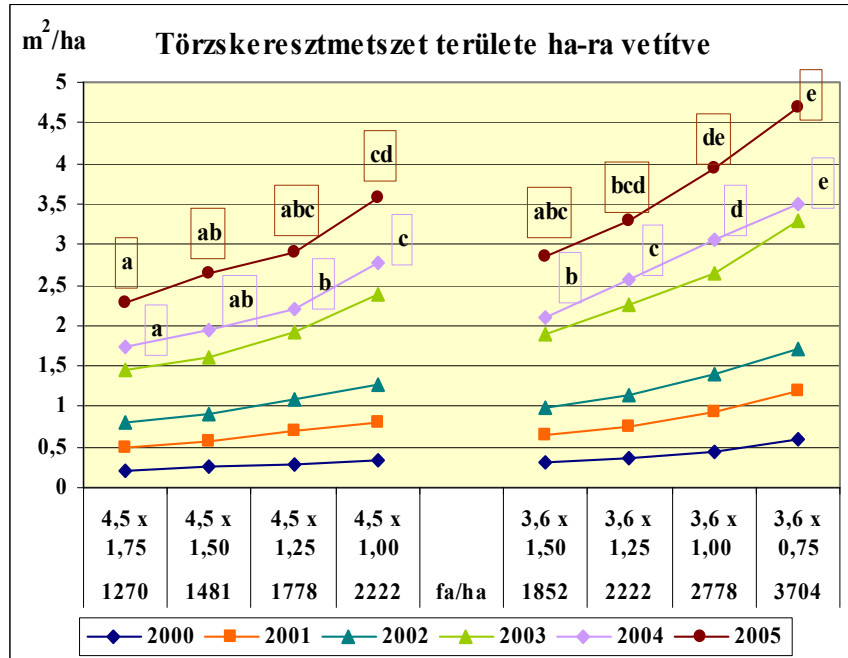
4.1.2. A sor- és tőtávolság hatása az ültetvény jellemző méreteinek alakulására

Az ültetvény törzskeretszmet területe a tenyészterület csökkenésével ellentétes tendenciát mutat. A Gala Must (4.11. ábra; melléklet 8.11. táblázat) fák hektárra vetített törzskeretszmet területe a tőtávolság csökkenésével nő. 2000-ben, 2001-ben és 2002-ben az azonos tőtávolságra, de különböző sortávolságra telepített fák hektáronkénti törzskeretszmet területe között nem volt szignifikáns különbség, valamint nem volt különbség 2005-ben a 1,5 m tőtávolságra ültetett fák adataiban sem. 2004-ben és 2005-ben (a

1,5 m tőtávolság kivételével) azonban az azonos tőtávolságú, de különböző sortávolságú fák törzsvastagodása szignifikánsan különbözik.



4.11. ábra. A Gala Must fák hektárra vetített törzskeresztmetszet területének alakulása 2000-2005 között, különböző sor- és tőtávolságokon (m²/ha).

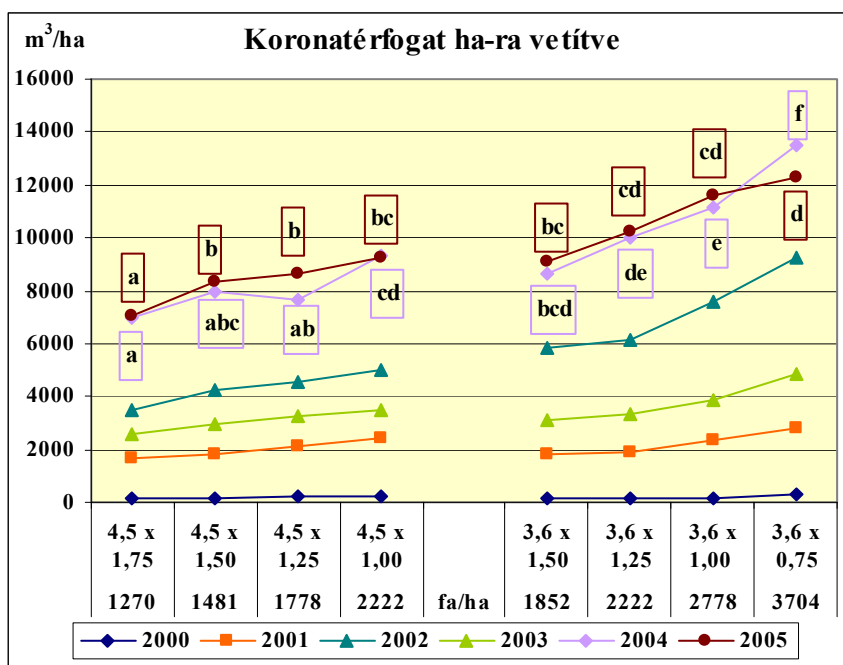


4.12. ábra. A Jonica fák hektárra vetített törzskeresztmetszet területének alakulása 2000-2005 között, a sor- és tőtávolság függvényében (m²/ha).

A Jonica fák hektáronkénti törzskeresztmetszet területe (4.12. ábra; melléklet 8.12. táblázat) is hasonló eredményeket mutat, mint a Gala Must esetében, vagyis, hogy a

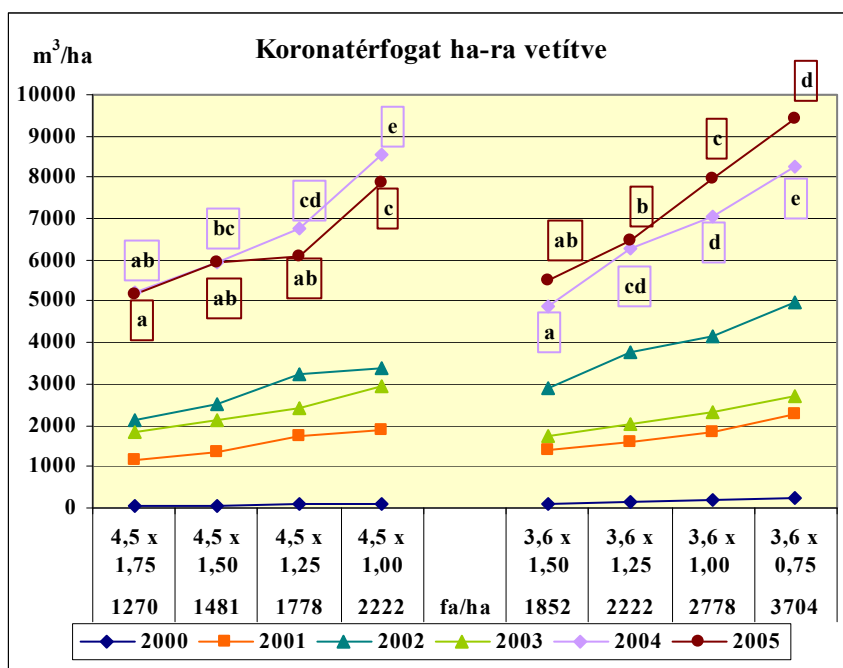
tenyészterület csökkentésével nagyobb hektáronkénti törzskeresztmetszet területet kapunk. 2005-re a legkisebb törzskeresztmetszet területet a 4,5 m sortávolságra és 1,75 m tőtávolságra telepített fákon mértük, ehhez viszonyítva az 1,5 m és 1,25 m tőtávolságúak még nem, de az 1 m tőtávolságúak már szignifikánsan nagyobb hektáronkénti törzskeresztmetszet területet adtak. A 3,6 m sortávolságon a legkisebb hektáronkénti törzsvastagsággal az 1,5 m tőtávolságú fák rendelkeztek, a legvastagabb törzsűek hektárra vetítve pedig a 0,75 m tőtávolságúak voltak, de nem különbözött számottevően ettől az 1 m tőtávolságú fák adata sem.

A Gala Must fák hektárra vetített koronaterfogata (4.13. ábra; melléklet 8.13. táblázat) a 4,5 m és 3,6 m sortávolság esetében is a tőtávolság csökkenésével egyenes arányban változott. 2004-ben és 2005-ben szignifikáns különbségeket figyelhetünk meg a különböző sor- és tőtávolságú ültetvények koronaterfogata között. 2005-ben a legkisebb hektáronkénti koronaterfogatot a 4,5 m sortávolságon az 1,75 m tőtávolságú fák adták ettől szignifikánsan különbözött a másik három tőtávolságú fák adata, de azok egymástól nem különböztek számottevően. Mindkét sortávolságon megfigyelhető, hogy az 1 m és 1,5 m között a fák hektáronkénti koronaterfogatában nem volt szignifikáns különbség. A legnagyobb hektáronkénti koronaterfogatot a 3,6 m sortávolságon a legkisebb tőtávolságú fákon mértük, de ezek nem különböztek szignifikánsan az 1 m és 1,25 m tőtávolságú fáktól.



4.13. ábra. A különböző sor- és tőtávolságra telepített Gala Must fák hektáronkénti koronaterfogatának alakulása 2000-2005 között (m³/ha).

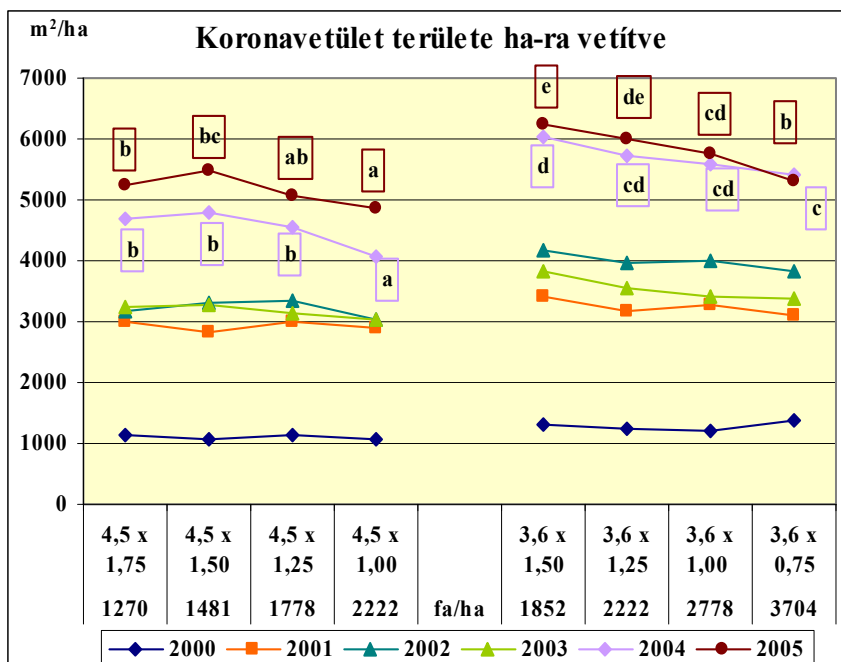
A Jonica fák (4.14. ábra; melléklet 8.14. táblázat) hektárra vetített koronatérfogata szignifikáns különbségeket mutat a sor- és tőtávolság változásával. 2005-re a 4,5 m sortávolságon a legkisebb hektáronkénti koronatérfogatot az 1,75 m tőtávolságú fák adták, melytől szignifikánsan nagyobb hektáronkénti koronatérfogattal csak az 1 m tőtávolságúak rendelkeztek. A 3,6 m sortávolságon a legkisebb hektáronkénti korona-térfogató Jonica fák az 1,5 m tőtávolságon voltak, a tőtávolság csökkentésével nőtt a hektáronkénti koronatérfogot ugyan, de szignifikánsan ettől csak az 1 m és 0,75 m tőtávolságú fák különböztek. Az azonos tőtávolságú, de különböző sortávolságú fák hektáronkénti koronatérfogata nem különbözött szignifikánsan egymástól.



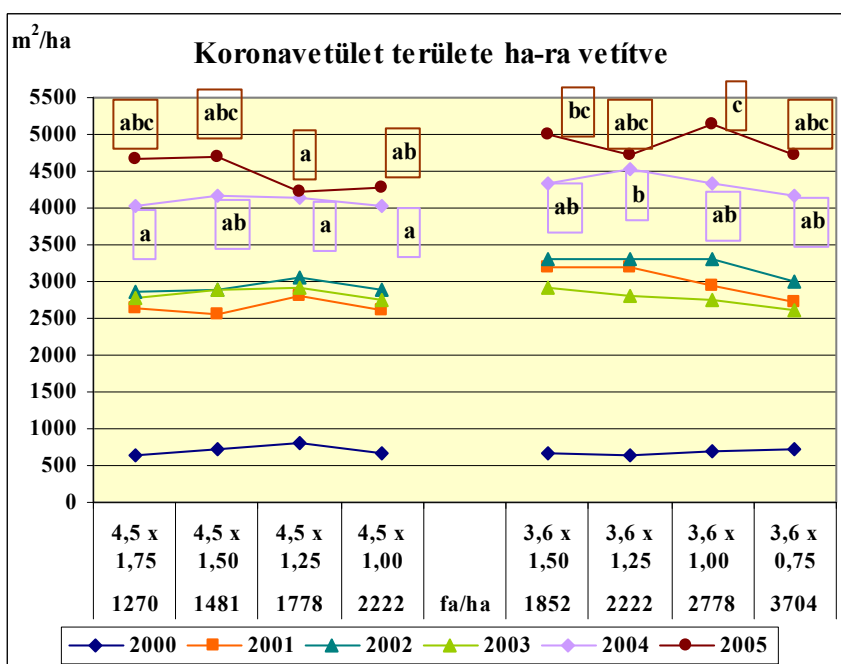
4.14. ábra. A különböző sor- és tőtávolságra telepített Jonica fák hektáronkénti koronatérfogatának alakulása 2000-2005 között (m^3/ha).

A Gala Must ültetvény hektárra vetített koronavetület területét a 4.15. ábra és a melléklet 8.15. táblázata mutatja. Minden évben a 3,6 m sortávolságon az ültetvény koronavetület területe nagyobb volt, mint a 4,5 m sortávolságon. 2004-ben a két különböző sortávolságra ültetett ültetvény koronavetület területe között szignifikáns különbség volt kimutatható. A 4,5 m sortávolságon belül csak a legkisebb tőtávolságú ültetvény rendelkezett számottevően kisebb koronavetület területtel. A 3,6 m sortávolságon belül a legnagyobb (1,5 m) és legkisebb (0,75 m) tőtávolság között volt számottevő különbség. 2004-ben és 2005-ben is a sortávolságokon belül a tőtávolság csökkentésével megfigyelhető egy csökkenő tendencia, néhol szignifikáns különbségekkel. 2005-ben is látható, hogy az azonos

tőtávolságra, de különböző sortávolságra telepített ültetvények koronavetület területe között szignifikáns különbségek vannak.



4.15. ábra. A különböző sor- és tőtávolságra telepített Gala Must fák hektáronkénti koronavetület területének alakulása 2000-2005 között (m²/ha).

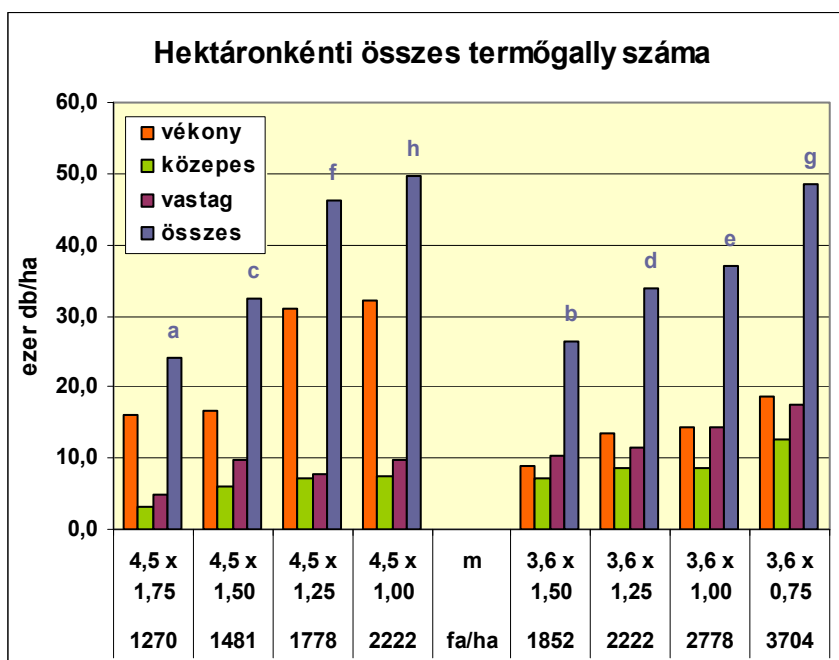


4.16. ábra. A különböző sor- és tőtávolságra telepített Jonica fák hektáronkénti koronavetület területének alakulása 2000-2005 között (m²/ha).

A Jonica ültetvény hektárra vetített koronavetület területének változásait a 4.16. ábra és a melléklet 8.16. táblázata mutatja. Számottevő különbségek a sor- és tőtávolság változtatásával kevés esetben voltak kimutathatók. Az 1 m tőtávolságra és különböző

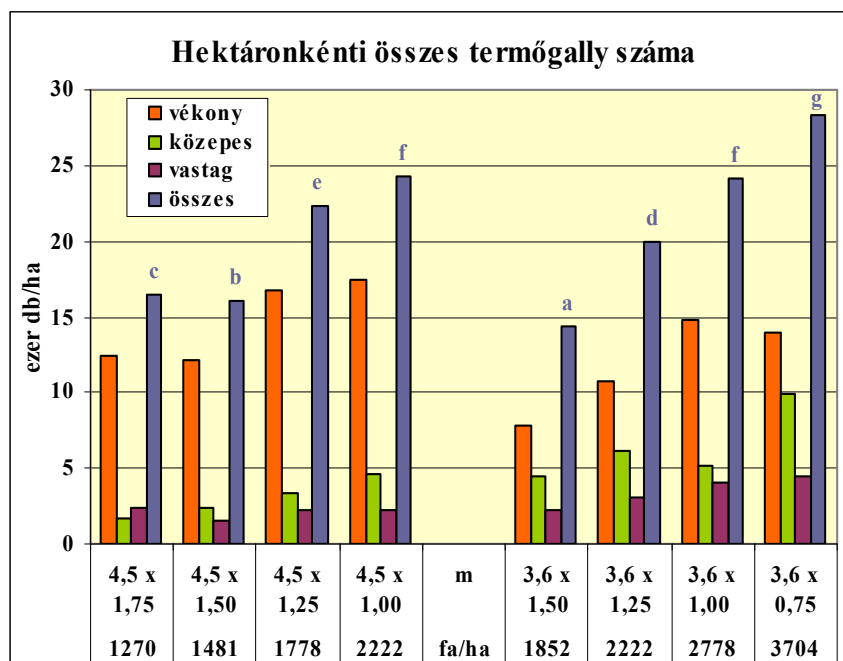
sortávolságra telepített ültetvények koronavetület területe között volt szignifikáns különbség kimutatható.

A hektáronkénti összes termőgally vonatkozásában 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. A Gala Must fák esetében (4.17. ábra; melléklet 8.17. táblázat) a hektárra vonatkoztatott összes termőgallyak száma legkevesebb a 4,5 m x 1,75 m sor- és tőtávolságon volt, és a tőtávolság csökkentésével a termőgallyak száma nőtt, szignifikáns különbségekkel. A 3,6 m sortávolságon is a legkevesebb hektáronkénti termőgally a legnagyobb tőtávolságon volt és a tőtávolság csökkentésével a számuk szignifikánsan nőtt.

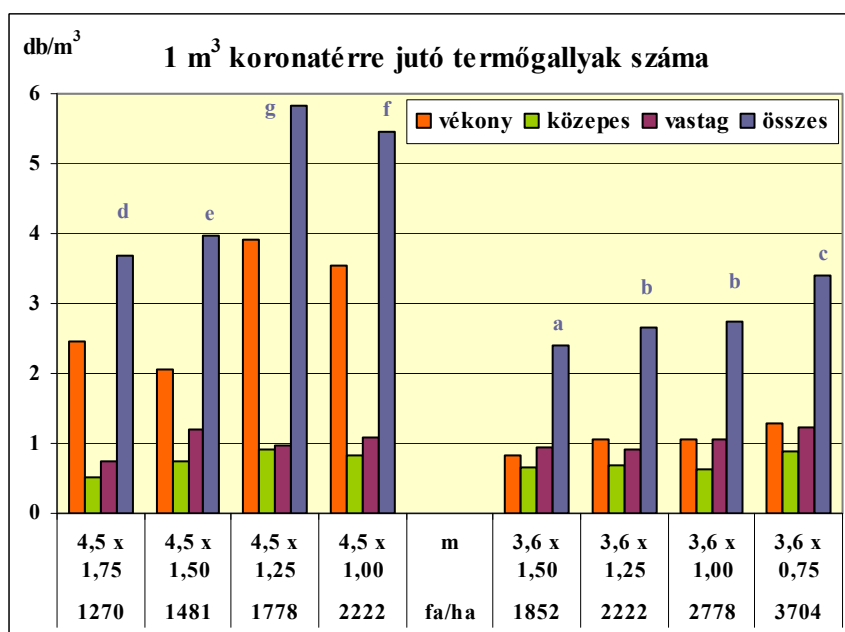


4.17. ábra. A Gala Must fák hektárra vonatkoztatott összes termőgallyainak száma (ezer db/ha) a tőtávolság függvényében (2005).

A Jonica fák esetében (4.18. ábra; melléklet 8.18. táblázat) a 3,6 m sortávolságon ugyanolyan eredményt kaptunk, mint a Gala Must esetében, vagyis itt is a legnagyobb tőtávolságon kaptuk a legtöbb hektáronkénti termőgallyat, és a tőtávolság csökkentésével a termőgallyak száma nőtt. A 4,5 m sortávolságon is szignifikáns különbségek voltak a különböző tőtávolságú fák hektáronkénti termőgallyainak száma között, itt azonban a legkevesebb hektáronkénti termőgally az 1,5 m tőtávolságon volt, majd növekvő sorrendben az 1,75 m, 1,25 m és 1 m tőtávolságú fák következtek.



4.18. ábra. A Jonica fák hektárra vonatkoztatott összes termógallyainak száma (ezer db/ha) a tőszám függvényében (2005).

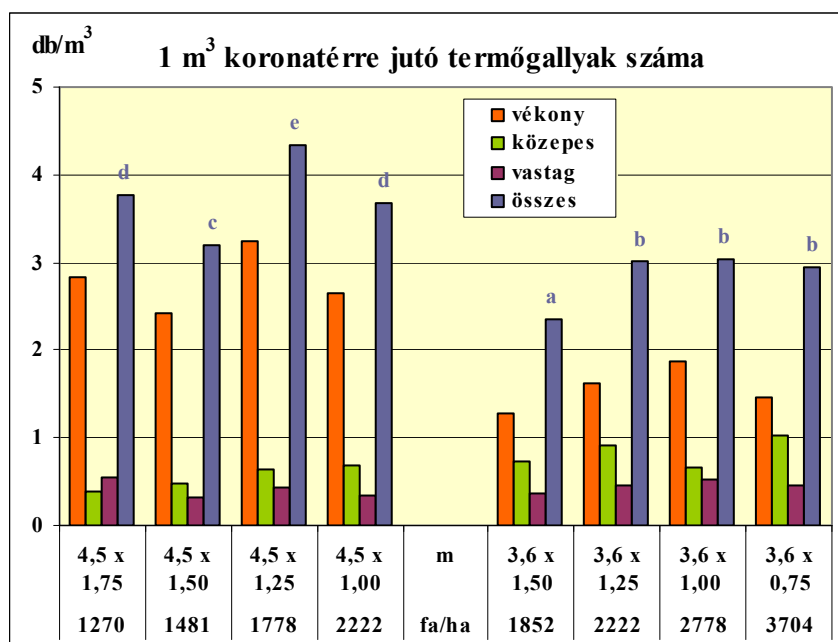


4.19. ábra. A különböző sor- és tőtávolságon álló Gala Must fák 1 m³ koronaterfogatra jutó termógallyainak száma (2005) (db/m³).

A Gala Must fák 1 m³ koronaterben lévő termógallyainak számát a 4.19. ábra és a melléklet 8.19. táblázata szemlélteti. A 3,6 m sortávolságon az 1 m³ koronaterfogatban lévő termógallyak száma az 1,5 m tőtávolságon volt a legkevesebb, és a tőtávolság csökkentésével a termógallyak száma ugyanezen koronaterben szignifikánsan növekszik. A 4,5 m sortávolságú és legnagyobb tőtávolságra (1,75 m) telepített Gala Must fák 1 m³ koronaterfogatában a legkevesebb a termógallyak száma, a tőtávolság csökkentésével az 1,25

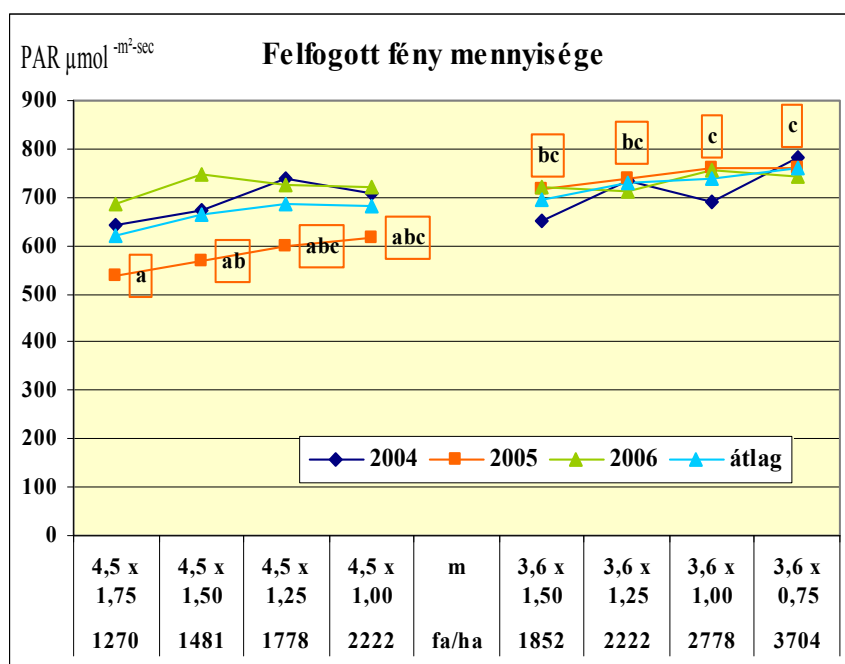
m tőtávolságig a termőgallyak száma nő, majd 1 m tőtávolságon kissé csökken a számuk ugyanakkora koronaterfogatban. Mindkét fajta esetében a sortávolságnak 0,9 m-el való csökkentése hatással volt az egységnyi (1 m³) koronaterfogatban elhelyezkedő termőgallyak számára, ugyanis a 4,5 m sortávolságra telepített fák 1 m³ koronaterfogatában számottevően több termőgally volt, mint a 3,6 m sortávolságra ültetett fák ugyanakkora koronájában.

A Jonica fák 1 m³ koronaterfogatában lévő termőgallyainak száma (4.20. ábra; melléklet 8.20. táblázat) szignifikáns különbségeket mutat. A legkevesebb termőgally ugyanakkora koronaterfogatban a kisebb sortávolságon az 1,5 m tőtávolságon lévő fákon volt, ettől számottevően több volt az 1,25 m, 1 m és 0,75 m tőtávolságon lévő fákon, de ezek között jelentős különbségek nem voltak kimutathatók. A 4,5 m sortávolságon a tőtávolság változásával minden esetben számottevő különbségek voltak. A legkevesebb termőgally 1 m³ koronaterfogatban az 1,5 m tőtávolságon volt, majd növekedett a számuk az 1,75 m, 1 m tőtávolságon a legtöbb termőgally pedig az 1,25 m tőtávolságon volt.



4.20. ábra. A különböző sor- és tőtávolságra telepített Jonica fák 1 m³ koronaterfogatra jutó termőgallyainak száma (2005) (db/m³).

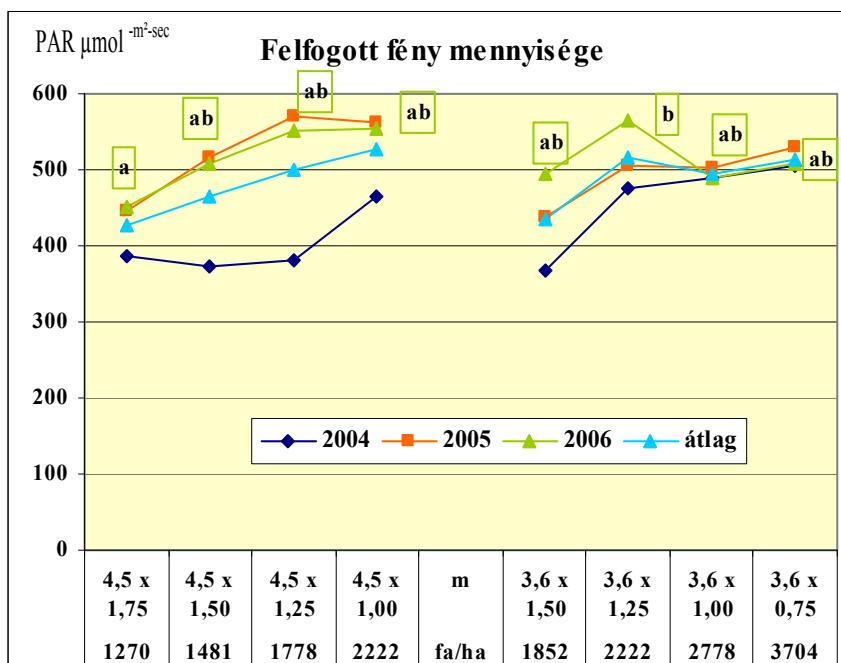
4.2. A fényabszorpció alakulása a különböző sor- és tőtávolságú ültetvényekben



4.21. ábra. Az ültetvénybe érkező fotoszintetikusán aktív sugárzás (PAR) Gala Must fák által felfogott mennyiségének alakulása 2004- 2006 években, különböző ültetvénysűrűség mellett (PAR $\mu\text{mol}^{-\text{m}^2\cdot\text{sec}}$).

Az ültetvény által felfogott fotoszintetikusán aktív sugárzás mennyiségében jelentős különbség fedezhető fel a két fajta esetében. A Gala Must esetében (4.21. ábra; melléklet 8.21. táblázat) a három év átlagában 622 és 762 $\mu\text{mol}^{-\text{m}^2\cdot\text{sec}}$ közötti a fényfelfogás, míg a Jonica (4.22. ábra, melléklet 8.22. táblázat) esetében ezek az értékek 428 és 526 $\mu\text{mol}^{-\text{m}^2\cdot\text{sec}}$ között alakultak. A három év átlagában a tőszámmal egyenes arányban növekedett a felfogott fény mennyisége.

A Gala Must fák által felfogott fény mennyisége (4.21. ábra; melléklet 8.21. táblázat) a sor- és tőtávolság változásának hatására 2004-ben és 2006-ban nem mutatott számottevő különbséget, 2005-ben azonban elmondható, hogy a növekvő tőszám hatására a felfogott fény mennyisége növekvő tendenciát mutatott. A 4,5 m és a 3,6 m sortávolságon belül a fák által felfogott fény mennyiség a tőtávolság hatására nem változott számottevően. A 4,5 m sortávolságon 1,75 m és 1,5 m tőtávolságon álló fák által abszorbeált fotoszintetikusán aktív fény mennyisége szignifikánsan kisebb volt a 3,6 m x 1 m és 0,75 m sor- és tőtávolságon álló fákétól.

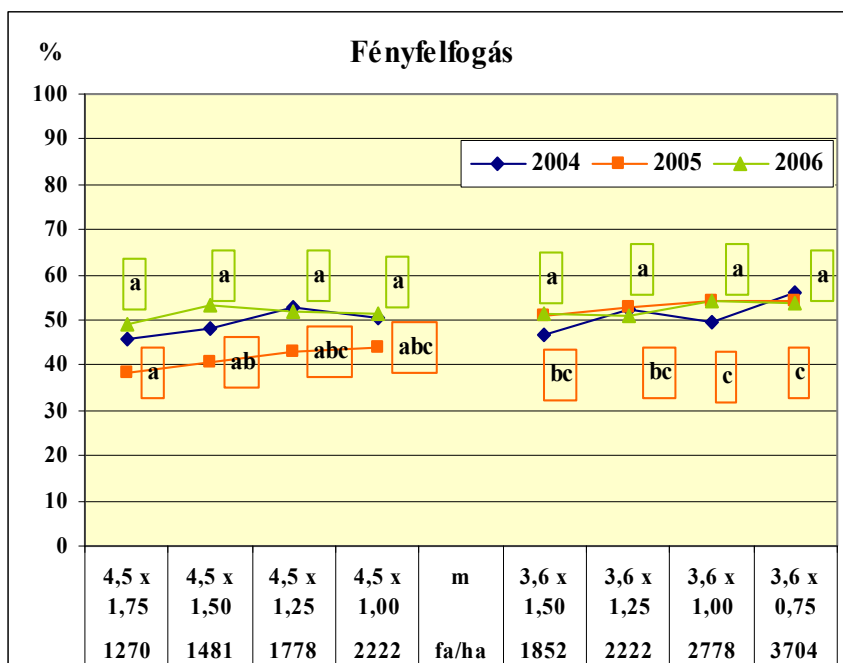


4.22. ábra. Az ültetvénybe érkező fotoszintetikusán aktív sugárzás (PAR) Jonica fák által felfogott mennyiségének alakulása 2004- 2006 években, különböző ültetvénytávolság mellett (PAR $\mu\text{mol}^{-\text{m}^2\text{-sec}}$).

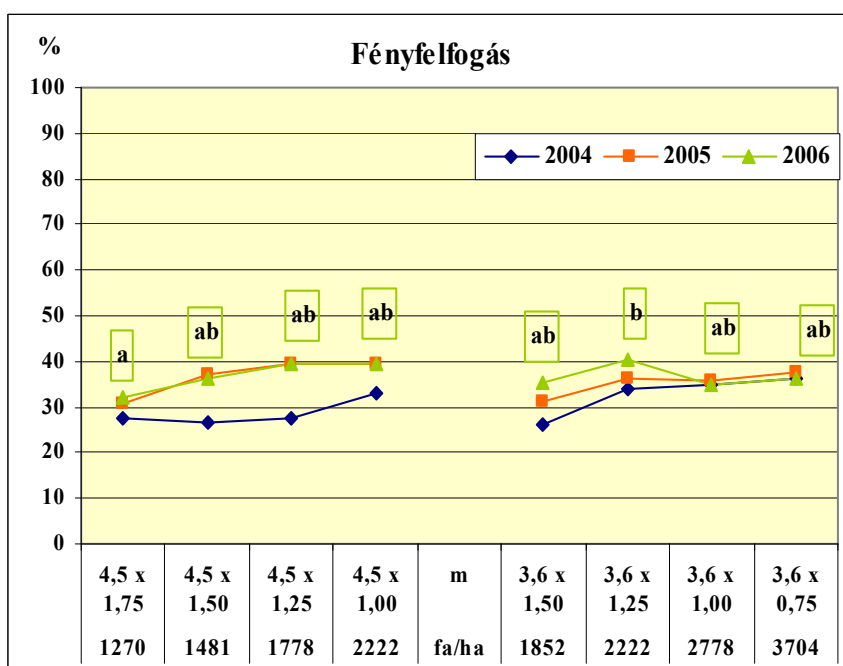
A Jonica fák esetében (4.22. ábra; melléklet 8.22. táblázat) 2004-ben és 2006-ban a felfogott fény mennyisége szignifikáns különbségeket nem mutat. 2005-ben az azonos tőtávolságra telepített fák között az abszorbeált fotoszintetikusán aktív sugárzás tekintetében nem volt számottevő különbség, azonban mindkét sortávolságon megfigyelhető a tőtávolság csökkenésével egy növekvő tendencia.

A fotoszintetikusán aktív sugárzás ültetvény által felfogott arányában a két fajta között számottevő különbség mutatkozik, az erősebb növekedésű Gala Must fajta (4.23. ábra; melléklet 8.23. táblázat) 39-56 % közötti fényabszorpciót mutatott, míg a Jonica fajta (4.24. ábra; melléklet 8.24. táblázat) esetében ezek az értékek a 26-40 % között alakultak.

A vizsgált tőszám-tartományban szignifikáns különbségek nem minden évben mutatkoztak, de a tendencia mindkét fajtánál erősen arra utal, hogy a tőszámmal egyenes arányban növekszik a fényfelfogás aránya. A Gala Must fajta esetében 2005-ben (4.23. ábra; melléklet 8.23. táblázat) az adatok ugyanezt a tendenciát mutatták, a 4,5 m sortávolságú 1,75 m és 1,5 m tőtávolságú fák számottevően kevesebb fotoszintetikusán aktív fényt abszorbeáltak, mint a 3,6 m sortávolságú 1 m és 0,75 m tőtávolságú fák.

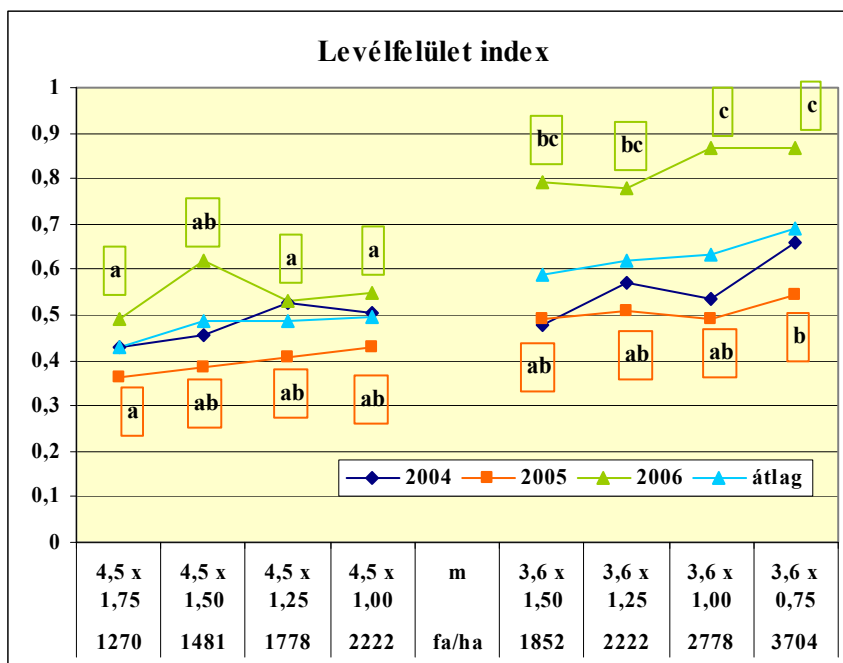


4.23. ábra. Az ültetvénybe érkező fotoszintetikusán aktív sugárzás (PAR) Gala Must fák által felfogott arányának alakulása 2004- 2006 években különböző ültetvénytűrség mellett (%).

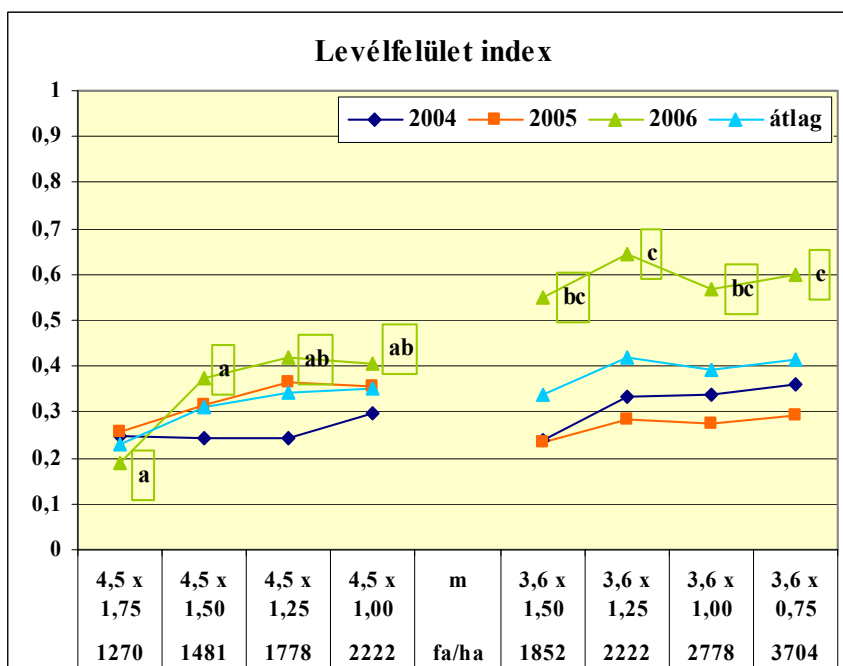


4.24. ábra. Az ültetvénybe érkező fotoszintetikusán aktív sugárzás (PAR) Jonica fák által felfogott arányának alakulása 2004- 2006 években különböző ültetvénytűrség mellett (%).

A Jonica fajta esetében (4.24. ábra; melléklet 8.24. táblázat) számottevő különbségeket a fotoszintetikusán aktív fény felfogásában a különböző sor- és tőtávolság változatok nem eredményeztek.



4.25. ábra. A Gala Must fák levélfelület indexének alakulása 2004-2006 között a sor- és tőtávolság függvényében.



4.26. ábra. A különböző sor- és tőtávolságra telepített Jonica fák levélfelület indexének alakulása 2004-2006 között.

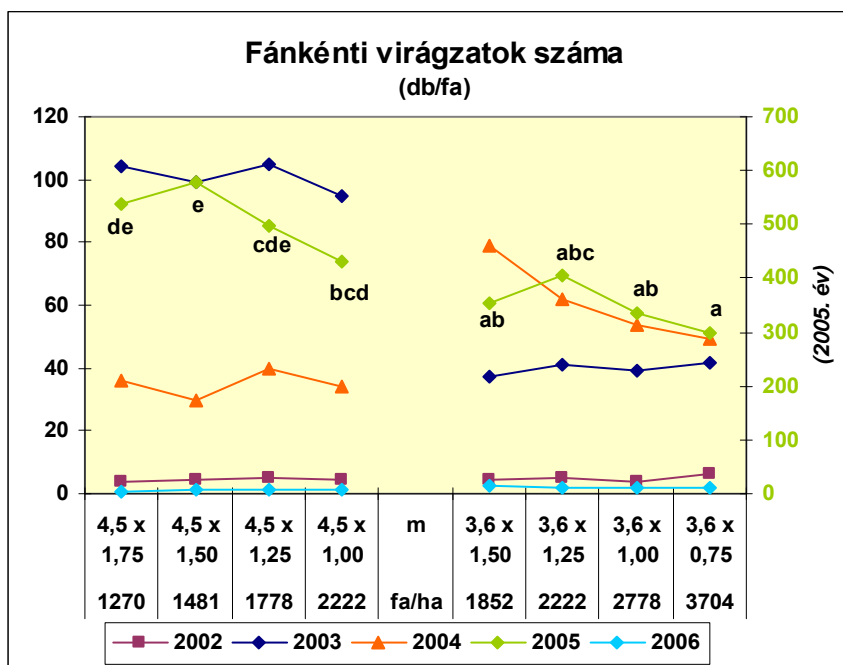
A Gala Must (4.25. ábra; melléklet 8.25. táblázat) és a Jonica (4.26. ábra, melléklet 8.26. táblázat) fák levélfelület indexének alakulása hasonló képet mutat. 2004-ben és 2005-ben jelentős különbségek nem láthatók, azonban a tőtávolság csökkenésével növekvő tendencia figyelhető meg. 2006-ban a két sortávolság között mutatkozik számottevő különbség, a kisebb sortávolságú (3,6 m) fák levélfelület indexe nagyobb, mint a nagyobb

sortávolságon álló fáké. A Jonica esetében azonban a 4,5 m sortávolságon belül a csökkenő tőtávolság hatására egy növekvő tendencia figyelhető meg 2006-ban is számottevő különbségek nélkül.

4.3. A virágberakódás és terméshozás alakulása a sor- és tőtávolságok függvényében

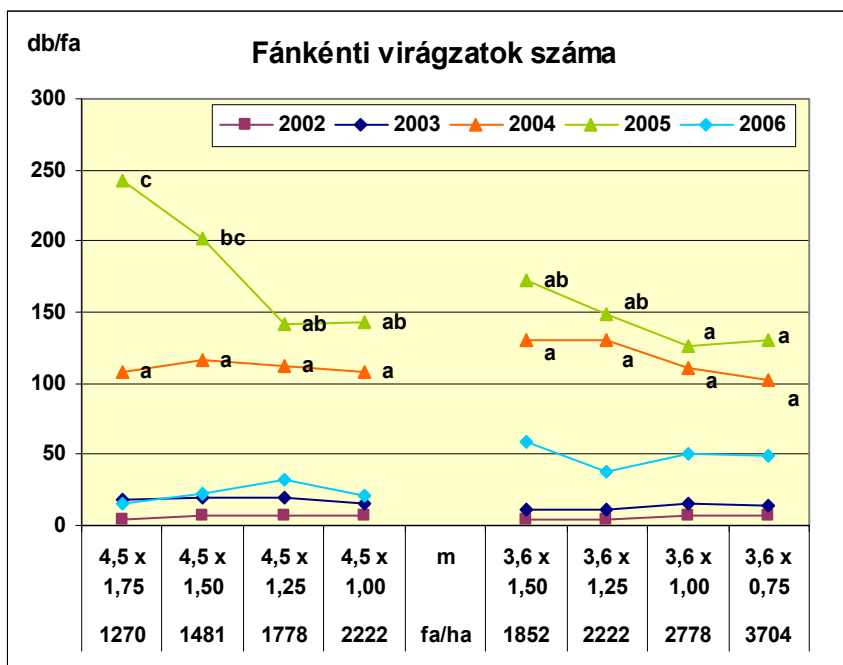
4.3.1. A fák egyedi virágberakódása és terméshozási jellemzői

A 4.27. ábra és a melléklet 8.27. táblázata a Gala Must fák virágzatszámának alakulását mutatja 2002-2006 között. 2002-ben és 2006-ban kevés virágzat volt a fákon jelentős különbségek itt nem is figyelhetők meg a sor- és tőtávolság változásával. 2004-ben a kisebb sortávolságú (3,6 m) fákon több volt a virágzat, viszont a tőtávolság csökkenésével egyenes arányban csökkent a számuk. 2003-ban és 2005-ben a nagyobb sortávolságú (4,5 m) fákon volt számottevően több virágzat. 2005-ben a 4,5 m sortávolságon a legkevesebb virágzat az 1 m tőtávolságú fákon volt, ettől több volt az 1,25 m és 1,75 m tőtávolságon, de szignifikánsan csak az 1,5 m tőtávolságú fákon mértünk több virágzatot. A 3,6 m sortávolságon a tőtávolság változásával szignifikáns különbségek nem alakultak ki a virágzat számában. A különböző sortávolságra telepített, 1,5 m tőtávolságú fák szignifikánsan különböztek a virágzat számában.

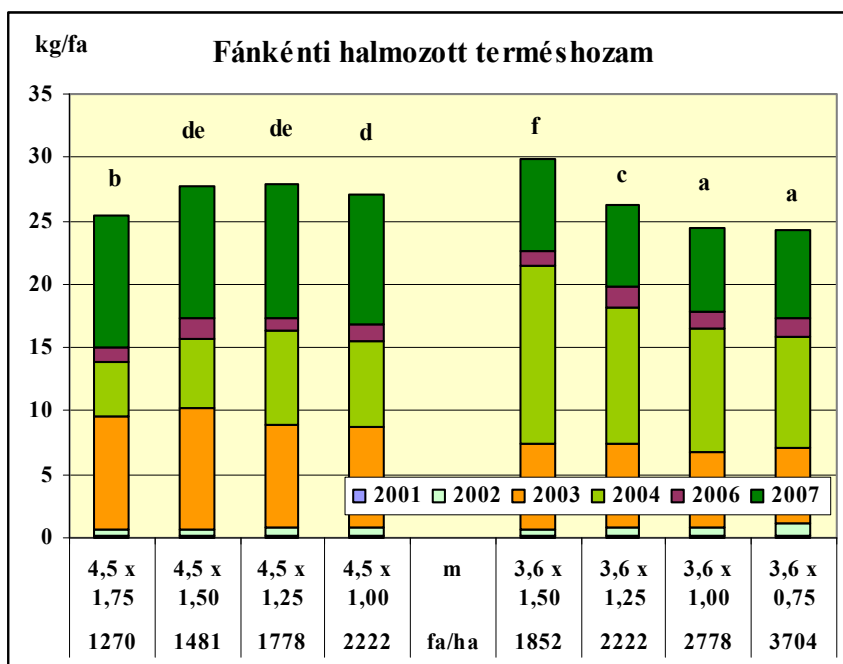


4.27. ábra. A Gala Must fák virágzatainak száma (db/fa) 2002-2006 között a sor- és tőtávolság függvényében.

A Jonica fajta fánkenti virágzatainak száma (4.28. ábra, melléklet 8.28. táblázat) 2002-2004 között nem mutat szignifikáns különbségeket. 2005-ben megfigyelhető a tőtávolság csökkentésével egyenesen arányos tendencia. Szignifikáns különbség azonban csak a 3,6 m sortávolságú 1,0 m és 0,75 m tőtávolságú fák virágzatszama és a 4,5 m sortávolságú 1,75 m és 1,5 m tőtávolsággal rendelkező fák virágzatszamai között figyelhető meg.

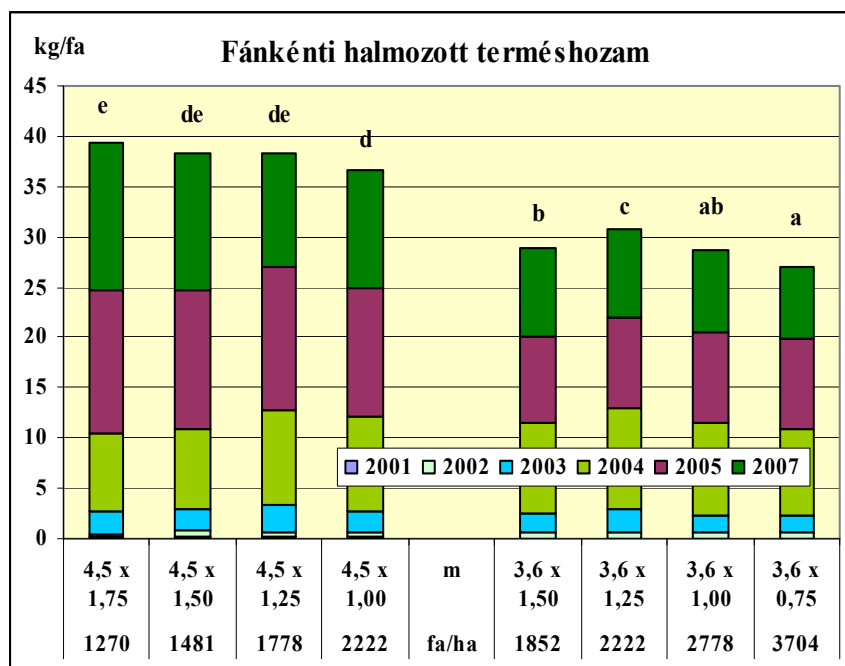


4.28. ábra. A Jonica fák virágzatainak száma (db/fa) 2002-2006 között a sor- és tőtávolság függvényében.



4.29. ábra. A Gala Must fák egyedi halmozott termés hozamának alakulása különböző sor- és tőtávolságokon 2001-2007 között (kg/fa).

A Gala Must fánkenti halmozott termésmennyiségének alakulását a 4.29. ábra és a melléklet 8.29. táblázata mutatja. A nagyobb sortávolságon (4,5 m) a legnagyobb tőtávolságra ültetett fák adták a legkevesebb halmozott termést, ettől a többi három tőtávolság halmozott terméshozama szignifikánsan nagyobb volt, de egymástól nem különböztek számottevően. A kisebb sortávolságon más tendencia alakult ki, ott a tőszám növelésének hatására a fák egyedi halmozott terméshozama szignifikánsan csökkent. A legtöbb halmozott termés a 1,5 m tőtávolságon volt a legkevesebb pedig az 1 m és 0,75 m tőtávolságú fákon.

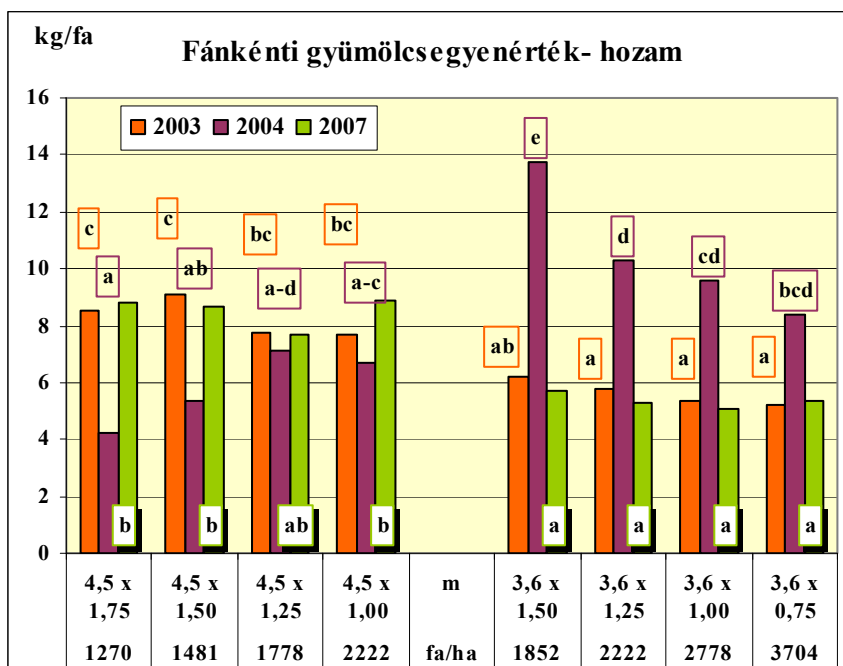


4.30. ábra. A Jonica fák egyedi halmozott terméshozamának alakulása a sor- és tőtávolság függvényében 2001-2007 között (kg/fa).

A Jonica fák halmozott terméshozama (4.30. ábra; melléklet 8.30. táblázat) a nagyobb sortávolságon (4,5 m) a csökkenő tőtávolság hatására csökkent, de szignifikáns különbség csak a legnagyobb (1,75 m) valamint a legkisebb (1 m) tőtávolságú fák között volt. A kisebb sortávolságon (3,6 m) a legnagyobb halmozott termést az 1,25 m tőtávolságra ültetett fák adták, ettől számottevően kevesebb termés volt az 1,5 m és az 1 m tőtávolságra ültetett fákon. A legkevesebb termést pedig a 0,75 m-es tőtávolságra telepített fák adták. A 4,5 m sortávolságon számottevően nagyobb volt a halmozott terméshozam, mint a 3,6 m sortávolságon.

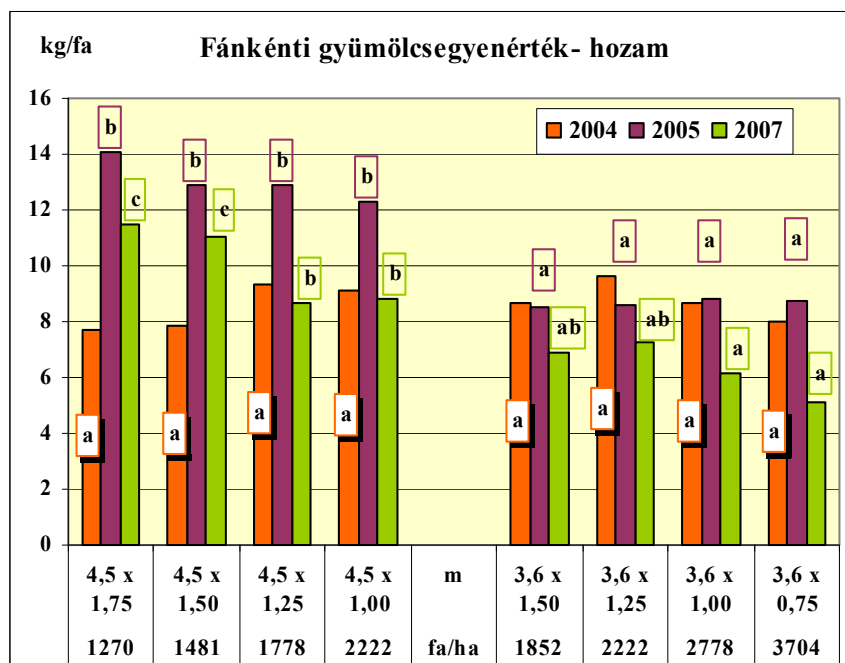
A Gala Must (4.31. ábra; melléklet 8.31. táblázat) fák gyümölcsminőséget is figyelembe vevő terméshozama, vagyis a gyümölcssegyenérték-hozama 2003-ban és 2007-ben csak a sortávolságok között mutatott szignifikáns különbségeket, az azonos sortávolságú, de különböző tőtávolságra telepített fák egyedi gyümölcssegyenérték-hozama között nem volt

számottevő különbség kimutatható. A kisebb (3,6 m) sortávolságon a fák gyümölcssegyenérték-hozama kisebb volt. 2004-ben a 4,5 m-es sortávolságú ültetvényben a tőszám növelésének hatására a fák egyedi gyümölcssegyenérték-hozama növekvő tendenciát mutatott szignifikáns különbségek nélkül, míg a 3,6 m-es sortávolságú ültetvényben a tőszám növelésével csökkenő tendenciát kaptunk. A 3,6 m sortávolságon a legnagyobb gyümölcssegyenérték-hozam 2007-ben a 1,5 m tőtávolságú fákon volt, és ettől szignifikánsan kisebb volt a hozam a másik három tőtávolságon.

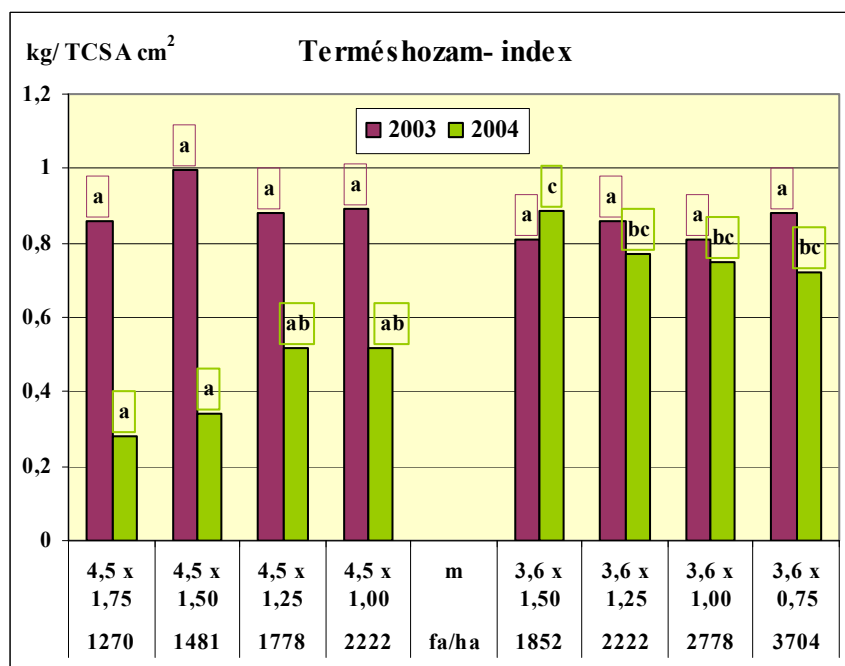


4.31. ábra. A Gala Must fák gyümölcssegyenérték-hozamának alakulása a sor- és tőtávolság függvényében (kg/fa).

A Jonica (4.32. ábra, melléklet 8.32. táblázat) fák gyümölcssegyenérték-hozama 2004-ben nem mutatott számottevő különbségeket a különböző sor- és tőtávolság hatására. 2005-ben a nagyobb sortávolságon (4,5 m) a fák gyümölcssegyenérték-hozama szignifikánsan nagyobb volt, mint a kisebb (3,6 m) sortávolságon. 2007-ben a 3,6 m sortávolságon a különböző tőtávolságú fák gyümölcssegyenérték-hozama között nem mutatható ki szignifikáns különbség, míg a 4,5 m sortávolságon a két nagyobb tőtávolságon (1,75 m, 1,5 m) számottevően nagyobb volt a fánkenti gyümölcssegyenérték-hozam, mint a két kisebb (1,25 m, 1 m) tőtávolságú fákon.



4.32. ábra. A Jonica fák gyümölcsgegyenérték-hozamának alakulása a sor- és tőtávolság függvényében (kg/fa).

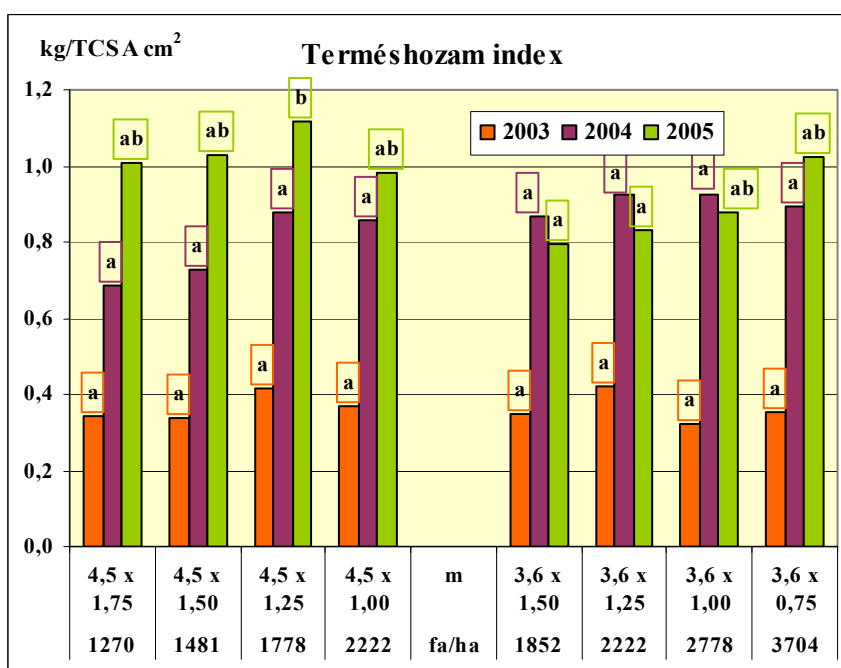


4.33. ábra. A Gala Must fák törzskeretszmetzeti terméshozam indexének (kg/cm²) alakulása 2003-2004-ben a sor- és tőtávolság függvényében.
(kg/ TCSA cm² = kg/ törzskeretszmetzet területe cm²)

2003-ban a különböző sor- és tőtávolsággal rendelkező Gala Must fák törzskeretszmetzeti terméshozam indexei (4.33. ábra; melléklet 8.33. táblázat) között nem volt szignifikáns különbség. 2004-ben a kisebb (3,6 m) sortávolságon álló fák terméshozam indexe, azaz a törzskeretszmetzet terület 1 cm²-re jutó termés mennyisége nagyobb volt,

azonban a tőtávolság csökkenésének hatására csökkenő terméshozam index figyelhető meg szignifikáns különbségek nélkül. A 4,5 m sortávolságon a tőtávolság csökkenésével a terméshozam index növekvő tendenciája látható szintén szignifikáns különbségek nélkül.

A Jonica fák (4.34. ábra; melléklet 8.34. táblázat) törzskeretszeti terméshozam index adatai 2003-ban és 2004-ben nem mutattak számottevő különbségeket. 2004-ben a nagyobb sortávolságon megfigyelhetünk a tőtávolság csökkentésével egy kis mértékű növekvő terméshozam indexet, mely azonban csak tendencia-jellegű. 2005-ben szintén nem mértünk számottevő különbségeket a különböző tenyésztési területű fákon.



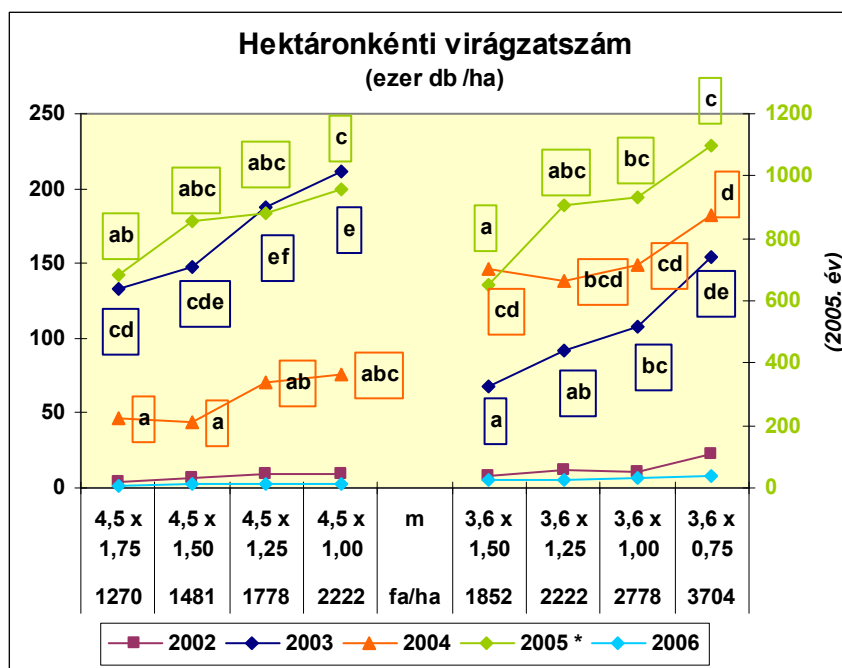
4.34. ábra. A Jonica fák törzskeretszeti terméshozam indexének (kg/cm²) alakulása 2003-2004-ben a sor- és tőtávolság függvényében.
(kg/ TCSA cm² = kg/ törzskeretszmet területe cm²)

4.3.2. Az ültetvény virágberakódása és terméshozása

A Gala Must fák hektáronkénti virágzatszámának alakulását a 4.35. ábra és a melléklet 8.35. táblázata szemlélteti. 2002-ben és 2006-ban nem volt szignifikáns különbség az eredmények között. 2003-ban mindkét sortávolságon megfigyelhető, hogy a csökkenő tőtávolsággal az ültetvény virágzatszáma növekedett. Az azonos tőtávolságú, de különböző sortávolságú fák hektáronkénti virágzatszámában szignifikáns különbségek voltak kimutathatók, a 4,5 m sortávolságon minden esetben nagyobb értékeket kaptunk.

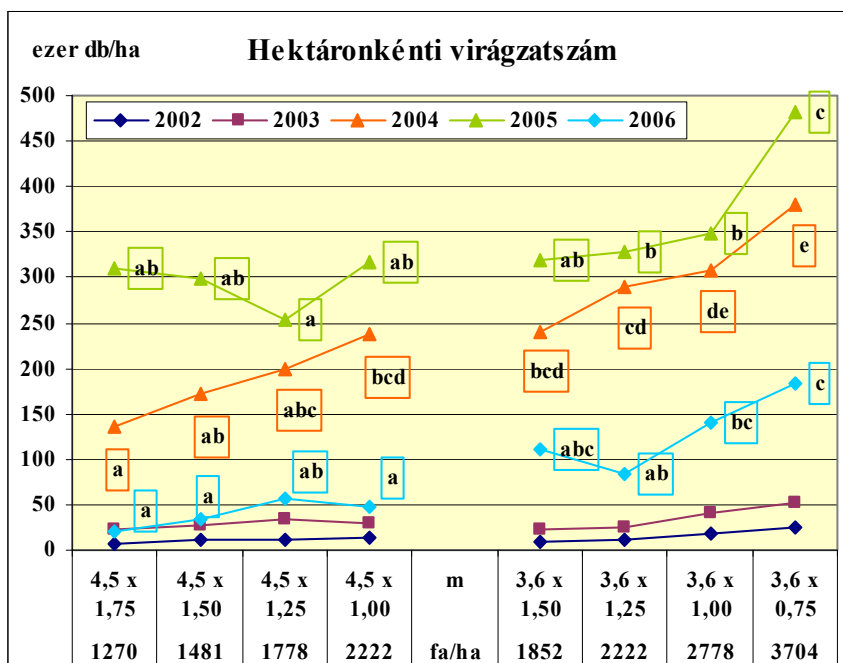
2004-ben mindkét sortávolságon a tőtávolság csökkentésével az ültetvény virágzatszáma növekedett. 2003-as évvel ellentétben, 2004-ben a 4,5 m sortávolságon kisebb mennyiségű virágzatot mértünk hektáronként, mint a 3,6 m sortávolságon. Szignifikánsan

azonban az azonos tőtávolságú, de különböző sortávolságú fák hektáronkénti virágzatszámában csak az 1,5 m tőtávolságú fák különböztek. 2005-ben szintén növekvő tendencia figyelhető meg a tőtávolság csökkenésének hatására, szignifikáns különbség azonban csak a legkisebb és a legnagyobb tőtávolságú fák hektáronkénti virágzatszáma között volt mindkét sortávolságon. Ebben az évben az azonos tőtávolságú, de különböző sortávolságú fák számottevően nem különböztek.

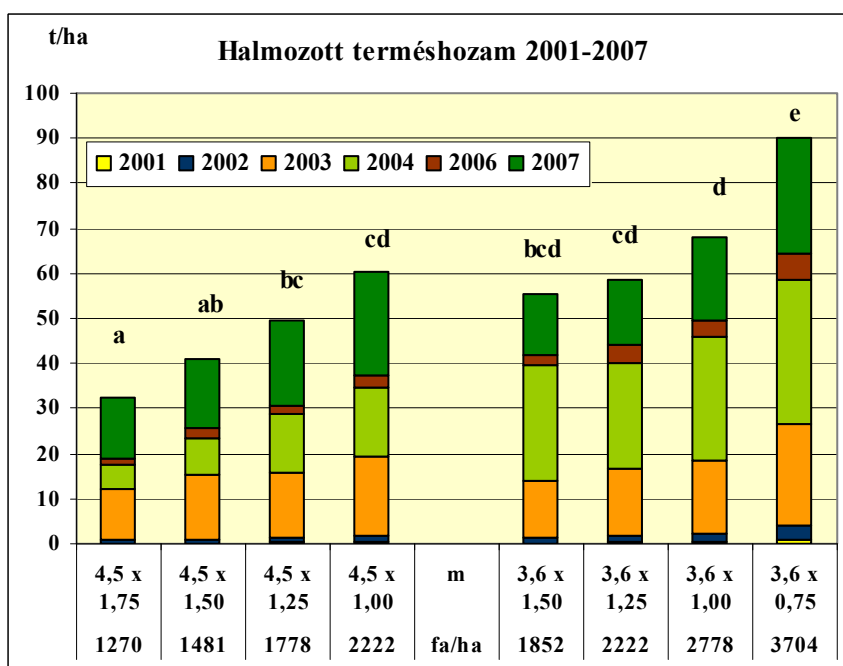


4.35. ábra. A Gala Must fák hektáronkénti virágzatszámának (ezer db/ha) alakulása 2002-2006 között a különböző sor- és tőtávolság függvényében.

A Jonica fák hektáronkénti virágzatszámának alakulását a 4.36. ábra és a melléklet 8.36. táblázata szemlélteti. 2002-ben ugyan kis mértékű volt a fák virággal való borítottsága, de 2004-es évhez hasonlóan a tőtávolság csökkentésének hatására a hektáronkénti virágzatszám növekedett szignifikáns különbségekkel. 2002-ben és 2004-ben is a 4,5 m sortávolságon a legkevesebb hektáronkénti virágzat az 1,75 m tőtávolságon volt, de ettől szignifikánsan csak az 1 m tőtávolságú fák értékei voltak nagyobbak. 2004-ben ugyanez figyelhető meg a 3,6 m sortávolságon is, azaz a legnagyobb és legkisebb tőtávolságú fák értékei között volt számottevő különbség, míg 2002-ben a 3,6 m sortávolságon az 1,5 m és 1,25 m tőtávolságok között nem volt jelentős különbség, de tőlük számottevően több virágzat volt az 1,0 m tőtávolságon, és ettől is szignifikánsan több volt a 0,75 m tőtávolságon. 2005-ben azonban a tőtávolság csökkentésének hatására növekvő hektáronkénti virágzatszám csak a 3,6 m sortávolságon figyelhető meg.



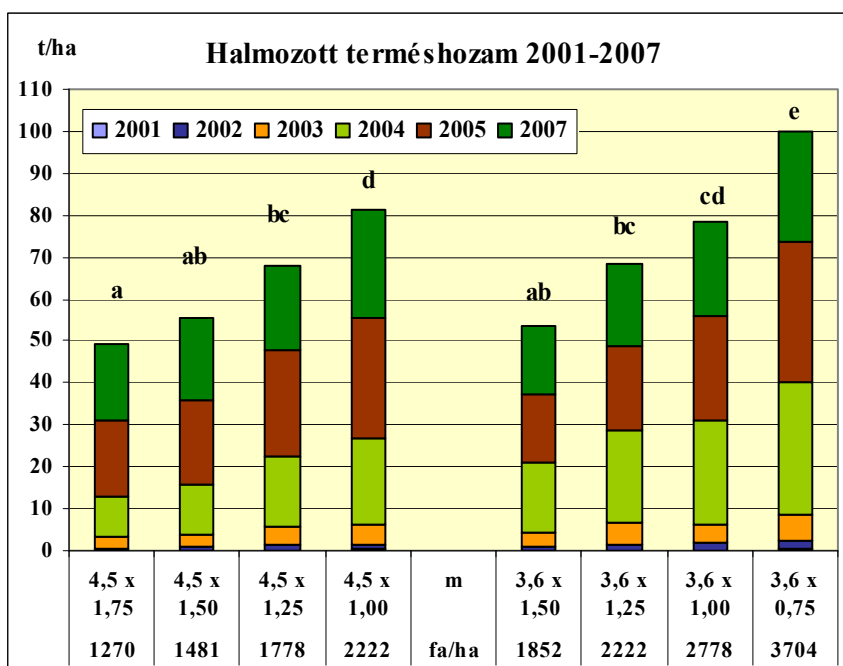
4.36. ábra. A Jonica fák hektáronkénti virágzatszámának alakulása (ezer db/ha) 2002-2006 között a különböző sor- és tőtávolság függvényében.



4.37. ábra. A Gala Must almafák hektáronkénti halmazott termés hozama (t/ha) a sor- és tőtávolság függvényében (2001-2007 között).

A Gala Must fák hektáronkénti halmazott termés hozamát a 4.37. ábra és a melléklet 8.37. táblázata szemlélteti. A Gala Must fák hektáronkénti halmazott termés hozama (6 év termése után) a tőtávolság csökkentésével szignifikánsan növekszik. A legkevesebb hektáronkénti termést a 4,5 m x 1,75 m sor- és tőtávolságú fák adták, míg a legnagyobbat a 3,6 m x 0,75 m sor- és tőtávolságúak. Az azonos tőtávolsággal és különböző sortávolságon

eltelepített fák hektáronkénti halmozott terméshozama között nem találtunk szignifikáns különbségeket. Az ültetvény halmozott terméshozama a tőszám növelésével növekszik. 1270 fa/ha ültetvénysűrűségnél a 8 év terméshozama 32,2 t hektáronként, míg a legnagyobb ültetvénysűrűségnél (3704 fa/ha) a hektáronkénti terméshozam majdnem a háromszorosa, 90,2 t. A hektáronkénti termésmennyiség évenkénti alakulását a 8.37. táblázat részleteiben mutatja, ebből kitűnik, hogy 2002, 2003 és 2006 években lényegében csak a 3704 fa/ha tőszámú ültetvény produkált szignifikánsan nagyobb termésmennyiséget, a többi években pedig mindkét sortávolságon szinte csak a legkisebb és legnagyobb tőtávolság között volt számottevő különbség a hektáronkénti termésmennyiségben.



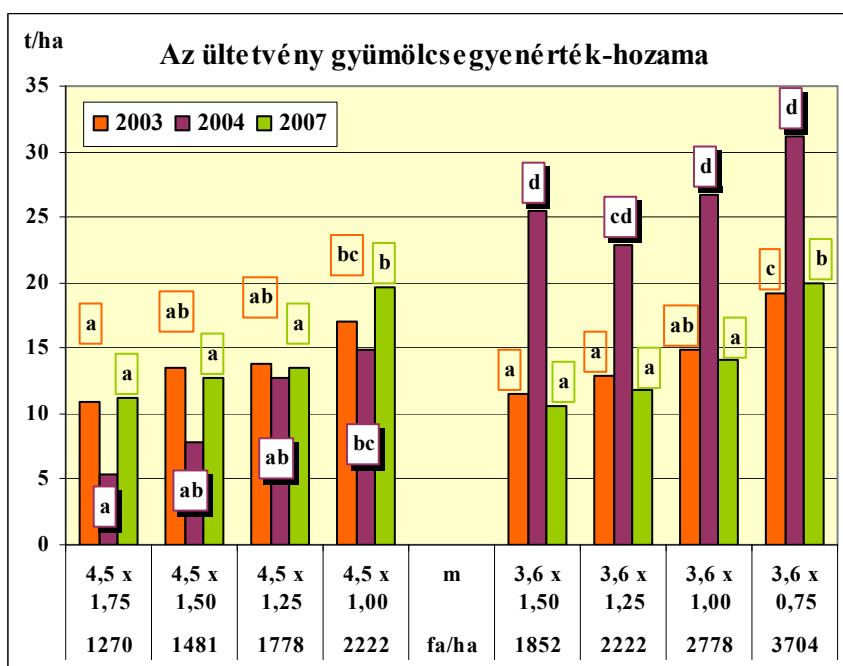
4.38. ábra. A Jonica almafák hektáronkénti halmozott terméshozama (t/ha) a sor- és tőtávolság függvényében (2001-2007).

A Jonica fák hektáronkénti halmozott terméshozama (4.38. ábra; melléklet 8.38. táblázat) hasonlóan alakult a Gala Must eredményeihez. Mindkét sortávolságon belül a tőtávolság csökkentésével az ültetvény halmozott terméshozama számottevően nőtt. Az azonos tőtávolságra, de különböző sortávolságra telepített ültetvények között a halmozott terméshozamban nem volt számottevő különbség. A 4,5 m sortávolságon belül a tőtávolság csökkentésével a hektáronkénti halmozott termés 46,3-75,1 t között változott, míg a 3,6 m sortávolságon 48,9-91,3 t között volt. A Jonica fajta hektáronkénti termésmennyiségének alakulását a melléklet 8.38. táblázata szemlélteti. 2001-ben nem volt különbség a különböző sor- és tőtávolságú ültetvények terméshozamában. 2002-ben a 3,6 m sortávolságon már felfedezhetjük a tőszám növelésének hatására a növekvő termésmennyiséget szignifikáns

különbségekkel. 2003-tól a sortávolságokon belül a tőtávolság csökkentésének hatására nő a hektáronkénti termésmennyiség 2003-ban még tendencia jelleggel, 2004-től pedig szignifikáns különbségekkel.

A Gala Must ültetvény gyümölcsgegyenérték-hozamát a 4.39. ábra és a melléklet 8.39. táblázat szemlélteti. Mindhárom évben a tőszám növelésével azonos tendenciát mutat az ültetvény gyümölcsgegyenérték-hozama, vagyis a tőtávolság csökkentésével az ültetvény gyümölcsgegyenérték-hozama nő. 2003-ban a 3,6 m sortávolságon a legkisebb tőtávolságú fák adták a szignifikánsan nagyobb hektáronkénti gyümölcsgegyenérték-hozamot, a nagyobb tőtávolságú fák között nem volt számottevő különbség, míg a 4,5 m sortávolságon csak az 1,75 m és 1 m tőtávolságú fák között volt szignifikáns különbség kimutatható.

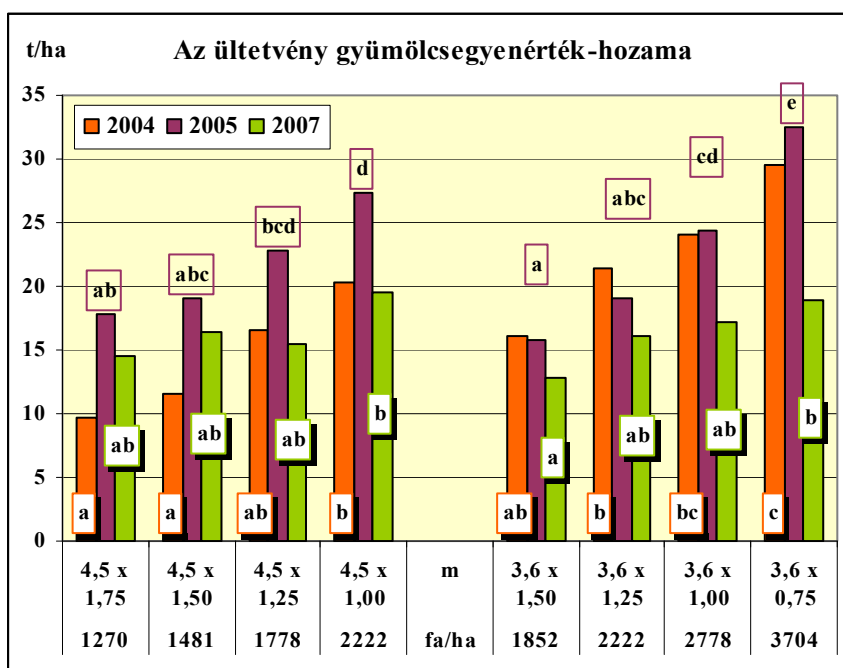
2004-ben a nagyobb sortávolságon (4,5 m) számottevően kisebb volt az ültetvény gyümölcsgegyenérték-hozama, mint a kisebb sortávolságon, ekkor a 3,6 m sortávolságon belül a tőtávolság változtatásával az ültetvény gyümölcsgegyenérték-hozama között nem volt jelentős különbség. 2007-ben mindkét sortávolságon a legkisebb tőtávolságú fák adták a szignifikánsan nagyobb hektáronkénti gyümölcsgegyenérték-hozamot, a nagyobb tőtávolságú fák között nem volt számottevő különbség.



4.39. ábra. A Gala Must fák hektárra vonatkoztatott gyümölcsgegyenérték hozamának (t/ha) alakulása a különböző sor- és tőtávolság függvényében.

A Jonica (4.40. ábra; melléklet 8.40. táblázat) esetében is elmondható, hogy mindkét sortávolságon belül a tőtávolság csökkentése növekvő gyümölcsgegyenérték-hozamot produkált. 2004-ben a 4,5 m sortávolságon szignifikáns különbség volt az 1 m és az 1,75 m,

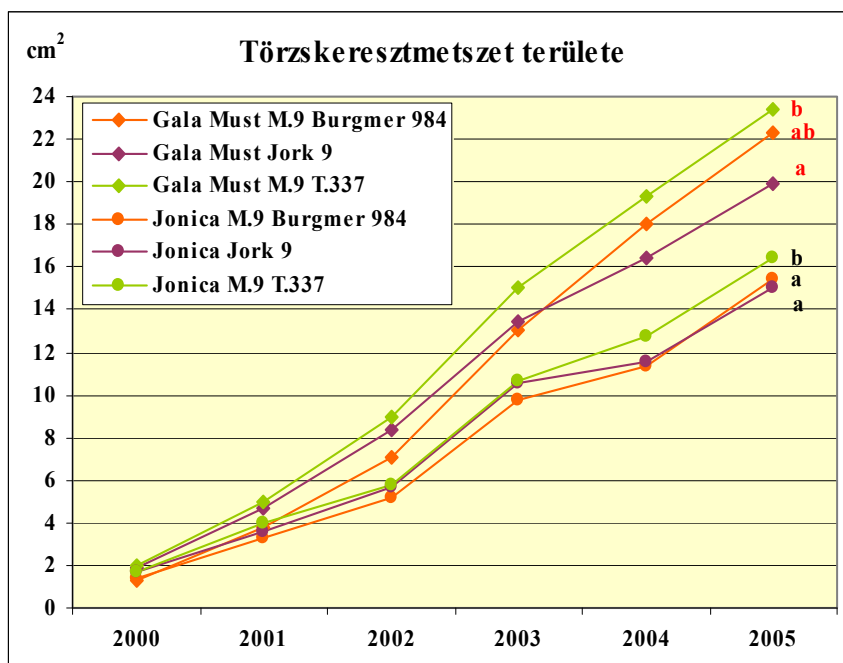
valamint az 1 m és az 1,5 m tőtávolságú ültetvény, a 3,6 m sortávolságon csak az 1,5 m és 0,75 m tőtávolságú ültetvény hektáronkénti gyümölcssegyenérték-hozama között volt számottevő különbség. 2005-ben is a tőtávolság csökkentésével az ültetvény gyümölcssegyenérték-hozama nő szignifikáns különbségekkel. A különböző sortávolságú, de azonos tőtávolságú fák hektáronkénti gyümölcssegyenérték-hozama között nem volt számottevő különbség. 2007-ben is megfigyelhető a növekvő tendencia a tőtávolság csökkentésének hatására, de szignifikáns különbség csak a 3,6 m sortávolságon a legkisebb és legnagyobb tőtávolságú fák között van.



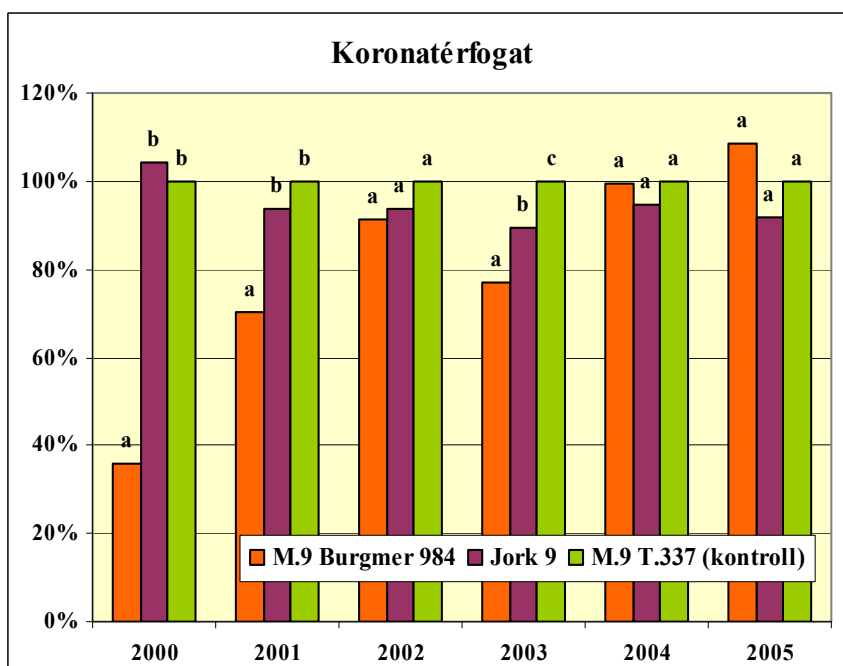
4.40. ábra. A Jonica fák hektárra vonatkoztatott gyümölcssegyenérték hozamának (t/ha) alakulása a különböző sor- és tőtávolság függvényében.

4.4. Az alanyok hatása a fák vegetatív növekedésére és produktivitására

A különböző alany-nemes kombinációk törzskeretszmet területének alakulását a 4.41. ábra szemlélteti. Az ábrából kitűnik, hogy a Gala Must törzskeretszmet területe nagyobb, mint a Jonica fajtáé. 2005-ben az alanyok között mindkét fajta esetében szignifikáns különbségeket figyelhettünk meg. A Gala Must fajta esetében az M.9 Burgmer 984 törzsvastagsága szignifikánsan nagyobb volt, mint a Jork 9 alanyé, de nem volt számottevően nagyobb az M.9 T.337 alany törzsvastagságánál. A Jonica esetében pedig az M.9 Burgmer 984 alany törzskeretszmet területe mindkét alanyénál szignifikánsan nagyobb volt, de a Jork 9 és a M.9 T.337 alany között nem volt számottevő különbség.



4.41. ábra. A Gala Must és Jonica almafák törzskeretszmet területének (cm²) alakulása a három alany függvényében (2000-2005 között)



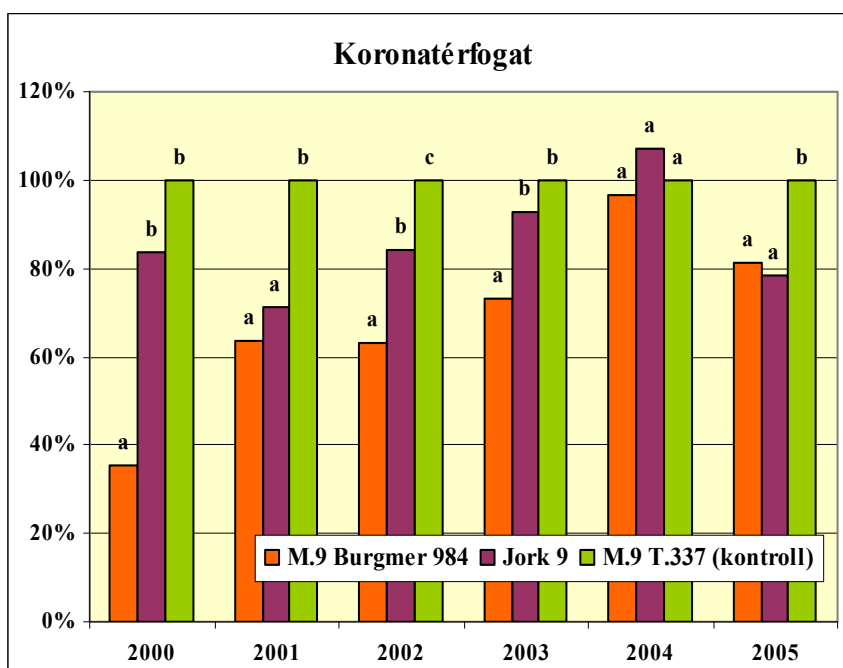
4.42. ábra. A Gala Must fák koronatérfogatának alakulása 2000-2005 között az alanyok függvényében. (M.9 T. 337 = 100 %)

A Gala Must fajta koronatérfogatának alakulását különböző alanyokon a 4.42. ábra mutatja, ahol a M.9 T.337 alany a kontroll (100 %). 2000-ben a M.9 Burgmer 984 alany számottevően kisebb koronatérfogattal rendelkezett, mint a másik két alany, a kontrollhoz képest 64 %-al kisebb volt, majd 2001-ben már csak 20 %-al volt kisebb a koronatérfogata a kontrollhoz képest. A Jork 9 a kontrollhoz képest nem mutatott számottevő különbségeket,

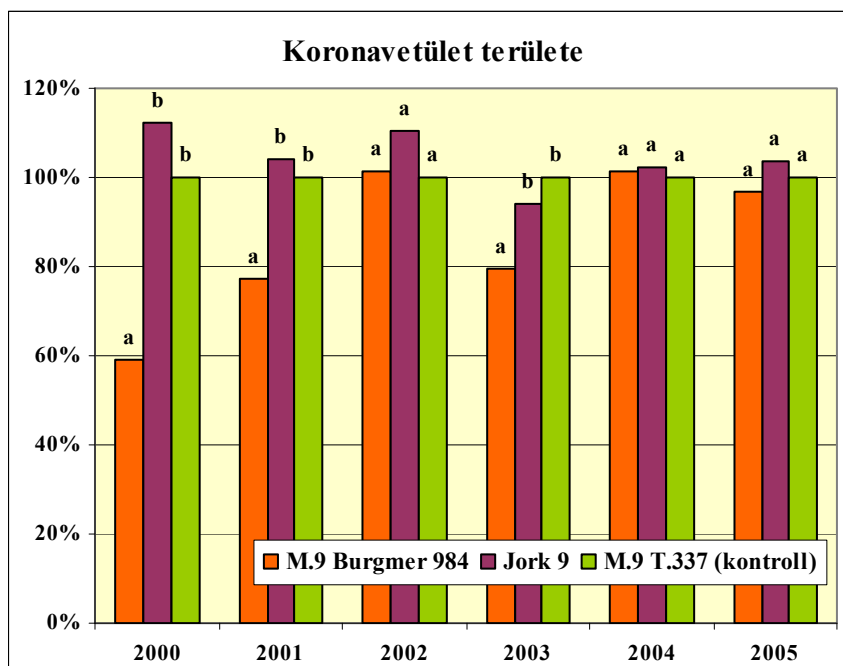
kivéve 2003-ban, amikor a koronaterfogata 11 %-al kisebb volt. 2004-ben és 2005-ben a három alany koronaterfogata között nem volt szignifikáns különbség, azonban a legnagyobb koronaterfogatot a M.9 Burgmer 984 adta.

A Jonica fajta esetében (4.43. ábra) a M.9 T. 337 alanyú fák 2005-ben szignifikánsan nagyobb koronaterfogattal rendelkeztek, mint a másik két alanyon, viszont a M.9 T.337 és a Jork 9 alanyú fák között nem volt számottevő különbség. 2004-es év kivételével a M.9 Burgmer 984 alanyú fák koronaterfogata szignifikánsan kisebb volt a kontrollhoz képest. 2000-2004-ig a M.9 T.337 kontroll alany adta a legnagyobb koronaterfogatot.

A Gala Must fák koronaterület területe 4.44. ábra 2000, 2001 és 2003 évben a M.9 Burgmer 984 alanyon számottevően kisebb volt, mint a másik két alanyon álló fáké. A M.9 T.337 és a Jork 9 alanyon a fák koronaterfogata nem különbözött szignifikánsan egyik évben sem. 2004-ben és 2005-ben a három alany között nem mutatható ki szignifikáns különbség a koronaterület területben.

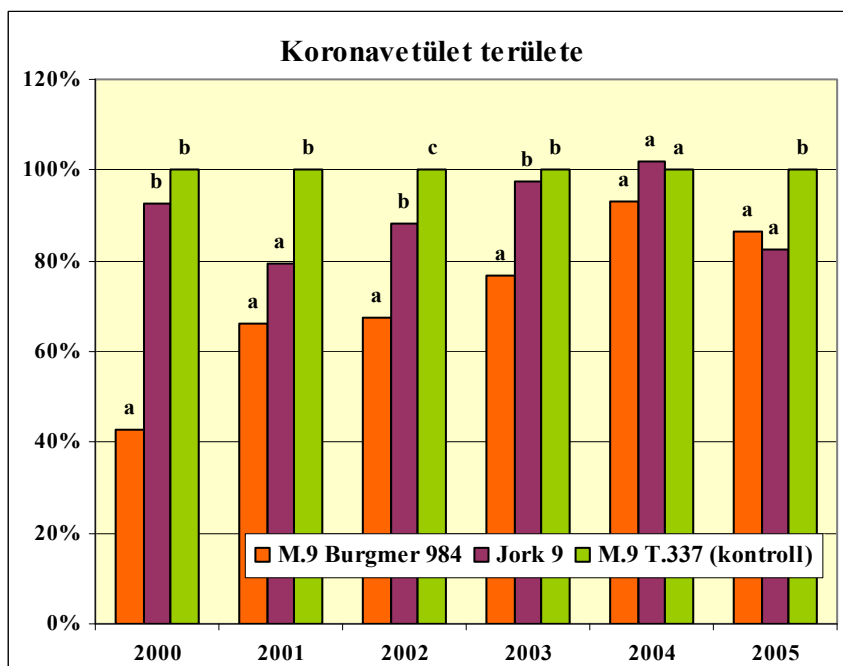


4.43. ábra. A Jonica fák koronaterfogatának alakulása 2000-2005 között az alanyok függvényében (M.9 T.337 = 100 %)

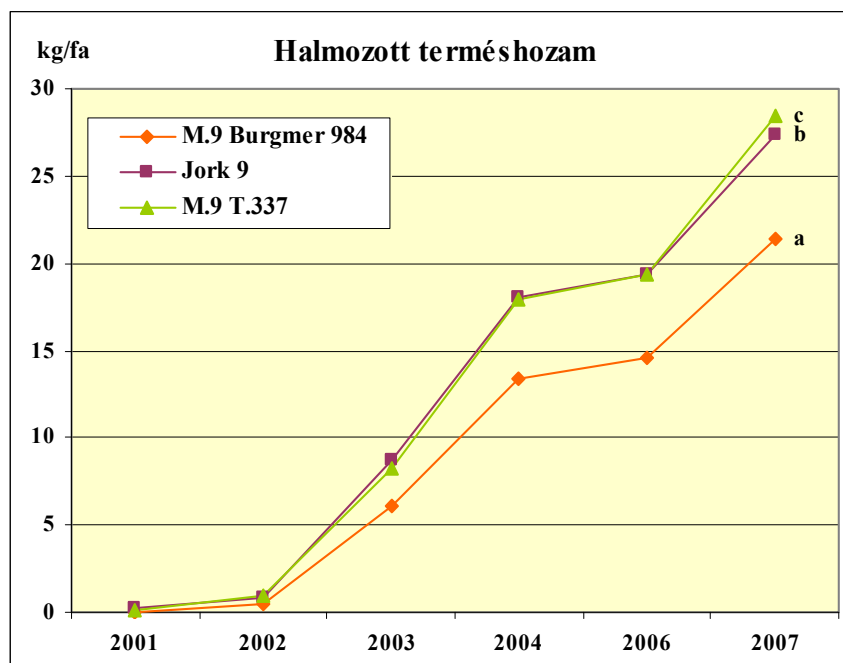


4.44. ábra. Az alanyok hatása a Gala Must fák koronavetület területére (M.9 T.337 =100 %).

A Jonica fák koronavetület területe a M.9 Burgmer 984 alanyon minden évben számottevően kisebb volt a kontrollhoz képest, míg a Jork 9 nem különbözött mindig szignifikánsan a kontrolltól, de 2004. év adatait kivéve mindig kisebb koronavetület területet adott. 2005-ben a kontrollhoz képest a M.9 Burgmer 984 és a Jork 9 alanyú fák koronavetület területe is szignifikánsan kisebb volt.



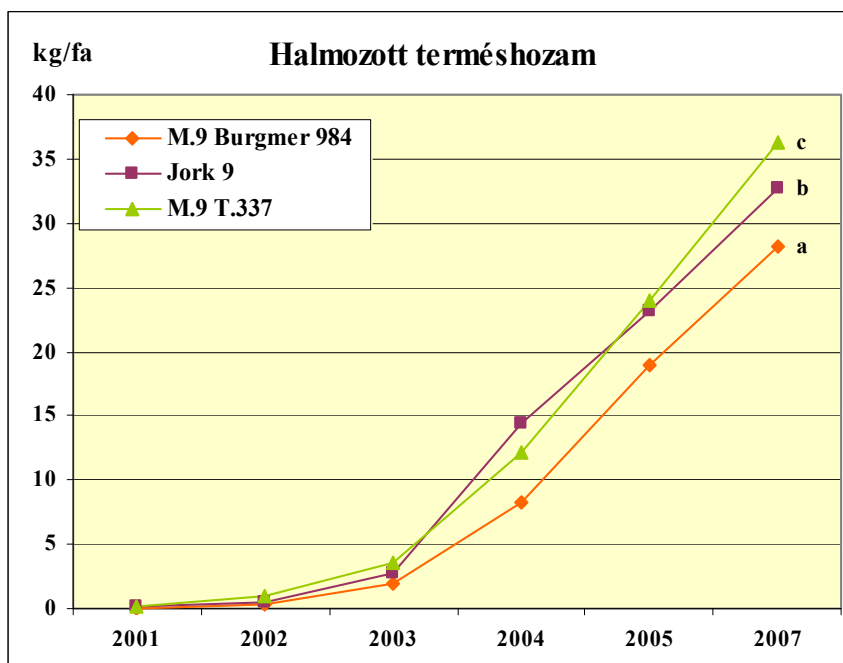
4.45. ábra. Az alanyok hatása a Jonica fák koronavetület területére. (M.9 T.337= 100 %).



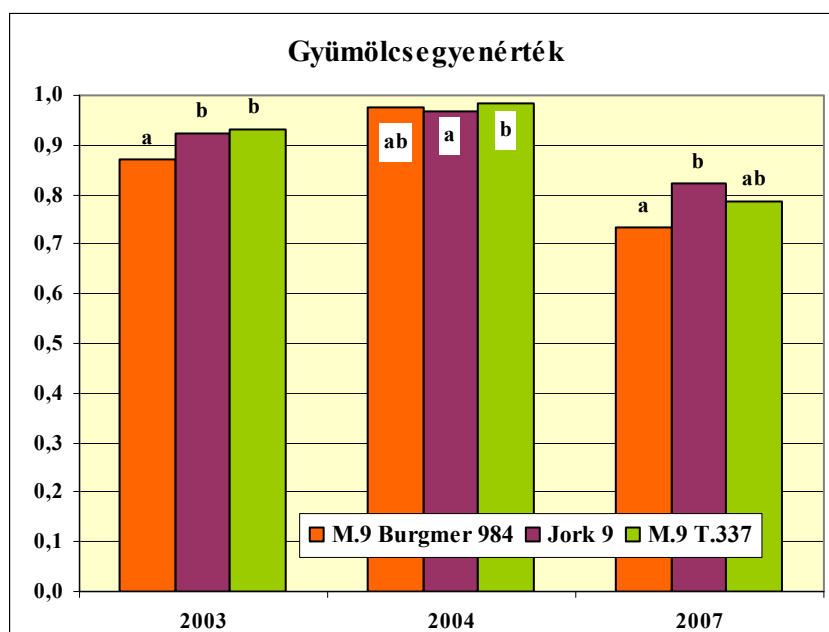
4.46. ábra. A Gala Must almafák évenkénti halmazott termés hozamának (kg/fa) alakulása az alanyok függvényében.

Az alanyok között gyümölcssegyenértékben a Gala Must esetében (4.48. ábra), minden évben szignifikáns különbségek voltak. 2003-ban a M.9 Burgmer 984 alanyon lévő fákon volt a gyümölcssegyenérték szignifikánsan rosszabb, mint a másik két alanyon. 2004-ben a M.9 T.337 alanyú fákon volt a legjobb minőségű a gyümölcs, de ettől szignifikánsan csak a Jork 9 alanyú fákon volt rosszabb a minőség. 2007-ben viszont pont a Jork 9 adta a jobb minőségű gyümölcsöt a Gala Must (4.46. ábra) és a Jonica (4.47. ábra) fajta esetében is 2001-2007 között a legtöbb halmazott termést a M.9 T.337 alanyú fák adták, ettől 2007-ben már szignifikánsan kevesebb termés volt a Jork 9 alanyú fákon, míg a M.9 Burgmer 984 alanyú fákon már 2003-tól számottevően kevesebb termés volt, mint a másik két alanyon.

A Jonica fákon 2001-2007 között nagyobb volt a halmazott termés mennyisége, mint a Gala Must fákon. Míg a Gala Must esetében a halmazott termés hozam 2007-re 21,5-28,5 kg volt, addig a Jonica fákon 28,2-36,3 kg termés volt alanyoktól függően. csökken, és ettől szignifikánsan rosszabb eredményt a M.9 Burgmer 984 alany adta.

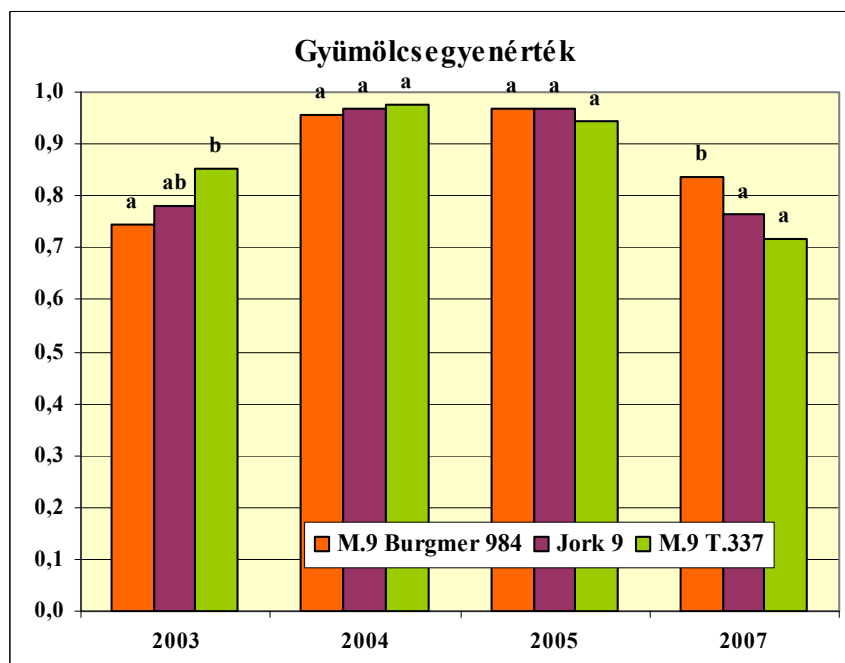


4.47. ábra. A Jonica almafák évenkénti halmazott termés hozamának (kg/fa) alakulása az alanyok függvényében.



4.48. ábra. Az alanyok hatása a Gala Must fajta gyümölcs egyenértékére.

A Jonica fajta esetében csak 2003-ban és 2007-ben volt jelentős különbség kimutatható az alanyok között a gyümölcs egyenérték mutatóban. Míg 2003-ban a kontroll alany adta a legjobb minőséget, és a M.9 Burgmer 984 a legrosszabbat, addig 2007-ben pont ellenkező eredményt kaptunk, azaz a M.9 Burgmer 984 alanyon a gyümölcs egyenérték szignifikánsan jobb volt, mint a másik két alanyon.



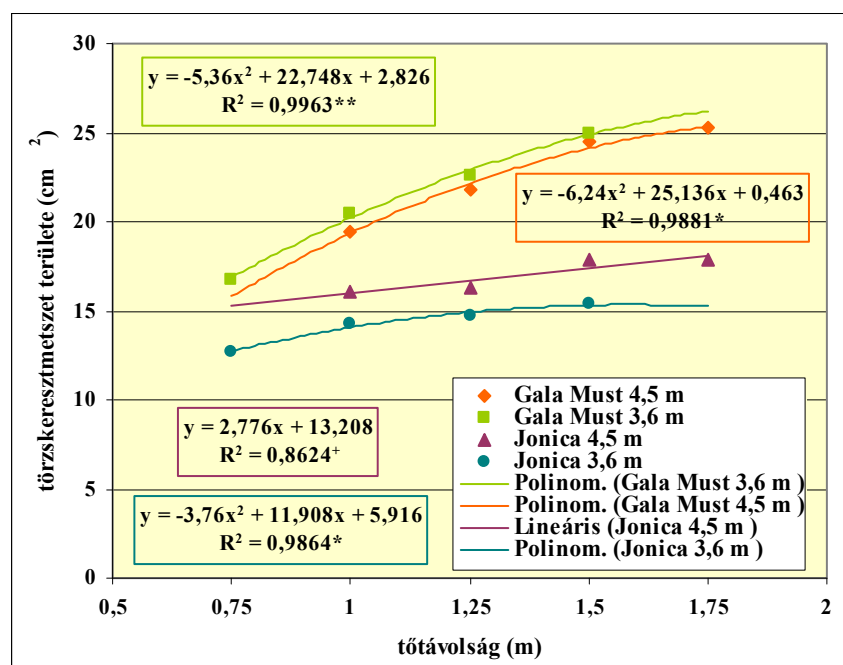
4.49. ábra. Az alanyok hatása a Jonica fajta gyümölcssegyenértékére.

5. AZ EREDMÉNYEK MEGVITATÁSA, KÖVETKEZTETÉSEK

5.1. 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 (5.1. ábra).

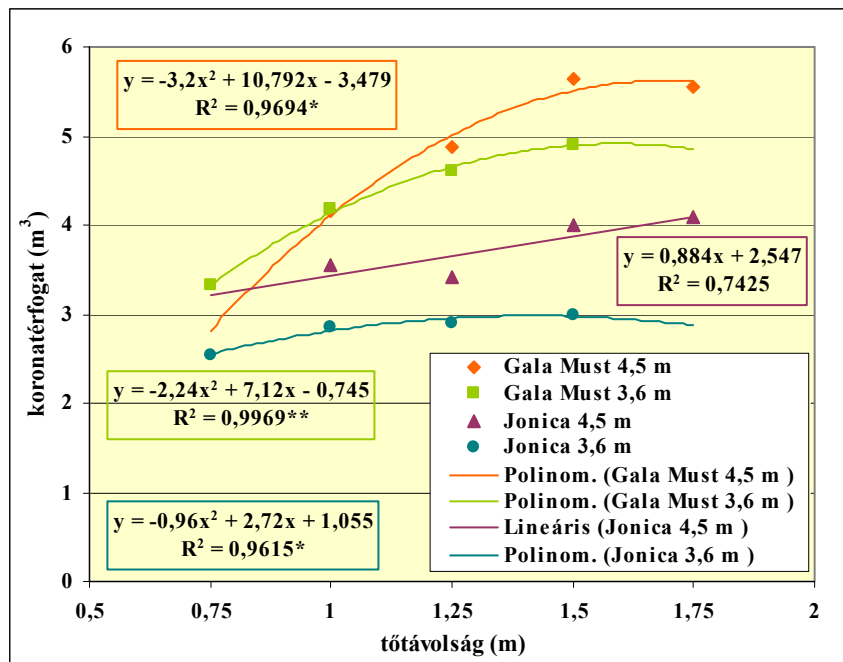
Ez megerősíti HROTKÓ (2002a) véleményét MIKA ÉS KRAWIEC (1999), valamint STAMPAR et al. (2000) álláspontjával szemben, akik lineáris összefüggést mutattak ki. A másodfokú polinommal jellemzett összefüggés arra is utal a törpe alanyú (M.9 Burgmer 984, M.9 T.337 és Jork 9) fáknál, hogy a tőtávolság (tenyészterület) 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.



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

A 4.1 és 4.2 ábrák, valamint a melléklet 8.1 és 8.2 táblázatainak adataiból az is látható, hogy a második év végére már érvényesül a tenyészterület hatása a fák törzsvastagodására, hiszen akkor már szignifikáns különbségek alakultak ki. A Gala Must esetében (4.1. ábra) a sortávolságnak 0,9 m-el történő növelése (3,6 m-ről 4,5 m-re) nem volt hatással a fák törzsvastagságban kifejezhető növekedésére. A Jonica esetében (4.2. ábra) a 4,5 m sortávolságon a fák törzskeresztmetszet területe nagyobb volt, ebben az esetben nem szignifikáns lineáris növekedés figyelhető meg a tőtávolság növelésével, de szignifikáns különbség nem volt kimutatható a két sortávolság között.

Eredményeink alapján megállapítható, hogy a fák egyedi koronaterfogatának növekedésére (5.2. 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.



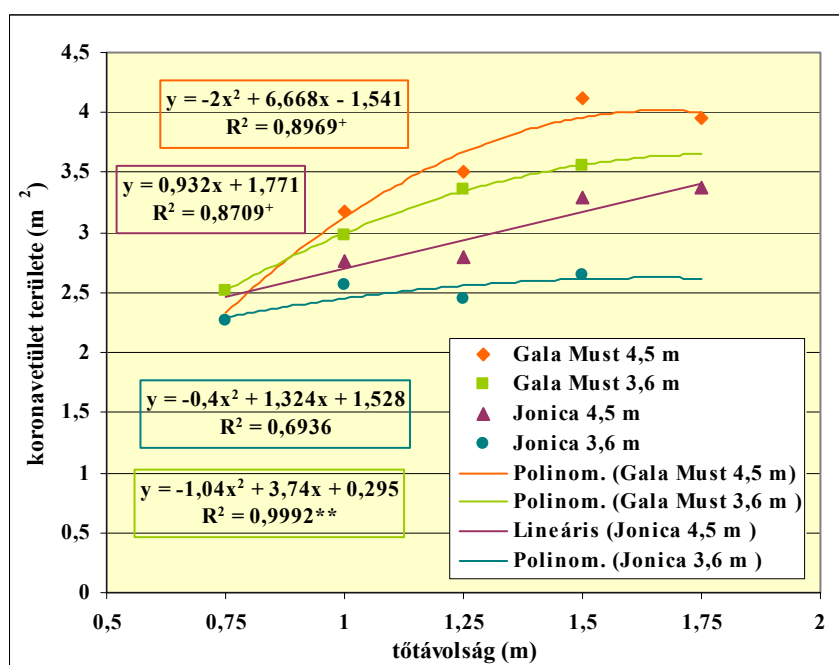
5.2. ábra. A különböző sortávolságra telepített Gala Must és Jonica fák koronaterfogatának (m³) alakulása a tőtávolság függvényében (2005).

Azonos sortávolság mellett 2005-ben a Gala Must fák egyedi koronaterfogata (4.3. ábra és 8.3. táblázat) 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 koronaterfoga (4.4. ábra és 8.4. táblázat) 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 koronaterfoga 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 koronaterfogra, ugyanis az azonos tőtávolságra, de különböző sortávolságra telepített fák koronaterfoga között szignifikáns különbség volt kimutatható.

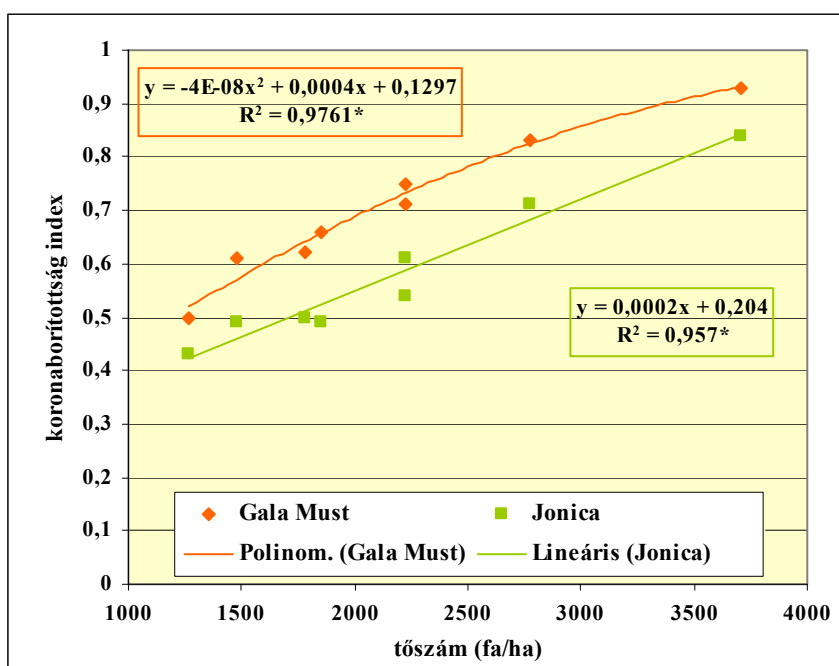
Az egyedi koronaterület területre (4.5. ábra és 4.6. ábra) a sor- és tőtávolságnak számottevő hatása van mindkét fajta esetében. A Gala Must esetében mindkét sortávolságon másodfokú polinommal jellemezhető az összefüggés, 3,6 m sortávolságon szignifikáns szoros összefüggést mutat a fák egyedi koronaterület területe a tőtávolság csökkentésével (5.3. ábra). A Jonica fák egyedi koronaterület területe 4,5 m sortávolságon lineáris, 3,6 m sortávolságon másodfokú polinommal jellemezhető összefüggést mutat a tőtávolság csökkentésével.



5.3. ábra. A különböző sortávolságra telepített Gala Must és Jonica fák koronaterület területének (m²) alakulása a tőtávolság függvényében (2005).

A vizsgált tőtávolság-tartományban a fák egyedi koronavetület területe a tőtávolság csökkentésével arányosan csökken. A Gala Must esetében jól érzékelhető, hogy a 4,5 m sortávolságon a 1,5 m tőtávolság felett ezeken az alanyokon a tőtávolság további növelése már nem eredményez nagyobb koronavetület területet. Ebben természetesen a korona kiterjedését korlátozó metszés is szerepet játszik.

A GYURÓ (1980) féle ültetvénysűrűségi mutató, melyet HROTKÓ (2002a,b) koronaborítottság indexként használt, úgy tűnik, ebben a tőszám tartományban orsó koronáknál kevésbé alkalmas az ültetvény jellemzésére. A probléma ezzel a mutatóval az, hogy az egy fa tenyészterületéből a fa koronájával borított rész arányát adja meg, de nem számol a fák közötti átfedéssel, ami a tőtávolság csökkenésével egyre nagyobb mértékben jelentkezik az ültetvényben. Ennek köszönhető az, hogy 3500 fa/ha tőszám felett 0,93-as koronaborítottsági értéket kapunk (5.4. ábra). Ezzel szemben a valóság az, hogy az összefüggő koronasáv szélessége 1,8 m körüli, vagyis a 3,6 m sortávolságból kb. 50 %-ot foglal el a korona.

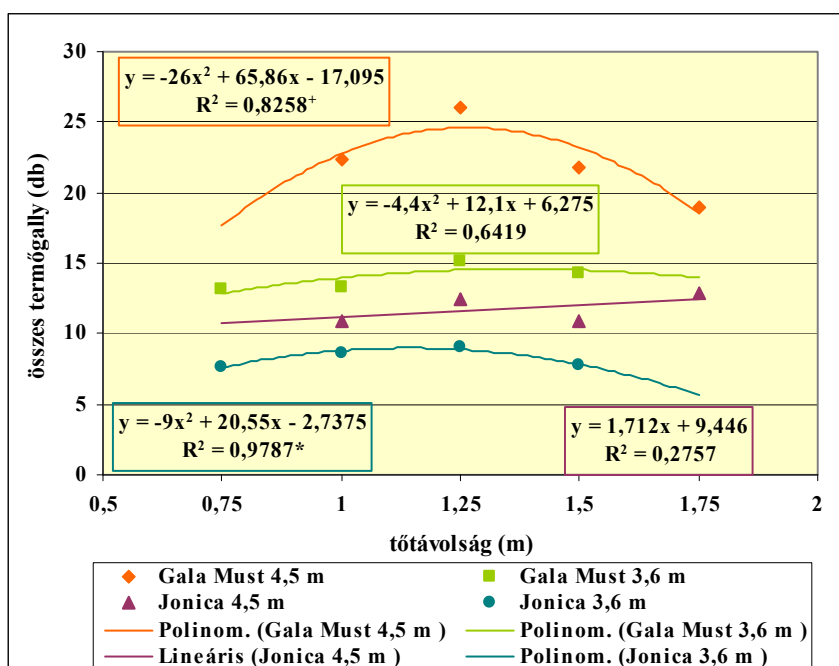


5.4. ábra. A különböző sor- és tőtávolságra telepített Gala Must és Jonica fák koronaborítottság indexe a tőszám függvényében (2005).

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 (5.5. ábra). Mindkét sortávolságon, mindkét fajtánál szignifikáns különbségeket találtunk (4.9. ábra és 4.10. ábra), 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 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 (5.5. ábra).



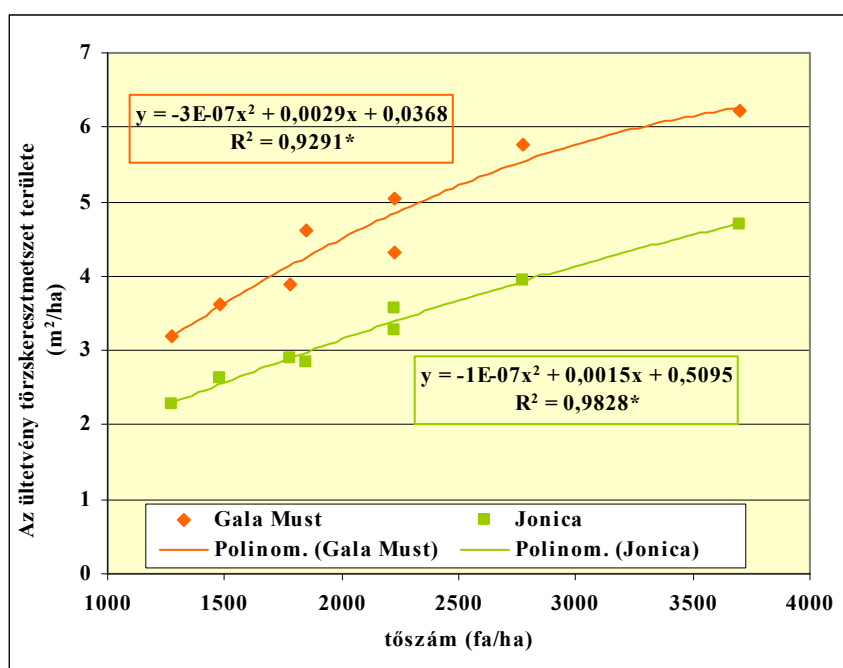
5.5. ábra. A Gala Must és Jonica fákön lévő összes termőgallyak (db/fa) száma a sor- és tőtávolság függvényében. (2005).

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

Az ültetvény produktíobiológiai szempontból hasznos termőfelületét a témával foglalkozó szerzők különböző módon jellemzik. Az amerikai szerzők előnyben részesítik a hektáronkénti törzskeresztmetszet területet (WESTWOOD 1993). GYURÓ (1980) ültetvénytűrség 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 (5.6. 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. 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.



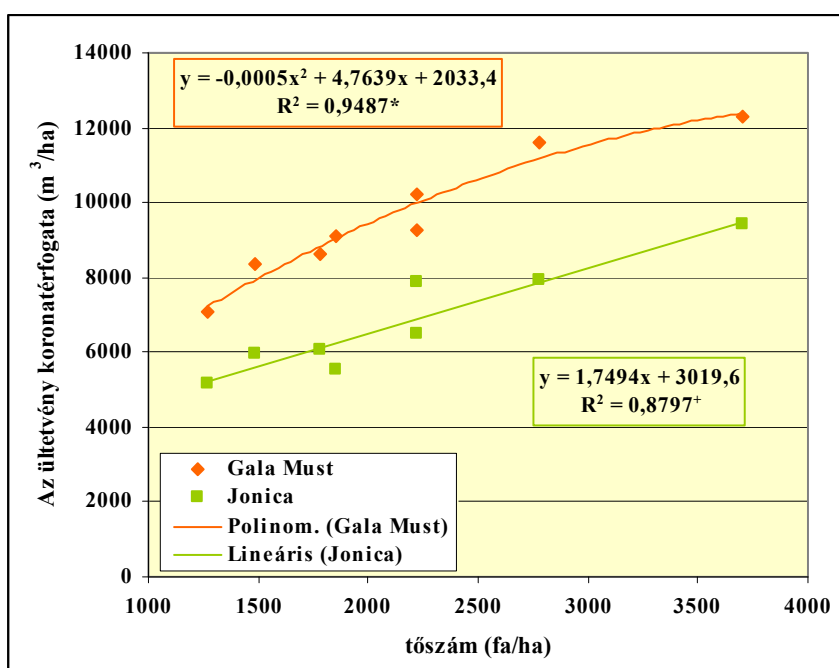
5.6. ábra. A különböző sor- és tőtávolságra telepített Gala Must és Jonica ültetvény hektárra vetített törzskeresztmetszet területének (m²/ha) alakulása a tőszám függvényében (2005).

Az ültetvény hektárra vetített koronaterfogatát vizsgálva a Gala Must esetében szignifikáns értékű, szoros, pozitív összefüggés mutatkozik a tőszám növekedésével (5.7. ábra). A Gala Must ültetvény 7056 és 12294 m³ közötti koronaterfogatot mutat (8.13. táblázat), az 1270-2778 fa/ha tőszám tartományban az emelkedés meredekebb, azonban 2778 fa/ha-on túl a koronaterfogat már szignifikánsan nem nő (4.13. ábra), közelít a maximumhoz.

Ezzel szemben a Jonica ültetvény 5178-9399 m³ közötti koronaterfogata lineárisan növekszik a vizsgált tőszám tartományban (4.14. ábra és 8.14. táblázat). A HROTKÓ (2002a,b) által vizsgált alanyok közül a M.26 alanyú ültetvények koronaterfogata mutatott hasonló tendenciát. Következtetésünk tehát az, hogy a fajták a vizsgált tőszám tartományban eltérően

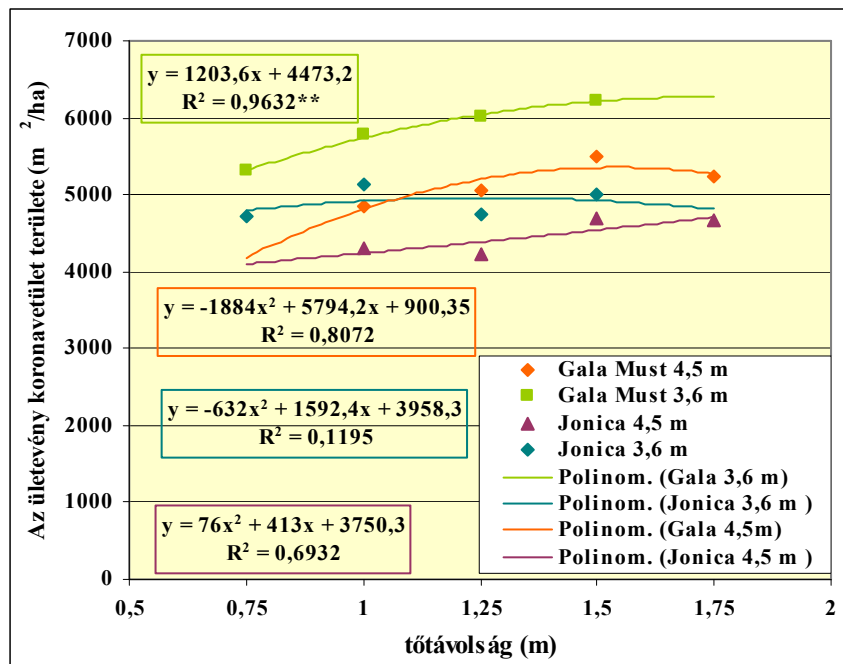
viselkednek, más-más tőszám mellett érhetik el az alany-nemes kombinációra az adott termőhelyen jellemző koronatérfogat maximumot.

Figyelemre méltó az, hogy a 2700-3000 fa/ha tőszám tartományban csökken a hektáronkénti koronatérfogat 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.

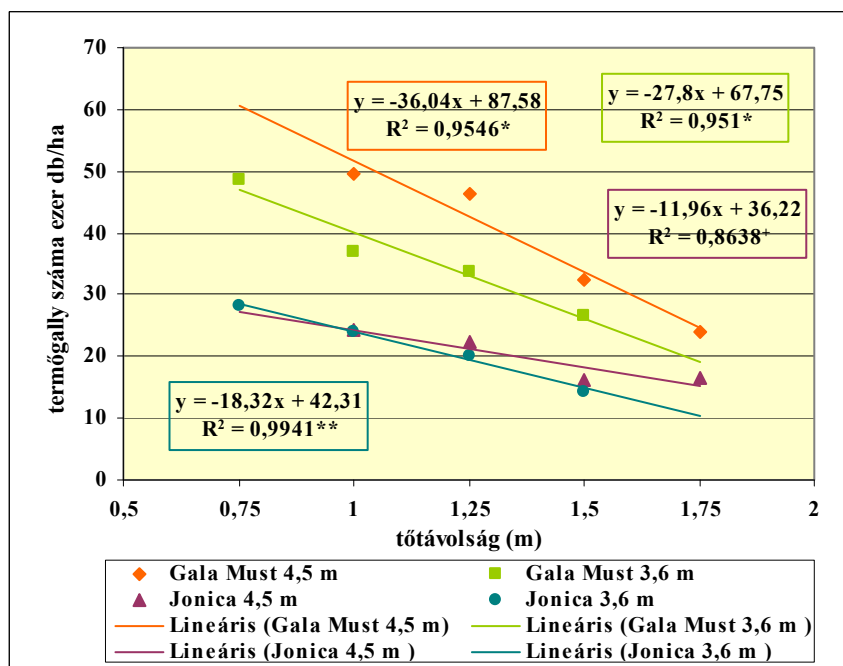


5.7. ábra. A különböző sor- és tőtávolságra telepített Gala Must és Jonica ültetvény hektárra vetített koronatérfogatának (m³/ha) alakulása a tőszám függvényében (2005).

Az ültetvény hektárra vetített koronavetület területe a Gala Must esetében a 3,6 m sortávolságon a tőtávolság csökkentésével szignifikáns, szoros, pozitív másodfokú polinommal jellemezhető, míg ez a 4,5 m sortávolságon nem mutat szignifikáns különbségeket (5.8. ábra). A Jonica esetében nem voltak kimutatható különbségek. Az ültetvény koronavetület területének kiszámításakor az ültetvényt egy sorirányban összefüggő koronának vesszük, tehát a sorfolyómétert szoroztuk a koronaszélességgel. Ez az adat nem veszi figyelembe, hogy a koronák nemcsak összeérnek, hanem azok sok esetben (pl. 3,6 x 0,75 m) azok egymás tengelyén is túlérnek.



5.8. ábra. A különböző sor- és tótávolságra telepített Gala Must és Jonica ültetvény hektárra vetített koronavetület területének (m²/ha) alakulása a tőtávolság függvényében (2005).



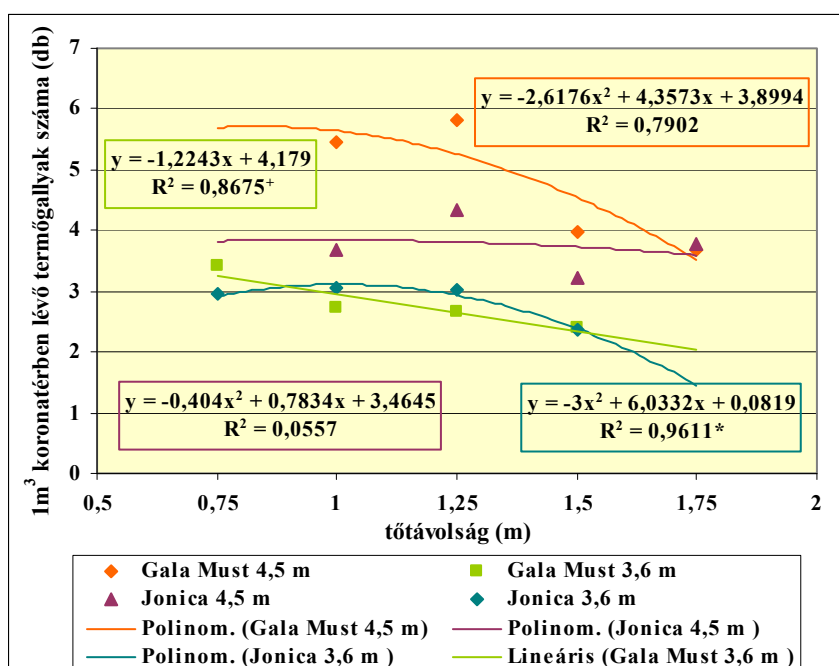
5.9. ábra. A különböző sortávolságra telepített Gala Must és Jonica ültetvény hektárra vetített összes termőgally száma (ezer db/ha) a tótávolság függvényében (2005).

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 tótávolságtól függően szignifikáns különbségek voltak kimutathatók, melyek fő tendenciája az, hogy a kisebb tótávolságú fák hektáronkénti összes termőgallyainak száma nagyobb (5.9. ábra). Az összefüggés szoros, negatív. Ebből az

következik, hogy a tőszám növekedésével egy maximumhoz közelítő koronaterfogatban lineárisan növekvő számú termőgally helyezkedik el, vagyis a termőgallyak, a termőfelület zsúfoltsága nő.

Az 1 m³ koronaterfogatban elhelyezkedő termőgallyak száma a tőtávolság növelésével a 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 (5.10. ábra). A 3,6 m sortávolságra telepített Jonica esetében az 1 m³ koronaterfogatban 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 koronaterfogatban.

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 koronaterfogatban elhelyezkedő termőgallyak száma nagyobb volt, mint a kisebb sortávolságon.

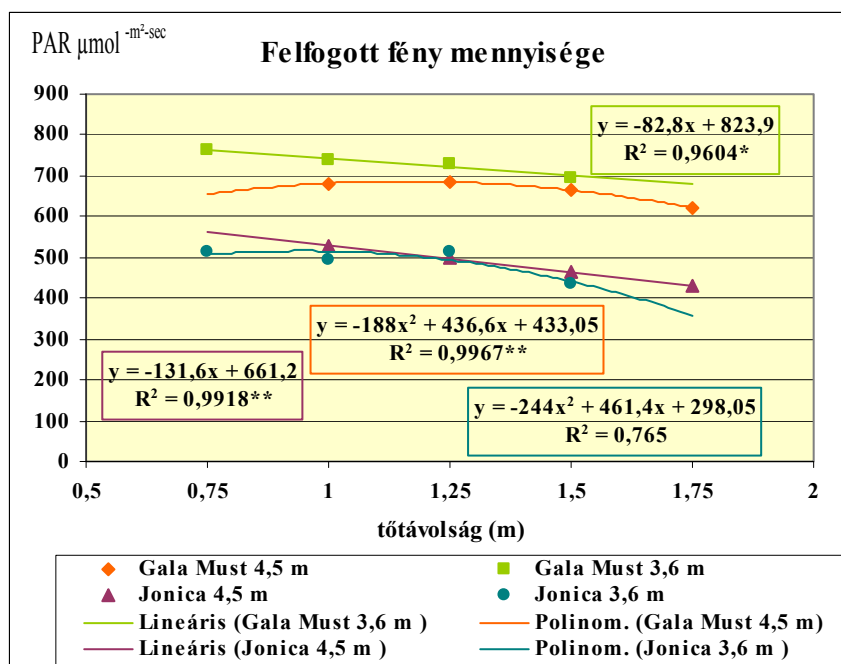


5.10. ábra. A különböző sortávolságra telepített Gala Must és Jonica ültetvény 1 m³ koronaterfogatban elhelyezkedő összes termőgally száma a tőtávolság függvényében (2005) (db/m³).

5.3. Az ültetvény levélfelület indexe és a fotoszintetikusán aktív sugárzás (PAR) felfogása

Az abszorbeált fotoszintetikusán aktív fény mennyisége a tőtávolság csökkentésével csak kis mértékben nő (5.11. ábra). A felfogott fotoszintetikusán 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.

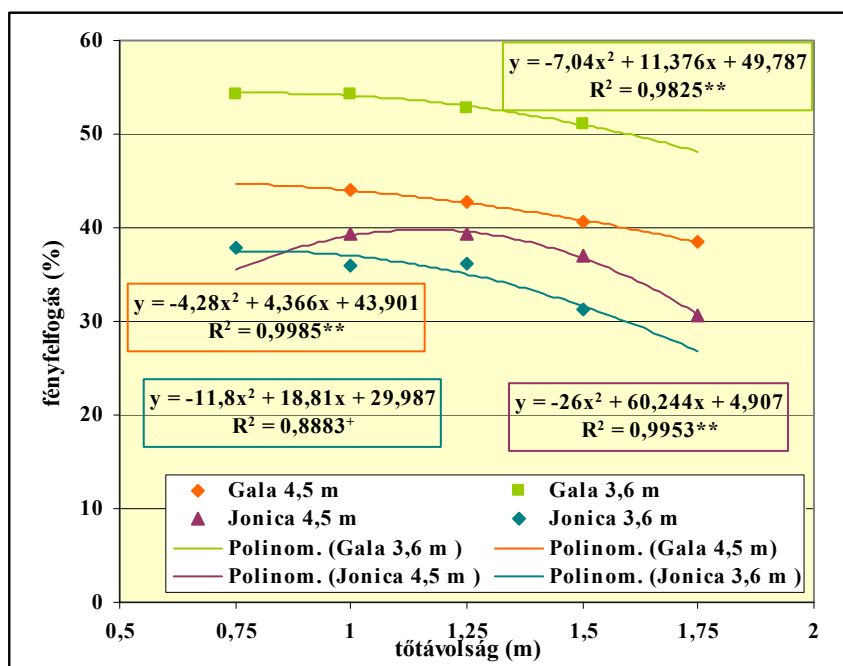
A fotoszintetikusán aktív sugárzás abszorpciójának a tőtávolság csökkentésével (egyedszám növekedés) arányos, de a nem jelentős növekedése arra utal, hogy (CORELLI ÉS SANSAVINI (1989), ROBINSON ÉS LAKSO (1989) valamint WÜNSCHE ÉS LAKSO (2000) eredményeivel összhangban) az egyedszám növelésével a 2700-3000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



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

Az abszorbeált fotoszintetikusán 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 fotoszintetikusán aktív fény

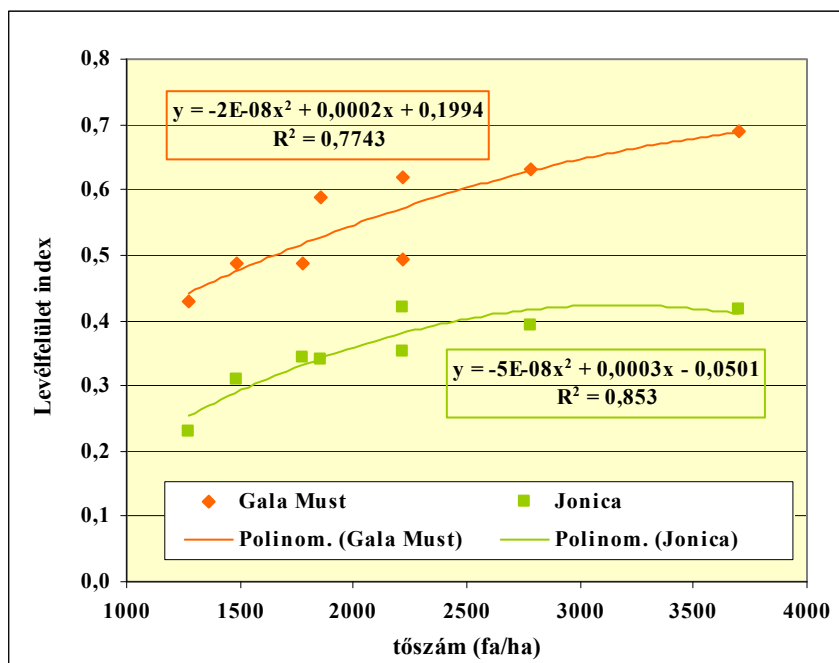
aránya és a tőtávolság között mindkét fajta esetében mindkét sortávolságon negatív szoros összefüggés volt kimutatható, mely minden esetben másodfokú polinommal jellemezhető (5.12. ábra). A 3,6 m sortávolságú Gala Must kísérletünkben az 1 m tőtávolság körül elérte azt a határt (WÜNSCHE ÉS LAKSO 2000), 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.



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

A levélfelület index mindkét fajta esetében pozitív összefüggést mutat a tőszám növekedésével, amely másodfokú polinommal jellemezhető (5.13. 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.

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



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

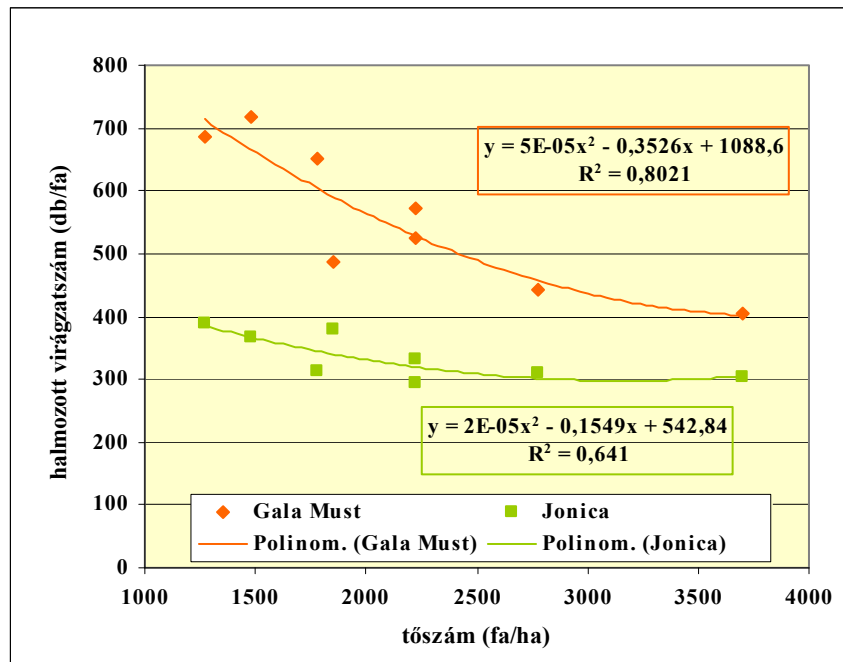
5.4. A fák egyedi terméshozási tulajdonságainak alakulása

A fánkenti halmozott virágzatszám és a tőszám között negatív másodfokú polinommal jellemezhető összefüggés mutatkozik mindkét fajta esetében (5.14. ábra). A Gala Must esetében az összefüggés szorosabb, valamint a tőszám növekedésének hatására a fánkenti halmozott virágzatszám nagyobb arányban csökken, mint a Jonica esetében, ahol a halmozott fánkenti virágzatszám csak kis mértékben csökken.

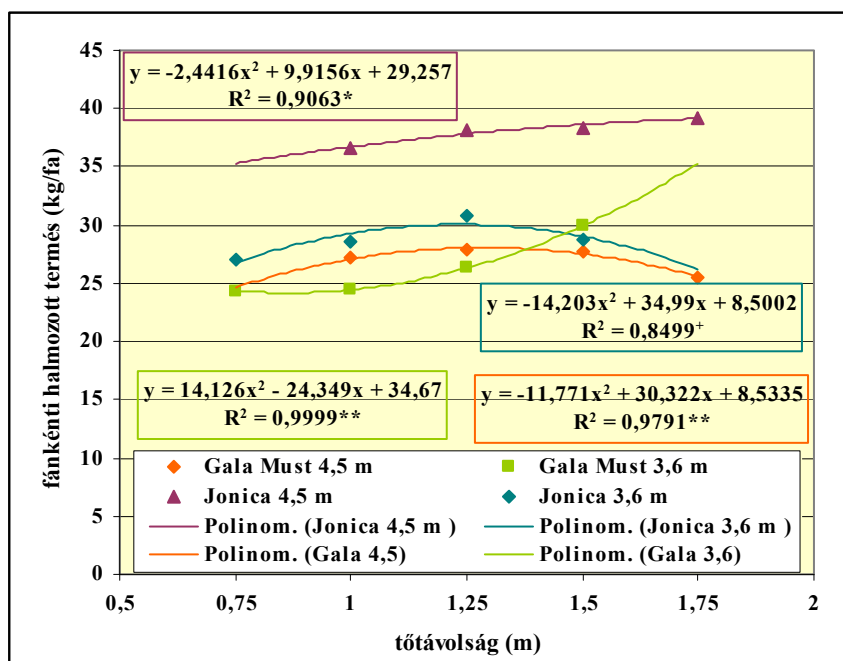
A fánkenti halmozott termés a tőtávolsággal szoros összefüggéseket mutat (5.15. ábra), viszont a két fajta ebben a vonatkozásban eltérően viselkedik, amelyet a fajták eltérő növekedési erélyére és térigényére vezethetünk vissza. A Jonica fák halmozott terméshozama a nagyobb 4,5 m-es sortávolságon a tőtávolság 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 törzskeresztmetszeti terméshozam index (5.16. ábra) figyelemre méltóan alakul a tőszámmal összefüggésben, amely mind a két fajta esetében másodfokú polinommal jellemezhető, 2500-3000 fa/ha körüli

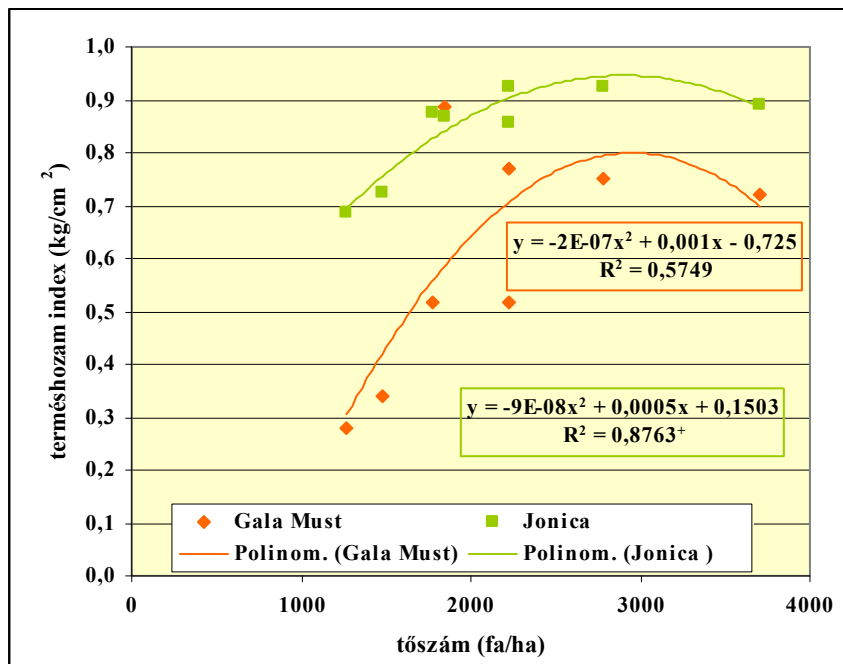
maximummal. Mindkét fajta esetében –STAMPAR et al. (2000) eredményeihez hasonlóan- 2500 fa/ha ültetvénsűrűség felett a törzskeresztmetszeti terméshozam index csökken a tőszám további növelésének hatására.



5.14. ábra. A különböző sor- és tőtávolságra ültetett Jonica és Gala Must fák halmozott virágzatszámának (db/fa) alakulása a tőszám függvényében (2002-2006).



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



5.16. ábra. A különböző sor- és tőtávolságra ültetett Jonica és Gala Must fák törzskeresztmetszeti terméshozam-indexének alakulása a tőszám függvényében (2004) (kg/cm^2).

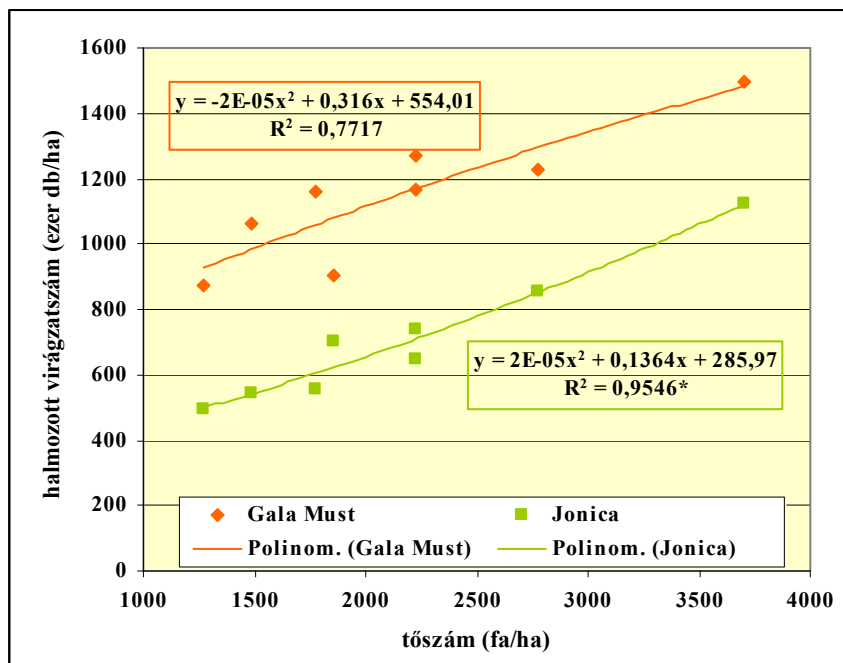
5.5. Az ültetvény terméshozási tulajdonságainak alakulása

Eredményeink alapján a halmozott (2002-2006 között) hektáronkénti virágzatszám, és a tőszám között összefüggések mutathatók ki (5.17. ábra), mindkét fajta esetében pozitív másodfokú polinommal jellemezhető az összefüggés. A Gala Must esetében (4.35. ábra és a melléklet 8.35. táblázat) 2002-ben még nem volt szignifikáns különbség a hektáronkénti virágzatszámban a különböző sor- és tőtávolságra telepített ültetvények között, 2003-tól azonban szignifikánsan nőtt a hektáronkénti virágzatszám a tőszám növekedésével, kivéve a 2006-os évet, amikor a kis mértékű virágberakódottság miatt nem volt számottevő különbség.

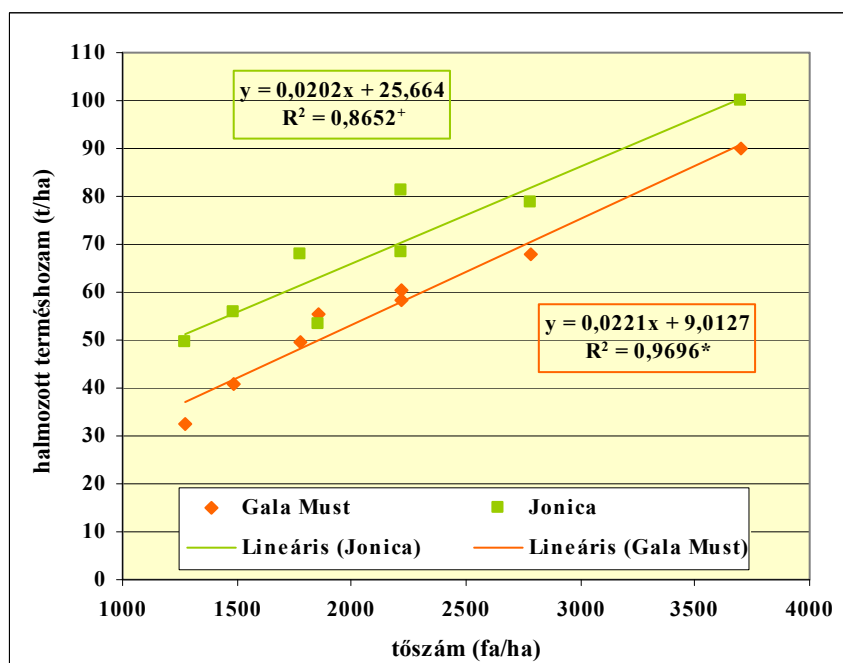
A Jonica esetében (4.36. ábra és 8.36. táblázat) 2002-ben, 2004-ben mindkét sortávolságon, 2006-ban a 3,6 m sortávolságon a tőszám növelésének hatására az ültetvény hektáronkénti virágzatszáma is nőtt szignifikáns különbségekkel.

Mindkét fajta esetében a halmozott terméshozam a tőszám növekedésével összefüggésben van, közöttük szoros pozitív lineáris összefüggést mutattunk ki (5.18. ábra), mely eredmény alátámasztja BALKHOVEN-BAART et al. (2000) és ROBINSON (2003) eredményeit mely szerint a termőfordulás időszakában az összefüggés lineáris. Ez azt jelenti, hogy a csökkenő egyedi produktívítási mutatók és a maximumhoz közelítő PAR-abszorpció mellett is az ültetvény termőre fordulása utáni fiatalkori szakaszában az egyedyszám növekedésnek olyan nagy a szerepe, hogy a területegységi terméshozamok az

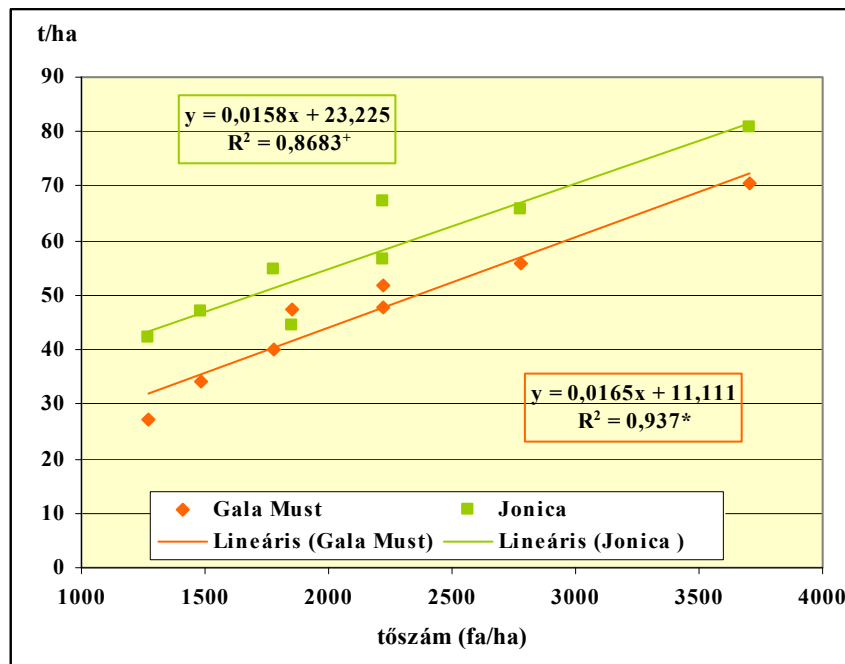
egyedszámmal arányosan, lineárisan nőnek. Azt csak további vizsgálatokkal lehetne tisztázni, hogy ez a lineáris összefüggés meddig áll fenn, s a fák korával várható változások (CAIN 1970, ROBINSON ÉS LAKSO 1989, MIDDLETON et al. 2002, ROBINSON 2007b) mikor kezdik éreztetni hatásukat a területegységi termés hozamban.



5.17. ábra. A különböző tűszámmal ültetett Jonica és Gala Must ültetvények halmozott hektáronkénti virágzatszámának (ezer db/ha) alakulása (2002-2006).



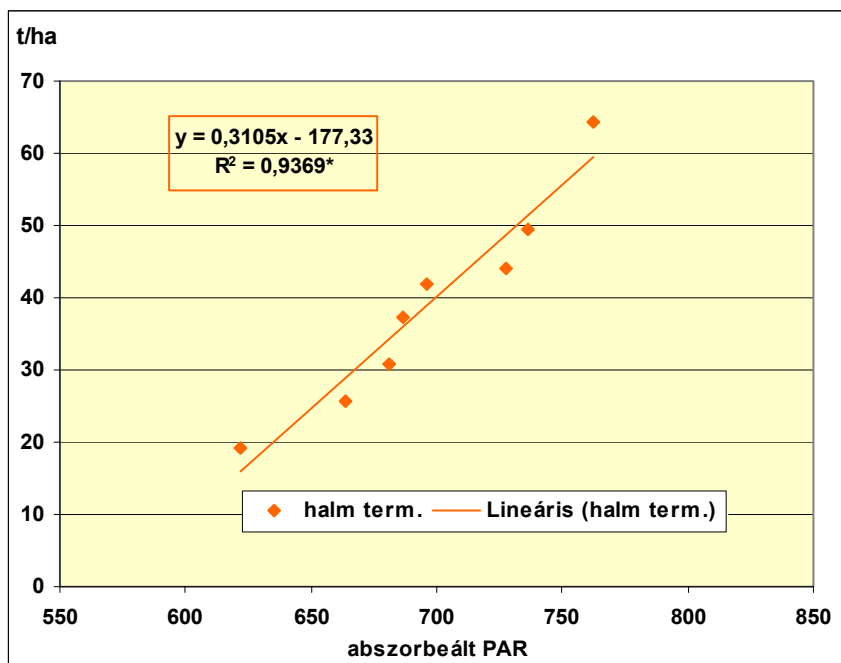
5.18. ábra. A különböző tűszámmal ültetett Jonica és Gala Must ültetvények halmozott termés hozamának (t/ha) alakulása (2001-2007).



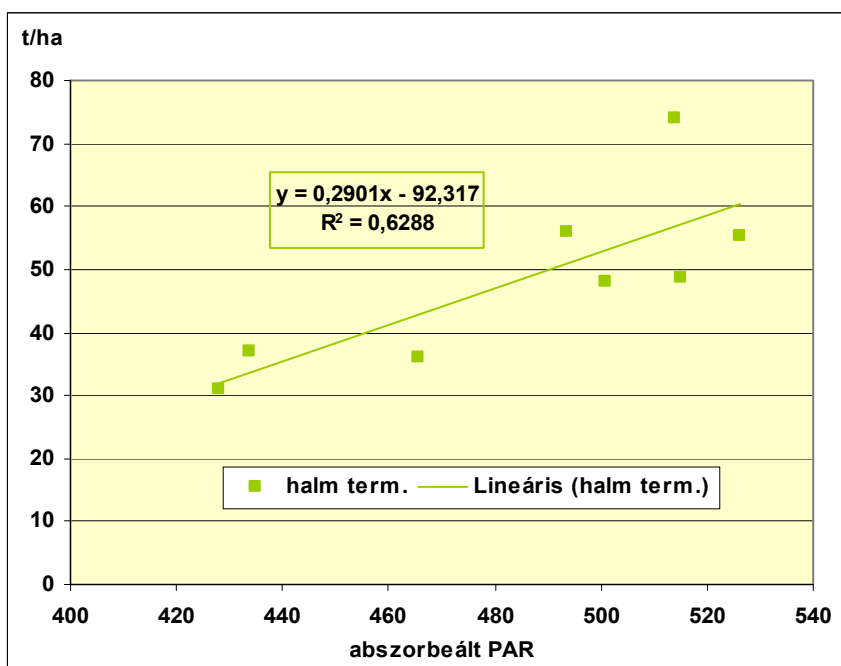
5.19. ábra. A különböző tőszámmal telepített Gala Must (2003, 2004, 2007. év) és Jonica (2004, 2005, 2007. év) ültetvények hektáronkénti halmozott gyümölcsgegyenérték hozama (t/ha).

Az ültetvény gyümölcsminőséget is figyelembe vevő hektáronkénti gyümölcsgegyenérték-hozam mindkét fajta esetében hasonlóképpen pozitív lineáris összefüggést mutat a növekvő tőszámmal, a halmozott termésmennyiséghez hasonlóan (5.19. ábra). Ez azt jelenti, hogy ebben a tőszámtartományban (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 (5.20. ábra és 5.21. 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 (5.21. 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.



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



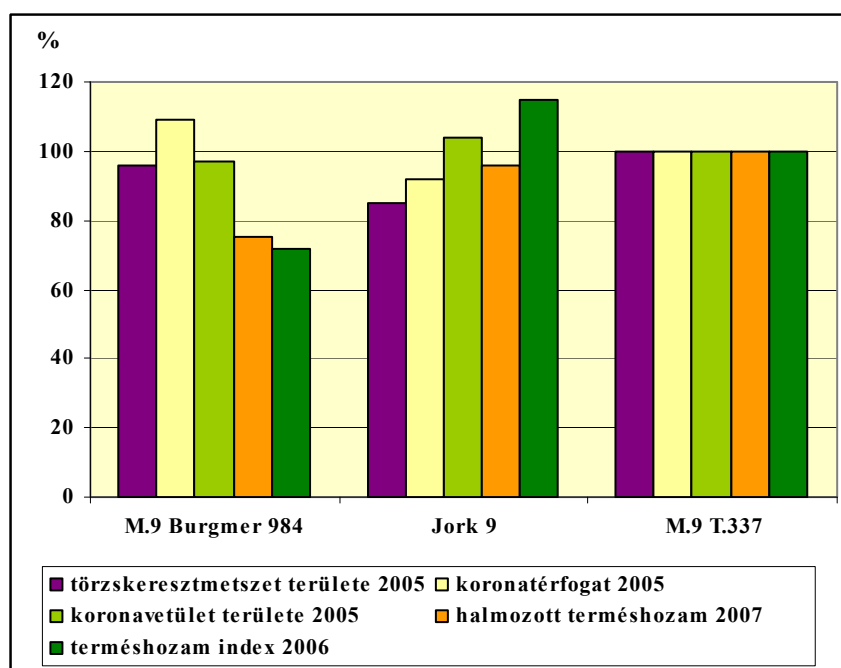
5.21. ábra. A Jonica fák által abszorbeált fotoszintetikusán aktív sugárzás (PAR $\mu\text{mol}^{-\text{m}^2\text{-sec}}$) (2004-2006 közötti átlag) és a halmozott termés hozam (t/ha) (2001-2006) összefüggése.

Összegezve tehát megállapíthatjuk, hogy a fák egyedi és az ültetvény egészére vonatkozó termőfelületi mutatóknak, az ültetvény által abszorbeált fotoszintetikusán aktív sugárzás mennyiségének és %-os arányának, valamint a fák egyedi törzskeretszetszeti produktivitási indexének alakulásában az adott termőhelyen a vizsgált alany/nemes kombinációk esetén a 3000 fa ha^{-1} egyedszám körül mutatkoznak olyan produktivitás

csökkenésre és a PAR-abszorpció hasznosulásának romlására utaló jelek, amelyek az ültetvény későbbi életkorában a nagyobb egyedszámok esetén az ültetvény produktivitásának romlásához vezethetnek, annak ellenére, hogy ezeknek a hatása az ültetvény termőre fordulási és fiatalkori szakaszában a terméshozamban még nem kimutatható.

5.6. Alanyok hatása a fák vegetatív növekedésére és terméshozására

A vizsgálatban szereplő három alany közül kettő a M.9 klónja, egy pedig egy szabadmegporzású magonca, ezért növekedésükben és terméshozási tulajdonságaikban kicsik a különbségek. HROTKÓ ÉS MÓZER (1999) kísérleti eredményétől eltérően (Idared fajta) és CZYNCZYK ET AL. (1999) eredményeihez hasonlóan (Gloster fajta) viselkedett a Jork 9 alany, ugyanis ezen fák törzskeresztmetszet területe mindkét fajta esetében szignifikánsan kisebb volt, a kontroll M.9 T.337 alanyon álló fákéhoz képest.

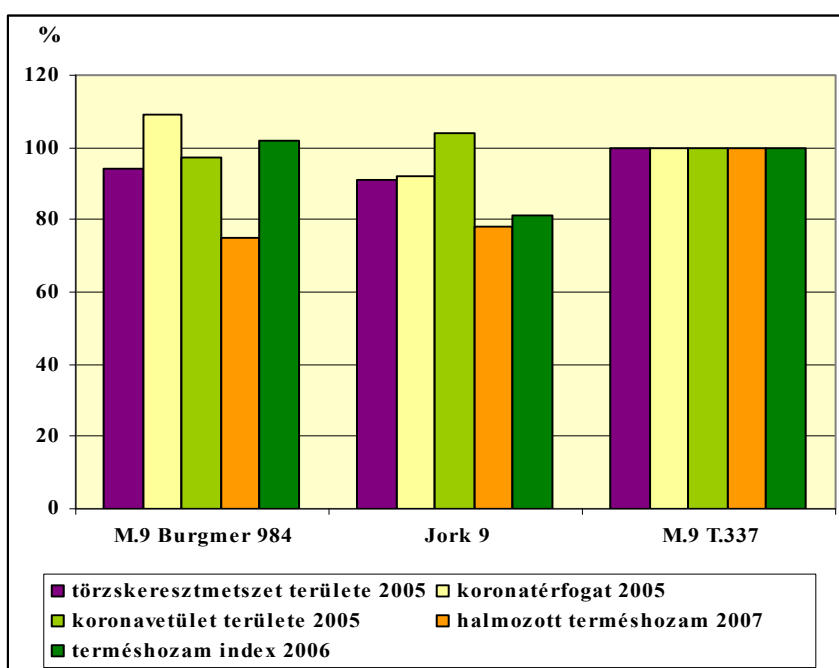


5.22. ábra. A Gala Must fajtaival vizsgált alanyok értékmérő tulajdonságai az M.9 T.337 alanyú fákhoz viszonyítva.

A koronaméretekben azonban csak a Jonica fajta esetében volt szignifikánsan kisebb a kontrollnál. HROTKÓ (2002a) valamint SANSAVINI et al. (2005) eredményei szerint a M.9 Burgmer 984 hasonló növekedési erélyű a M.9 T.337 alanyhoz képest. A kísérleteinkben azonban a M.9 Burgmer 984 a Jonica fajta esetében szignifikánsan kisebb növekedési eréllyel rendelkezett a kontrollhoz képest, míg SADOWSKI et al. (1999) kísérleteiben a kontrollnál szignifikánsan nagyobb törzskeresztmetszet területtel rendelkezett.

HROTKÓ ÉS MÓZER (1999), SADOWSKI et al. (1999), SANSAVINI et al. (2005) korábbi kísérleteiben a vizsgált alanyok között halmozott termésmennyiségben nem volt kimutatható különbség, ezzel ellentétben, vizsgálatainkban mindkét fajta esetében (5.22. ábra és 5.23. ábra) a kontroll (M.9 T.337) adta a legnagyobb halmozott terméshozamot, ettől –CZYNCZYK et al. (1999) eredményeihez hasonlóan- szignifikánsan kevesebb termés volt a Jork 9 alanyú fákon és ettől még kevesebb volt a M.9 Burgmer 984 alanyú fákon.

Összegezve tehát az a következtetésünk, hogy a három törpe alany gyümölcstermesztési értékében nincs számottevő különbség, s a gyenge talajú alföldi termőhelyen természetesen a valamivel erősebb növekedési erélyű Jork 9 és M.9 T.337 alanyú fákon kaptunk nagyobb produktivitást.



5.23. ábra. A Jonica fajtával vizsgált alanyok értékmérő tulajdonságai az M.9 T.337 alanyú fákhöz viszonyítva.

5.7. Új tudományos eredmények

1. Megerősítettük az intenzív ültetvények termőfelületének és a tenyészterületnek sajátos összefüggéseire vonatkozó korábbi elképzeléseket, melynek lényege, hogy az 1270-3704 fa/ha tőszám-tartományban a törzskeretszetszettel, koronatérfogattal jellemezhető termőfelület növekedése nincs lineáris összefüggésben a tőszámmal, egy a fajta-alany kombinációra és a termőhelyre jellemző maximumhoz közelít. Az ültetvény termőfelületi mutatói (törzskeretszetszetszet területe, koronatérfogat) a vizsgált fajtánál 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 fotoszintetikusán aktív sugárzás (PAR) felfogásának aránya a tőszám növekedésével csak kis mértékben növekszik, hasznosulásának hatékonysága pedig az egyre zsúfoltabb koronatérben csökken.
3. A hektáronkénti termés hozam és gyümölcs egyenérték-hozam pozitív, fajtára jellemző lineáris összefüggést mutat a tőszámmal a vizsgált tartományban, míg a fák egyedi törzskeretszetszeti 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 ültetvények számára törpe alanyokon.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Az alma hazánkban a legnagyobb mennyiségben termesztett gyümölcs, évente mintegy 500-600 ezer tonnát termelünk, részaránya eléri az összes gyümölcsstermés 60 %-át. A megtermelt alma mintegy 70 %-a ipari feldolgozásra kerül, amely alacsony termelői jövedelmezőséget biztosít (PAPP 2004). A friss fogyasztásra alkalmas alma versenyképességét az intenzív ültetvények biztosítják.

Az elmúlt évtizedekben megnyilvánuló alapvető trend az ültetvények intenzitásának növelése, melynek egyik fontos eszköze a fák méretének és ezzel együtt a sor- és tőtávolság csökkentése, a tőszám növelése. Az alacsony termőfelületű, intenzív koronaformák korábbi termőre fordulást, nagyobb termésmennyiséget, kisebb fajlagos termelési költséget, továbbá jobb minőségű gyümölcsöt, termelékenyebb kézi és hatékonyabb gépi munkát, gyorsabb költségmegtérülést és hatékonyabb növényvédelmet eredményeznek, valamint gyorsabb a fajtaváltás lehetősége (SOLTÉSZ 1997, ROBINSON 2003). SOLTÉSZ (1997) szerint a fák méretének csökkenésével a fénykihasználás is javult az intenzív ültetvényekben, ennek viszont ellentmond HROTKÓ (2002b) számítása, miszerint a koronával (lombfelülettel) borított terület aránya a koronaátmérő csökkentésével arányosan kisebb lesz.

A fák méretének csökkentése több tényezővel együttesen érhető el: növekedést mérséklő alanyok választásával, rendszeres metszéssel, koronaalakítással. Az ültetvény telepítésekor az alany mellett a nemes növekedési erélyével is számolnunk kell.

A gyümölcstermesztési szakirodalomban általános nézet, hogy a tőszám növekedésével az ültetvény hasznos termőfelülete nő (CAIN 1970, GYÚRÓ és tsai. 1982), s ennek a gyakorlatba való átültetésével megjelentek a 10-20000 hektáronkénti tőszámmal telepített gyümölcsösök, amelyek terméshozamai azonban nem látszanak igazolni a tőszám és a termőfelület, valamint a terméshozam közötti lineáris összefüggéseket. Az almatermesztők ma a világ minden táján magas ültetvénysűrűséggel telepítenek, bár megoszlanak a vélemények az optimális sűrűségről és az optimális faalakról. Számos termesztő 5000 fa/ha felett, míg mások 500 fa/ha alatti ültetvénysűrűséggel telepít (ROBINSON 2007b). A leggyakrabban használt faalak karcsú orsó, francia tengely és a V szisztéma.

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 tenyészterület megválasztásakor a legfontosabb tényező az almafák fényellátása. Az optimálisnál sűrűbb sor- és tőtávolságon az almafák árnyékolt részei felkopaszodnak, a magassági növekedés jellemző és termés csak a korona felső szintjében található. Az optimális fényviszonyok nemcsak azért szükségesek, hogy megakadályozzák a termőágak felkopaszodását, hanem azért is, hogy a termőrügyek a fajtára jellemző mennyiségben és kellően elosztva alakuljanak ki, valamint a fán lévő gyümölcs tökéletesen beszíneződjön (GYURÓ ÉS PETHŐ 1969). 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, ezért gondoltuk úgy, hogy a modern intenzív ültetvények tőszám tartományában szükséges 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 fenti problémakör tisztázására 2000 tavaszán kísérleti ültetvényt telepítettünk két almafajtával (Gala Must és Jonica) három alanyon (M.9 Burgmer 984, M.9 T337 és Jork 9) 8 térállás változattal, amelyben a fotoszintetikusan aktív sugárzás (PAR) mérésével kerestünk választ a termőfelület hatékonyságával kapcsolatos kérdésekre 1270 és 3704 fa/ha tőszám tartományban. A 8 térálláson belül négy-négy tőtávolság változat található azonos sortávolságon és koronaformával. Az ültetvényben módunk van összehasonlítani két különböző dimenziókkal rendelkező koronaformát is. A ma elterjedt karcsúorsónál a sortávolság 3,6 m, a korona alapi átmérője 1,5 m, magassága 1,8 m. A francia tengely koronájú fákat 4,5 m sortávolságra ültettük, a korona alapi átmérője 2 m, magassága 2,8 m.

Az általunk kapott eredmény alátámasztja HROTKÓ (2002a,b) véleményét, mely szerint 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. Az egyedi koronatérfogot az alany-nemes kombináció növekedési potenciáljának függvényében a tenyészterület által meghatározott keretek között korlátozottan növekedhet. A növekvő tőtávolság hatására ezeken az alanyokon a korona már nem növekszik tovább, tehát a térállás növelésével a fák egyedi koronatérfogata tovább már nem növelhető, az alany-nemes kombináció nem képes hasznosítani növekedésére a nagyobb tenyészterületet.

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. 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.

A hektáronkénti törzskeretszmet terület törpe alanyokon mindkét fajta esetében, szoros, pozitív összefüggést mutat a tőszám növekedésével. Az összefüggés 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. 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.

Figyelemre méltó az, hogy a 2700-3000 fa/ha tőszám tartományban csökken a hektáronkénti koronaterfogató 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. Az összefüggés szoros, negatív. Ebből az következik, hogy a tőszám növekedésével egy maximumhoz közelítő koronaterfogatóban lineárisan növekvő számú termőgally helyezkedik el, vagyis a termőgallyak, a termőfelület zsúfoltsága nő.

A fotoszintetikusan aktív sugárzás abszorpciójának a tőtávolság csökkentésével (egyedszám növekedés) arányos, de nem jelentős növekedése arra utal, hogy CORELLI ÉS SANSAVINI (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, vagyis 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.

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.

Az alany-nemes kombináció egyedi produktivitási mutatója, a törzskeresztmetszeti terméshozam index 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 ültetvénysűrűség felett a törzskeresztmetszeti terméshozam index csökken a tőszám további növelésének hatására.

Mindkét fajta esetében a halmozott terméshozam a tőszám növekedésével összefüggésben van, közöttük szoros pozitív lineáris összefüggést mutattunk ki (5.18. 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 fiatalkori 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.

Az ültetvény gyümölcsminőséget is figyelembe vevő hektáronkénti gyümölcssegyenérték-hozam mindkét fajta esetében hasonlóképpen pozitív lineáris összefüggést mutat a növekvő tőszámmal, a halmozott termésmennyiséghez hasonlóan. 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) a mindkét fajta esetében (5.20. ábra és 5.21. 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 termés mennyiség növekedett.

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 törzskeretszetszeti produktívítási indexének alakulásában az adott termőhelyen a vizsgált alany/nemes kombinációk esetén a 3000 fa ha⁻¹ egyedszám körül mutatkoznak olyan produktívítási csökkenésre és a PAR-abszorpció hasznosulásának romlására utaló jelek, amelyek az ültetvény későbbi életkorában a nagyobb egyedszámok esetén az ültetvény produktívításának romlásához vezethetnek, annak ellenére, hogy ezeknek a hatása az ültetvény termőre fordulási és fiatal kori szakaszában a terméshozamban még nem kimutatható.

Az alanyokat vizsgálva az a következtetésünk, hogy a három törpe alany gyümölcstermesztési értékében nincs számottevő különbség, s a gyenge talajú alföldi termőhelyen a valamivel erősebb növekedési erélyű Jork 9 és M.9 T337 alanyú fák alkalmasabbak intenzív almaültetvények telepítésére, rajtuk nagyobb produktívítást értünk el.

7. SUMMARY

In Hungary apple is the main crop of fruit growing, the yearly production is around 5-600 thousand tons, which gives 60 % of total fruit growing in Hungary. 70 % of the apple production is used for industrial purposes, this results low profit for the growers (PAPP 2004). High density orchards could be the solution of producing competitive apple for fresh market.

Thus the latest trend is to increase orchard intensity and tree/ha number, and meanwhile decrease tree size, row and plant distance. High density orchards guarantee precocity, higher yield quality and quantity, lower specific costs, more effective harvest and plant protection results, thus faster cost return and better chance for changing varieties if it is necessary (SOLTÉSZ 1997, ROBINSON 2003). SOLTÉSZ said (1997) that smaller tree size improves light-profitting, contrary to HROTKÓ's calculations (2002b), which say that area covered by leaves decreases pro rata with reduction of crown diameter.

For increasing tree size is necessary to choose dwarfing rootstocks and to prune regularly. Before planting it is also worth to calculate with growing habits of the cultivar.

It is a general opinion in fruit growing literature, that with increasing plant number, the useful area of the orchard will also grow (CAIN 1970, GYÚRÓ et al. 1982). Thus high density orchards with number of 10-20 thousand tree/ha spread in the last decades, but results don't seem to prove linear coherency between crop land and productivity.

Although planting high density orchards is a worldwide tendency, opinions about optimal plant density and training system are different.

Many grower plant with a number of 5000 tree/ha, while others with only 500 tree/ha (ROBINSON 2007b). The most likely used training systems are spindle, "Solax" and V-system.

To calculate the optimal cropland for a given orchard, the best way is to consider rootstocks/ cultivar vigor, quality of planting material, site conditions, planned training system, harvesting technology and machinery (SOLTÉSZ 1997, HOYING AND ROBINSON 2000).

PAR absorption is also very important to consider, before choosing the optimal cropland. Generally known, that higher plant and row distance in case of apple trees, causes barewood formation on shaded branches, more intensive upward growing and in consequence of this, disproportionately more cropping in the upper part of the tree.

Optimized PAR absorption is necessary not only for avoiding barewood formation, but to have balanced and enough number of buds and also appropriate fruit coloring (PETHŐ 1969).

Optimal light penetration is very important in high density orchards to result high productivity and quality (WAGENMAKERS AND CALLESEN 1995, WÜNSCHE et al. 1995).

Spacing recommendations for high density orchards in Hungary are usually based on Western-European fruitgrowing experiences, thus the necessity of inland researches are indispensable. In high density orchards the correlation between spacing, plant number and productivity can be different in each country, considering special light conditions, which can be measured with special equipment.

To find answer for the above mentioned problem, we planted an experimental orchard in Spring 2000 with two cultivars, Gala Must and Jonica. As rootstocks we used M.9 Burgmer 984, M.9 T337 and Jork 9, with 8 different spacing, where in each row distance trees were planted to four different plant distance between 1270 tree/ ha and 3704 tree/ha domain. With measuring PAR (photosynthetically active radiation) we observed the efficiency of different cropping surface. Row distance was 3,6 m, crown basal diameter was 1,5 m and crown height was 1,8 m in case of trees trained to spindel, and row distance was 4,5 m, crown basal diameter was 2m, and crown height was 2,8 m in case of french 'Solax'.

Our results have proved HROTKÓ'S hypothesis (2002a,b), which says that increasing cropland will not result linear trunk diameter growth, the tree will not be able to take advantage of bigger cropland after a maximum point, because primarily rootstock-cultivar combination control vigor. Thus crown volume can only grow within a given limit, which is determined by rootstock-cultivar parameters, and only than by cropland.

Our results also imply that plant distance affect the number of productive shoots, although it can also be control by pruning. In case of both row distance and both cultivar we noticed significant differences, specially between the number of small productive shoots.

Increased plant distance shows linear connection with the number of productive shoots, thus the more tree we plant on 1 ha, the more productive shoot we will find. But it is also has the following disadvantage, too high density of branches, leaves and fruits in the crown.

On dwarfing rootstocks the TCSA (trunk cross section area)/ ha -in case of both cultivars- shows close connection with plant density. The connection can be expressed with a quadratic polinom equation. HROTKÓ noted similar results (2002a,b) in case of trees on semi-dwarfing M.26, and with more vigorous rootstocks on bigger row distance (2-4m) the curve reaches it's maximum.

Trunk thicknes is the index, which can not be change with fitotechnical interferences. More than 2778 tree/ha results in slower curve increase, specially in case of the more

vigorous Gala Must, which means that higher plant density causes smaller trunk parameter. In consequence of rootstock-cultivar and cropland limitation, the curve reaches its maximum point (MIKA AND KRAWIEC 1999; STAMPAR et al. 2000)

Between 2700-3000 tree/ha plant density, the growth of crown capacity/ha decreases. This index reaches its maximum, which maximum indicates cultivar, rootstocks, cropland effect. Many other researcher experienced fruit size and colouring decline, less productivity, thus unprofitable production within the above mentioned plant density (PALMER AND JACKSON 1973, WEBER 2001, WAGENMAKERS AND CALLESEN 1989, 1995).

We measured the number of productive shoots/ha, and its distribution in crown. In case of both cultivar, we noted significant differences depending on plant distance, where tendency means, that the total number of productive shoots/ha is higher in case of smaller plant distance. The connection is close, negative. Results imply that increasing plant density will issue in a linearly increasing number of productive shoots in crown. After the maximum point it results in too high density of branches.

More than 2700-3000 tree/ha plant density reduces the intensity of light absorption, and so PAR-absorption (CORELLI AND SANSAVINI 1989, ROBINSON AND LAKSO 1989, WÜNSCHE AND LAKSO 2000). Crown volume stops growing after a certain point, thus leaf-density increases, light penetration in crown decreases.

Gala Must with 3,6 m row distance reaches the maximum point around 1m plant distance, where the PAR-absorption stops increasing (similar to the results of WÜNSCHE AND LAKSO 2000).

Jonica with 4,5 m row distance reaches the maximum point somewhere below 1 m plant distance, where light absorption stops increasing.

Productivity of rootstock-cultivar combinations (measured in trunk cross-sectional productivity index) in case of both cultivars showed its maximum level around 2500-3000 tree/ha, and the correlation can be describe with a quadratic polynomial.

Both cultivar showed decreasing productivity (TCSA productivity index) above 2500 tree/ha plant density (similar to STAMPAR et al. (2000)'s results).

Cummulative yield and plant density show close positive linear connection, similar to the results of BALKHOVEN-BAART et al. (2000) and ROBINSON (2003).

Plant density has stronger effect on productivity/ha than decreasing productivity index and maximalised PAR-absorption, specially in case of young orchards after turning to be productive, where crop/ha linearly increases with plant density. Further researches are

necessary to see correlations in case of aged trees (CAIN 1970, ROBINSON AND LAKSO 1989, MIDDLETON et al. 2002, ROBINSON 2007b).

Fruit quality and cropping index/ha shows similar positive linear correlation with increasing plant density, which means that with a plant density of 1270-3704 tree/ha, the fruit quality will not decline till the orchard reaches it's 7th year.

Rrelation between PAR-absorbtion and cummulative yield shows results similar to PALMER et al 1992, LAKSO AND ROBINSON 1997, ROBINSON 1997, WÜNSCHE et al. 1996, close linear correlation in case of both cultivars. Cummulative yield increases linearly with absorbed PAR.

As a conclusion our observations proved that the given rootstock-cultivar combinations showed such productivity and PAR-absorbtion efficiency decline with a number of 3000 tree/ha plant density, which will possibly result in unprofitable orchard in the following years, although it can not be establish in the early years.

The three dwarfing rootstocks did not show significant differences in productivity. Trees on stronger rootstocks, on Jork 9 and M.9 T337 are more suitable for high-density orchard plantation on cropland with poor site conditions (weak sandy soil, low precipitation), better productivity can be predict.

8. MELLÉKLETEK

M.1. Irodalomjegyzék

1. ANTOGNOZZI, E., PROIETTI, P. and FAMIANI, F. (1993). Effect of rootstocks and training system on growth and yield of two apple cultivars. *Acta Horticultrae*. 349. 187-190p.
2. AUTIO, W.R. (1991). Contemporary evolution of the New England apple industry: cultivar and rootstock trends. *Fruit Varieties Journal* 45(2). 98-100p.
3. AUTIO, W.R. and F.W. SOTHWICK. (1993). Evolution of a spur and a standard strain of 'McIntosh' on three rootstocks and dwarfing interstem over ten years. *Fruit Varieties Journal* 47(2) 95-102p.
4. BACH I. ET AL. (1998). A gyümölcsfaiskolai ültetvényanyag- termesztés tíz éve. *OMMI kiadványa*, Budapest.
5. BALKHOVEN-BAART, J.M.T. ET AL. (2000). Developments in Dutch apple plantings. *Acta Horticultrae*. 513. 261-269p.
6. BARRITT, B.H. (1992). Intensive orchard management, *Good Fruit Grower*, Yakima, WA, USA
7. BARRITT, B.H. 2000. Selecting an Orchard System for Apples. *The Compact Fruit Tree*. 33(3) 89-92p.
8. BARRITT, B.H., KONISHI, B.S. and DILLEY, M.A. (1995). Performance of three apple cultivars with 23 dwarfing rootstocks during 8 seasons in Washington. *Fruit Varieties Journal* 47(2) 95-102p.
9. BULER, Z. and MIKA A. (2004). Evaluation of the 'Mikado' tree training system versus the spindle form in apple trees. *J.of Fruit and Orn. Plant Res.* (12). 49-60p.
10. BULER, Z. et al. (2001). Influence of new training systems of dwarf and semidwarf apple trees on yield, its quality and canopy illumination. *Acta Horticulturae*. 557. 253-260p.
11. CAIN, J.C. (1970). Optimum tree density for apple orchards. *HortScience* 5(4). 232-234p.
12. CAMPBELL, A.I. (1971). A comparison of the growth of young apple trees on virus infected and healthy rootstocks. *J. Hort. Sci.* 43. 13-16p.

13. CARLSON, R.F. and OH, S.D. (1975). Influence of interstem length of M.8 clone *Malus silvestris* Mill. On growth, precocity and spacing of apple cultivars. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 100. 450-452p.
14. CHEN, K, HU C.Q. and LENZ, F. (1997) Biomass partitioning in apple trees as affected by training, shading and pruning. *Gartenbauwiss.* 62(4). 162-168p.
15. CLAYTON-GREENE, K.A. (1993). Influence of orchard management system on yield, quality and vegetative characteristics of apple trees. *J. of Hort. Sci.* 68(3). 365-376p.
16. CORELLI GRAPPADELLI, L. and SANSAVINI, S. (1989). Light interception and photosynthesis related to planting density and canopy management in apple. *Acta Horticulturae.* 243. 159-174p.
17. CZYNCZYK, A. and OLSZEWSKA, B. (1990). Growth and yielding of 3 apple cultivars on rootstocks of polish and foreign breeds. *Fruit Science Reports* 17(2). 65-75p.
18. 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.
19. ENGEL, A. (1999). Effect of different M.9 subclones and M.9 cross-bed rootstocks on growth, yield and fruit quality of three apple cultivars. *Apple rootstocks for intensive orchards. Proceedings of the International Seminar Warsaw- Ursynów, August 18-21.* 25-26p.
20. ENGEL, G. (1977). Comparison of M.9 cloneal selections with respect to growth and cropping of three apple varieties. *Acta Horticulturae.* 75 163-167p.
21. ENGEL, G. (1986). Virus-free and virus-tested M.9 selections. *Acta Horticulturae.* 160. 79-82p.
22. FERREE, D.C. (1992). Performance of 'Golden Delicious' on two rootstocks and four dwarfing interstems over 10 years. *Fruit Varieties Journal* 46(2). 93-97p.
23. G. TÓTH M. (szerk.) (1997). Gyümölcsészet. Primom V.A.V.K., Nyíregyháza. 31-111p.
24. G. TÓTH M. (szerk.) (2001). Gyümölcsészet. Primom V.A.V.K., Nyíregyháza.
25. GIL-ALBERT, F. (1993). Some considerations about high density orchards design. *Acta Horticulturae.* 349. 63-67p.

26. GOEDEGEBURE, J. (1993). Economic aspects of super intensive apple orchards. *Acta Horticulturae*. 349. 285-293p.
27. GONDA I. (1995). Intenzív almatermesztés. Kiút a válságból. Primom V.A.V.K., Nyíregyháza. 9-17p.
28. GONDA I. (1997). Művelési rendszer és fitotechnika. In: Soltész M. (szerk.) Integrált gyümölcsstermesztés. Mezőgazda Kiadó. Bp. 438-450p.
29. GONDA I. (2004). Almaültetvények művelési rendszereinek és koronaformáinak fejlődése hazánkban. In: Papp J. (szerk.) 2. A gyümölcsök termesztése. Mezőgazda Kiadó, Bp. 56-63p.
30. GVOZDENOVIC, D. (1989). Az alma alanyai. In: Gvozdenovič, D. (szerk.) Intenzív almatermesztés homokon. Újvidék. Fórum. 101-115p.
31. GYURÓ F. (1980). Művelési rendszerek és metszsmódok a modern gyümölcsstermesztésben. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
32. GYURÓ F. (1990). Gyümölcsstermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Bp. 91-103p.
33. GYURÓ F. és PETHŐ F. (1969). Művelésmód. In: Pethő F. (szerk.) Almatermesztés. Mezőgazdasági Kiadó. Bp. 75-105p.
34. GYURÓ F., GÖNDÖR J.-NÉ, and ALI DIB KHALIL. (1982). Az almafák termőfelületének és természhozásának összefüggése. *A Kertészeti Egyetem közleményei*. 46. évf. 14.
35. HAMPSON, C. QUAMME, H. and BROWNLEE, R. (2002). Tree density or training system-What is important in apple orchard design? *Compact Fruit Tree*. 35. 48-50p.
36. HARMAT L., SZABÓ T. és NAGY P. (1982). Almafajtáink és az alanyok ternyészterület-igénye. *Kertgazdaság* 14. 25-32p.
37. HIRST, P.M. and FERREE, D.C. (1995a). Effect of rootstock and cultivar on the growth and precocity of young apple trees. *Fruit Varieties Journal* 49(1). 34-41p.
38. HIRST, P.M. and FERREE, D.C. (1995b). Rootstock effects on shoot morphology and spur quality of 'Delicious' apple and relationships with precocity and productivity. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 120(4). 622-634p.
39. HOYING, S.A. and ROBINSON, T.L. (2000). The apple orchard planting systems puzzle. *Acta Horticulturae*. 513. 257-260p.
40. HROTKÓ K. (1999). Almaalanyok. In: Hrotkó K. (szerk.) Gyümölcsfaiskola. Mezőgazda Kiadó, Bp. 411-442p.

41. HROTKÓ K. (2002a). Többkomponensű gyümölcsfák növekedése, produktivitása és az optimális térállás modellezése intenzív ültetvényekben. MTA Doktori értekezés. Bp.
42. HROTKÓ K. (2002b). A térállás és a tenyészterület optimalizálás összefüggései orsó koronájú intenzív ültetvényekben. *Kertgazdaság* (34)4. 1-9p.
43. HROTKÓ K. (2003). A cseresznye és a meggy művelési rendszerei és metszése. In: Hrotkó (szerk.) Cseresznye és meggy. Mezőgazda Kiadó, Bp. 152-157p.
44. HROTKÓ K., MAGYAR L. and HANUSZ B. (1997). Apple rootstock trials at Faculty of Horticulture, Budapest. *Acta Horticulturae*. 451. 153-160p.
45. HROTKÓ K., NAGY Á. és CSIGAI K. (2006). A gyümölcsfajták és alanyok szaporítása a magyar faiskolákban 1. Alma, körte és birs. *Kertgazdaság* 38. (1) 35-42p.
46. 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.
47. INÁNTSY F. (szerk.) (1992). Integrált almatermesztés kézikönyve. Almatermesztők Szövetsége. Újfehértó.
48. INÁNTSY F. (szerk.) (1998). Integrált almatermesztés a gyakorlatban. Almatermesztők Szövetsége. Újfehértó.
49. JACKSON J.E. 2003. *Biology of Apples and Pears*. Cambridge University Press. 488p.
50. JACKSON, J.E. (1980a). A fény hatása a gyümölcs fejlődésére és minőségére különböző sűrű művelési rendszerekben és koronaformákon. In: Gyuró F. Művelési rendszerek és metszéspókok a modern gyümölcsstermesztésben. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 58-70p.
51. JACKSON, J.E. (1980b). Light interception and utilization by orchards systems. In: Janick, J. (ed.) *Horticulturae Reviews* (2). AVI Publishing Connecticut, USA, 208-267p.
52. JACKSON, J.E. (1997). Light interception and canopy characteristics at low latitudes in relation to orchard system design. *Acta Horticulturae* 451. 417-426p.
53. JACKSON, J.E. and PALMER, J.W. (1972). Interception of light by model hedgerow orchards in relation to latitude, time of the year and hedgerow configuration and orientation. *J. Appl. Ecol.* 9. 341-358p.

54. JACKSON, J.E. ET AL. (1977). Effects of shade on the growth and cropping of apple trees. III Effects on fruit growth, chemical composition and quality at harvest and after storage. *J. Hort.Sci.* 52. 262-282p.
55. JAMES, P.A. and MIDDLETON, S.G. (2001). Apple cultivar and rootstock performance at Lenswood, South Australia. *Acta Horticulturae.* 557. 69-76p.
56. KÁLLAY T.-NÉ; SZENCZI GY. (1985). Üzemi gyümölcstétvényeink ma és 1990-ben. Mezőgazdasági Kiadó, Bp.
57. LAKSO, A.N. (1986). Photosynthesis in fruit trees in relation to environmental factors. In: Lakso, A.N. and Lenz F. (eds.) The regulation of photosynthesis fruit trees. NY State Agric. Exp. Sta., Geneva, 6-13p.
58. 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.
59. LAURI, P.E. and LESPINASSE, J.M. (2000). The Vertical Axis and Solaxé Systems in France. *Acta Horticulturae.* 513. 287-296p.
60. 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.
61. LORETI, F. (1994). Attuali conoscenze sui principali portinnesti degli alberi da frutto. *Rivista Frutticoltura.* 9. 9-18p.
62. MANTINGER, H. (1999). Superspindel und Sclanke Spindel im Vergleich. *Obstbau Weinbau* 9. 259-262p.
63. MANTINGER, H. (2000). The South Tyrolean apple planting system. *Acta Horticulturae.* 513 279-286p.
64. MIDDLETON, S. et al. (2002). The productivity and performance of apple orchard systems in Australia. *The Compact Fruit Tree* 35(2). 43-47p.
65. MIKA, A. and KRAWIEC, A. (1999). Planting density of apple trees as related to rootstock. *Proceedings of the International Seminar Apple Roostocks for Intensive Orchards.* Warsaw- Ursynów, Poland. 77-78p.
66. MIKA, A. et al. (2002). Relationship between fruit distribution within Jonagold apple canopy, fruit quality and illumination. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research.* Skierniewice. 10. 75-84p.
67. MIKA, A., KRAWIEC, A. and KRZEWINSKA, D. (1997). Results of planting systems and density trials with dwarf and semi-dwarf apple trees grafted on Malling (M) and Polish (P) rootstocks. *Acta Horticulturae.* 451. 479-485p.

68. MUNKÁCSI J. et al. (2001). Kertészeti termesztés biológiai alapjainak fejlesztése. I. Gyümölcs termesztés. In: Nyéki J. (szerk.) Kertészeti termesztés biológiai alapjainak fejlesztése. MTA Agrártudományok Osztálya Kiadványa, Budapest. 9-82p.
69. OIKAWA, T. and SAEKI, T. (1977). Light regime in relation to plant population geometry. I. A Monte-Carlo simulation of light microclimates within random distribution foliage. *Bot. Mag. Tokyo* 90. 1-10p.
70. ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT adatai.
71. 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.
72. PALMER, J.W. and JACKSON, J.E. (1974). Effects of tree population and variations in spacing within and between rows of 'Golden Delicious' on M.9. *Rep. E. Malling Res. Stn for 1973*. 66-68p.
73. 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.
74. PAPP J. (2004). Alma. In: Papp J. (szerk.) A gyümölcsök termesztése 2. Mezőgazda Kiadó, Bp. 15-121p.
75. PARRY, M.S. (1978). Integrated effects of planting density on growth and cropping. *Acta Horticulturae*. 65. 91-100p.
76. PARRY, M.S. (1980). Evidence of clonal variation and latent virus effect on the vigour of Cox's Orange Pippin apple trees on M.9 rootstocks. *J. Hort. Sci.* 55(4). 439-440p.
77. PETHŐ F. (1990). Perspektivikus almafajták és alanyok összehasonlítása. „Lippay János” Tudományos Ülésszak előadásai. KÉE kiadványa. Bp. 238p.
78. PETHŐ F. (1995). Tenyészterület, koronaforma. In: Inántszy F. (szerk.) Az integrált almatermesztés gyakorlati kézikönyve. Kutató Állomás, Újfehértó.
79. PÓLYÁNÉ, H.B. (2001). Az alany és tőtávolság hatása 'Idared' almafák növekedésére és terméshozására, valamint az ültetvény teljesítményére. Doktori értekezés. SZIE BTI, Budapest.
80. PROBOCSKAI E. (1969). Faiskola. Mezőgazdasági Kiadó. Bp. 121-124p.
81. PROBOCSKAI E. (1973). Üzemi termesztésünkben használható fontosabb alanyok. *Kertészeti Munkaközösség Közleményei*. 14. 1-56p.

82. PROBOCSKAI E. (1984). Az alma alanyai. In: Pethő F. (szerk.) Alma. Mezőgazdasági Kiadó, Bp.
83. 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.
84. ROBINSON, T. L. (2000). V-shaped apple planting systems. *Acta Horticulturae*. 513 337-343p.
85. ROBINSON, T. L. (2003). Apple-orchard Planting Systems. in: D.C.Ferree and I.J. Warrington. (eds.) CAB International, USA. 382-393p.
86. ROBINSON, T. L. (2007a). Recent advances and future directions in orchard planting systems. *Acta Horticulturae*. 732. 367-381p.
87. ROBINSON, T. L. (2007b). Effects of tree density and tree shape on apple orchard performance. *Acta Horticulturae*. 732. 405-414p.
88. ROBINSON, T. L. and HOYING, S. (2002). What we have learned from our latest orchard planting systems trial in New York State. *Compact Fruit Tree* 35(4) 103-106p.
89. ROBINSON, T.L. and LAKSO, A.N. (1989). Light interception, yield and fruit quality of 'Empire' and 'delicious' apple trees grown in four orchard systems. *Acta Horticulturae*. 243. 175-184p.
90. ROBINSON, T.L., DEMARREE, A.M. and HOYING, S.A. (2007). An economic comparison of five high density apple planting systems. *Acta Horticulturae*. 732. 481-490p.
91. ROBINSON, T.L., LAKSO, A.N. and REN, Z. (1991). Modifying apple tree canopies for improved production efficiency. *HortScience* 26. 1005-1012p.
92. 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.
93. SANSAVINI, S. et al. (2005). Nuovi portinnesti europei del melo: primi risultati di una prova di confronto in ambienti di monagna e pianura. *Rivista di Frutticoltura*. 11. 42-51p.
94. SILBEREISEN, R. and SCHERR, F. (1968). Vergleichende Untersuchungen über Wuchs, Ertrag und Fruchtqualität ausländischer Apfelsorten. 1. Folge. *Obst und Garten* 87(6). 217-222p.

95. SILBEREISEN, R. and SCHERR, F. (1996). Anbauvergleich mit schwachwachsenden Apfel-Unterlagen. *Erwerbsobstbau*. 38. 98-106p.
96. SIPOS B.Z. (2003). Művelési rendszerek. In: Papp J. (szerk.) 1. Gyümölcsstermesztési alapismeretek. Mezőgazda Kiadó, Bp. 254-272p.
97. SLOWINSKI, A. (2002). Comparison of 22 rootstocks of different vigour and origin used for 'Elise' apple trees. *First International Symposium on Rootstocks for Deciduous Fruit Tree Species. Zaragoza*. 2-31p.
98. SOLTÉSZ M. (1997). Művelési rendszerek. In: Soltész M. (szerk.) Integrált gyümölcsstermesztés. Mezőgazda Kiadó. Bp. 210-221p.
99. SOLTÉSZ M. és SZABÓ T. (1998). Alma In: Soltész M. (szerk.) Gyümölcsfajtaismeret és –használat. Mezőgazda Kiadó. Bp. 119-156p.
100. 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.
101. SZALAY L. és SZABÓ Z. (2003). A kajszültetvények művelési rendszerei. In: (Szalay L.) (szerk.) Kajszü. Mezőgazda Kiadó, Bp. 198-218p.
102. TALAJTANI ÉS VÍZGAZDÁLKODÁSI TANSZÉK. Szigetcsépi Meteorológiai Állomás adatai.
103. TIMON B. (2000). Őszibarack. Mezőgazda Kiadó, Bp. 108-118p.
104. TÓKEI L. (1997). Szigetcsép éghajlata. Kézirat. KÉE Talajtan és Agrometeorológiai Tanszék.
105. Talajtani és Vízgazdálkodási Tanszék. Szigetcsépi Meteorológiai Állomás adatai.
106. TUSTIN, D.S., HIRST, P.M. and CASHMORE, W.M. (1993). Spacing and rootstock studies with central leader apple canopies in a high vigour environment. *Acta Horticulturae*. 349. 169-177p.
107. VAN OOSTEN, H.J. (1977). Comparison of virus free clones of Golden Delicious. *Acta Horticulturae*. 65. 67-72p.
108. VERHEJ, E.W.M. and VERWER F.L.A.J.W. (1973). Light studies in a spacing trial with apple on a dwarfing and a semi-dwarfing rootstock. *Sci. Hort.* 1. 25-42p.
109. VÍG P. (1982). Almaültetvények térállása és összefüggései a termesztéstechnológiával és a jövedelmezőséggel. *Kertgazdaság* 14.(2). 1-11p.
110. WAGENMAKERS, P.S. and CALLESEN, O. (1989). Influence of light interception on apple yield and fruit quality related to arrangement and tree height. *Acta Horticulturae* 243. 149-158p.

111. 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.
112. WEBER, M.S. (2000). The Super Spindle System. *Acta Horticulturae.* 513. 271-278p.
113. WEBER, M.S. (2001). Optimizing the tree density in apple orchards on dwarf rootstocks. *Acta Horticulturae.* 557. 229-234p.
114. WEBSTER, A.D. (1997). A review of fruit tree rootstock research and development. *Acta Horticulturae.* 451. 53-73p.
115. WERTHEIM, S. J., DE JAGER, A. and DUYZENS, M.J.J.P. (1986). Comparison of single-row and multi-row planting systems with apple, with regard to productivity, fruit size and color, and light conditions. *Acta Horticulturae.* 160. 243-258p.
116. WERTHEIM, S.J. (1978). Pruning of slender spindle type trees. *Acta Horticulturae.* 65. 173-180p.
117. WERTHEIM, S.J. et al. (2000). Orchard systems -conditions for success. *Compact Fruit Tree* 33. 79-81p.
118. WERTHEIM, S.J. et al. (2001). Orchard systems for apple and pear: condition for success. *Acta Horticulturae.* 557. 209-227p.
119. WESTWOOD, M.N. (1993). Temperate-zone pomology, physiology and culture. *Timber press, Portland, Oregon, USA.* 523p.
120. WINTER, F. (1986). Modelling the biological and economic development of an apple orchard. *Acta Horticulturae.* 160. 353-359p.
121. 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.
122. WÜNSCHE, J.N. and LAKSO, A.N. (2000). Apple tree physiology-implications for orchard and tree management. *Compact Fruit Tree* 33. 82-88p.
123. 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.

M.2. Táblázatok

8.1. táblázat. A Gala Must fák egyedi törzskeresztmetszetének alakulása 2000-2005 között.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Törzskeresztmetszet területe (cm ²)					
		2000	2001	2002	2003	2004	2005
4,5 x 1,75	1270	2,3 c	5,4 d	10,3 f	15,9 c	21,4 e	25,2 c
4,5 x 1,50	1481	2,2 bc	5,3 cd	9,9 ef	15,4 c	20,7 de	24,5 c
4,5 x 1,25	1778	2,3 bc	5,2 cd	9,3 de	14,4 bc	19,0 cd	21,8 bc
4,5 x 1,00	2222	2,1 bc	4,9 c	8,8 cd	13,1 ab	15,9 ab	19,5 ab
3,6 x 1,50	1852	1,6 a	4,5 b	8,4 bc	15,7 c	20,4 de	25,0 c
3,6 x 1,25	2222	1,6 a	4,3 ab	7,7 ab	13,8 b	17,7 bc	22,6 bc
3,6 x 1,00	2778	1,5 a	4,1 a	7,3 a	13,1 ab	16,1 ab	20,5 abc
3,6 x 0,75	3704	1,6 a	4,2 ab	6,9 a	11,9 a	14,4 ab	16,8 a

8.2. táblázat. A Jonica fák egyedi törzskeresztmetszetének alakulása 2000-2005 között.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Törzskeresztmetszet területe (cm ²)					
		2000	2001	2002	2003	2004	2005
4,5 x 1,75	1270	1,6 a	3,9 c	6,4 e	11,5 d	13,7 d	17,9 c
4,5 x 1,50	1481	1,7 a	3,8 c	6,1 de	10,9 cd	13,2 d	17,8 c
4,5 x 1,25	1778	1,6 a	4,0 c	6,1 de	10,8 cd	12,4 cd	16,3 bc
4,5 x 1,00	2222	1,5 a	3,7 bc	5,8 cd	10,7 cd	12,4 cd	16,1 abc
3,6 x 1,50	1852	1,6 a	3,5 ab	5,3 bc	10,2 bc	11,3 bc	15,4 abc
3,6 x 1,25	2222	1,6 a	3,3 a	5,2 b	10,1 bc	11,5 bc	14,8 abc
3,6 x 1,00	2778	1,6 a	3,4 ab	5,1 ab	9,5 ab	11,0 b	14,2 ab
3,6 x 0,75	3704	1,6 a	3,2 a	4,6 a	8,9 a	9,5 a	12,7 a

8.3. táblázat. Az egyedi koronaterfogat alakulása 2000-2005 között Gala Must fák esetében.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Koronaterfogat (m ³)					
		2000	2001	2002	2003	2004	2005
4,5 x 1,75	1270	0,12 d	1,30 e	2,74 bc	2,01 d	5,48 c	5,56 d
4,5 x 1,50	1481	0,10 cd	1,21 de	2,80 bc	1,98 d	5,37 c	5,65 d
4,5 x 1,25	1778	0,11 d	1,20 de	2,58 ab	1,82 cd	4,33 b	4,87 c
4,5 x 1,00	2222	0,09 bc	1,10 cd	2,25 a	1,55 ab	4,20 ab	4,16 b
3,6 x 1,50	1852	0,08 ab	1,00 bc	3,14 c	1,68 bc	4,66 b	4,91 c
3,6 x 1,25	2222	0,07 ab	0,86 ab	2,78 bc	1,51 ab	4,51 b	4,61 bc
3,6 x 1,00	2778	0,07 a	0,85 ab	2,74 bc	1,39 a	4,01 ab	4,18 b
3,6 x 0,75	3704	0,08 ab	0,76 a	2,50 ab	1,31 a	3,65 a	3,32 a

8.4. táblázat. A Jonica fák egyedi koronaterfogatának alakulása 2000-2005 között.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Koronaterfogat (m ³)					
		2000	2001	2002	2003	2004	2005
4,5 x 1,75	1270	0,04 ab	0,91 cd	1,67 ab	1,45 c	4,09 c	4,08 d
4,5 x 1,50	1481	0,04 abc	0,89 cd	1,68 ab	1,44 c	4,02 c	4,01 d
4,5 x 1,25	1778	0,05 a-d	0,95 d	1,80 b	1,38 c	3,80 c	3,42 bc
4,5 x 1,00	2222	0,03 a	0,84 b-d	1,52 ab	1,32 c	3,85 c	3,54 c
3,6 x 1,50	1852	0,06 cd	0,75 abc	1,60 ab	0,93 b	2,64 ab	2,99 ab
3,6 x 1,25	2222	0,05 b-d	0,71 ab	1,65 ab	0,92 b	2,83 b	2,91 a
3,6 x 1,00	2778	0,06 d	0,66 a	1,53 ab	0,84 ab	2,53 ab	2,86 a
3,6 x 0,75	3704	0,06 cd	0,60 a	1,34 a	0,73 a	2,23 a	2,54 a

8.5. táblázat. A Gala Must fák egyedi koronavetület területének alakulása 2000-2005 között.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Koronavetület területe (m ²)					
		2000	2001	2002	2003	2004	2005
4,5 x 1,75	1270	0,22 a	1,47 d	2,56 ab	1,85 d	3,77 c	3,95 de
4,5 x 1,50	1481	0,20 a	1,40 cd	2,61 ab	1,78 d	3,68 c	4,12 e
4,5 x 1,25	1778	0,22 a	1,40 cd	2,46 ab	1,64 cd	3,05 ab	3,51 cd
4,5 x 1,00	2222	0,19 a	1,33 cd	2,13 a	1,43 abc	2,89 a	3,18 bc
3,6 x 1,50	1852	0,20 a	1,20 bc	2,80 b	1,56 bcd	3,71 c	3,56 cd
3,6 x 1,25	2222	0,18 a	1,05 ab	2,51 ab	1,38 abc	3,44 bc	3,36 bc
3,6 x 1,00	2778	0,17 a	1,03 ab	2,44 ab	1,30 ab	3,22 ab	2,98 b
3,6 x 0,75	3704	0,21 a	0,94 a	2,30 ab	1,23 a	3,94 a	2,52 a

8.6. táblázat. A Jonica fák egyedi koronavetület területének alakulása 2000-2005 között.

Sor-és tőtávolság	tőszám	Koronavetület területe (m ²)					
		2000	2001	2002	2003	2004	2005
4,5 x 1,75	1270	0,10 a	1,21 cd	1,75 b	1,46 c	3,19 c	3,37 c
4,5 x 1,50	1481	0,13 ab	1,21 cd	1,80 b	1,49 c	3,22 c	3,29 bc
4,5 x 1,25	1778	0,14 abc	1,31 d	1,88 b	1,39 c	3,03 c	2,79 abc
4,5 x 1,00	2222	0,10 a	1,16 cd	1,61 ab	1,33 c	2,98 c	2,76 ab
3,6 x 1,50	1852	0,19 d	1,08 bc	1,67 ab	0,98 b	2,49 b	2,65 a
3,6 x 1,25	2222	0,17 bcd	1,04 abc	1,70 ab	0,98 b	2,61 b	2,45 a
3,6 x 1,00	2778	0,19 d	0,96 ab	1,62 ab	0,89 ab	2,32 ab	2,56 a
3,6 x 0,75	3704	0,18 cd	0,88 a	1,44 a	0,82 a	2,12 a	2,26 a

8.7. táblázat. A Gala Must fák koronaborítottság indexének alakulása 2000-2005 között.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Koronaborítottság index					
		2000	2001	2002	2003	2004	2005
4,5 x 1,75	1270	0,03 a	0,19 a	0,33 a	0,24 a	0,48 a	0,50 a
4,5 x 1,50	1481	0,03 ab	0,21 ab	0,38 ab	0,26 ab	0,54 a	0,61 ab
4,5 x 1,25	1778	0,04 a-d	0,25 c	0,44 bc	0,29 bc	0,54 a	0,62 ab
4,5 x 1,00	2222	0,04 cd	0,30 d	0,47 cd	0,32 c	0,64 b	0,71 bc
3,6 x 1,50	1852	0,04 abc	0,22 abc	0,52 de	0,29 bc	0,69 bc	0,66 bc
3,6 x 1,25	2222	0,04 bcd	0,23 bc	0,56 e	0,31 bc	0,76 c	0,75 bc
3,6 x 1,00	2778	0,05 d	0,29 d	0,68 f	0,36 d	0,90 d	0,83 cd
3,6 x 0,75	3704	0,08 e	0,35 e	0,85 g	0,45 e	1,09 e	0,93 d

8.8. táblázat. A Jonica fák koronaborítottság indexének alakulása 2000-2005 között.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Koronaborítottság index					
		2000	2001	2002	2003	2004	2005
4,5 x 1,75	1270	0,013 a	0,15 a	0,22 a	0,185 a	0,411 a	0,428 a
4,5 x 1,50	1481	0,019 ab	0,18 ab	0,27 ab	0,221 b	0,477 ab	0,488 ab
4,5 x 1,25	1778	0,024 b	0,23 cd	0,34 cd	0,249 b	0,538 bc	0,496 ab
4,5 x 1,00	2222	0,021 ab	0,26 d	0,36 cd	0,297 c	0,662 e	0,612 bc
3,6 x 1,50	1852	0,034 c	0,20 bc	0,31 bc	0,182 a	0,461 a	0,491 ab
3,6 x 1,25	2222	0,037 c	0,23 cd	0,38 d	0,218 b	0,580 cd	0,544 ab
3,6 x 1,00	2778	0,053 d	0,27 d	0,45 e	0,246 b	0,646 de	0,711 cd
3,6 x 0,75	3704	0,065 e	0,33 e	0,53 f	0,303 c	0,788 f	0,836 d

8.9. táblázat. A Gala Must fákön elhelyezkedő termőgallyak száma (db/fa) (2005).

Sor- és tőtávolság	tőszám	Fánkenti összes termőgally száma			
		<i>vékony</i>	<i>közepes</i>	<i>vastag</i>	<i>összes</i>
4,5 x 1,75	1270	12,6 fg	2,6 a	3,8 a-d	19,0 c
4,5 x 1,50	1481	11,2 f	4,1 a-d	6,5 e	21,8 d
4,5 x 1,25	1778	17,5 h	4,1 a-d	4,4 a-e	26,0 e
4,5 x 1,00	2222	14,5 g	3,4 abc	4,4 a-e	22,3 d
3,6 x 1,50	1852	4,9 a-e	3,9 a-d	5,5 cde	14,3 b
3,6 x 1,25	2222	6,1 de	3,9 a-d	5,2 b-e	15,2 b
3,6 x 1,00	2778	5,1 b-e	3,1 ab	5,1 b-e	13,3 a
3,6 x 0,75	3704	5,0 b-e	3,4 abc	4,7 a-e	13,1 a

8.10. táblázat. A Jonica fákön elhelyezkedő termőgallyak száma (db/fa) (2005).

Sor- és tőtávolság	tőszám	Fánkenti összes termőgally száma			
		<i>vékony</i>	<i>közepes</i>	<i>vastag</i>	<i>összes</i>
4,5 x 1,75	1270	9,7 e	1,3 a	1,9 ab	12,93 g
4,5 x 1,50	1481	8,2 e	1,6 ab	1,1 a	10,87 d
4,5 x 1,25	1778	9,4 e	1,9 ab	1,3 a	12,53 f
4,5 x 1,00	2222	7,9 e	2,1 ab	1,0 a	10,93 e
3,6 x 1,50	1852	4,2 cd	2,4 abc	1,2 a	7,80 a
3,6 x 1,25	2222	4,9 d	2,7 abc	1,4 a	9,00 c
3,6 x 1,00	2778	5,3 d	1,9 ab	1,5 a	8,67 b
3,6 x 0,75	3704	3,9 bcd	2,7 abc	1,2 a	7,65 a

8.11. táblázat. A Gala Must ültetvény hektáronkénti törzskeresztmetszet területének alakulása (2000-2005).

Sor- és tőtávolság	tőszám	Hektáronkénti törzskeresztmetszet terület (m ² /ha)					
		2000	2001	2002	2003	2004	2005
4,5 x 1,75	1270	0,30 a	0,68 a	1,30 a	2,01 a	2,71 a	3,20 a
4,5 x 1,50	1481	0,33 ab	0,78 b	1,47 ab	2,27 ab	3,07 ab	3,62 ab
4,5 x 1,25	1778	0,41 c	0,92 c	1,66 c	2,56 b	3,38 bc	3,88 ab
4,5 x 1,00	2222	0,48 d	1,10 d	1,96 d	2,91 c	3,53 bcd	4,33 bc
3,6 x 1,50	1852	0,29 a	0,83 b	1,55 bc	2,91 c	3,77 cd	4,62 bc
3,6 x 1,25	2222	0,35 b	0,96 c	1,70 c	3,06 c	3,94 d	5,03 cd
3,6 x 1,00	2778	0,40 c	1,13 d	2,04 d	3,65 d	4,48 e	5,77 de
3,6 x 0,75	3704	0,59 d	1,54 e	2,54 e	4,42 e	5,33 f	6,22 e

8.12. táblázat. A Jonica ültetvény hektáronkénti törzskeresztmetszet területének alakulása (2000-2005).

Sor- és tőtávolság	tőszám	Hektáronkénti törzskeresztmetszet terület (m ² /ha)					
		2000	2001	2002	2003	2004	2005
4,5 x 1,75	1270	0,21 a	0,49 a	0,81 a	1,46 a	1,73 a	2,27 a
4,5 x 1,50	1481	0,25 b	0,57 b	0,9 ab	1,61 a	1,95 ab	2,64 ab
4,5 x 1,25	1778	0,29 c	0,7 cd	1,08 cd	1,91 b	2,2 b	2,9 abc
4,5 x 1,00	2222	0,34 d	0,81 e	1,28 e	2,38 c	2,76 c	3,57 cd
3,6 x 1,50	1852	0,3 c	0,64 c	0,99 bc	1,89 b	2,09 b	2,84 abc
3,6 x 1,25	2222	0,35 d	0,74 d	1,14 d	2,25 c	2,56 c	3,28 bcd
3,6 x 1,00	2778	0,45 e	0,94 f	1,41 f	2,64 d	3,05 d	3,95 de
3,6 x 0,75	3704	0,59 f	1,2 g	1,7 g	3,29 e	3,5 e	4,7 e

8.13. táblázat. A Gala Must ültetvény hektáronkénti koronatérfogata 2000-2005 között.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Hektáronkénti koronatérfogat (m ³ /ha)					
		2000	2001	2002	2003	2004	2005
4,5 x 1,75	1270	147 a	1646 a	3479 a	2556 a	6952 a	7056 a
4,5 x 1,50	1481	155 a	1797 ab	4218 ab	2975 ab	7952 abc	8366 b
4,5 x 1,25	1778	191 a	2124 abc	4579 abc	3230 ab	7696 ab	8649 b
4,5 x 1,00	2222	204 a	2444 cd	5009 bcd	3454 ab	9338 cd	9245 bc
3,6 x 1,50	1852	143 a	1848 abc	5817 cd	3107 ab	8623 bcd	9094 bc
3,6 x 1,25	2222	158 a	1900 abc	6179 de	3346 ab	10016 de	10236 c
3,6 x 1,00	2778	179 a	2338 bcd	7566 e	3846 b	11147 e	11600 d
3,6 x 0,75	3704	307 b	2825 d	9257 f	4857 c	13506 f	12294 d

8.14. táblázat. A Jonica ültetvény hektáronkénti koronatérfogata 2000-2005 között.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Hektáronkénti koronatérfogat (m ³ /ha)					
		2000	2001	2002	2003	2004	2005
4,5 x 1,75	1270	50 a	1159 a	2126 a	1822 a	5194 ab	5178 a
4,5 x 1,50	1481	62 ab	1329 ab	2495 ab	2130 ab	5958 bc	5945 ab
4,5 x 1,25	1778	87 abc	1727 bcd	3245 bcd	2420 bc	6758 cd	6080 ab
4,5 x 1,00	2222	74 abc	1882 de	3393 cd	2940 d	8556 e	7873 c
3,6 x 1,50	1852	109 bbc	1417 abc	2899 bcd	1743 a	4898 a	5531 ab
3,6 x 1,25	2222	125 c	1610 bcd	3790 de	2028 ab	6279 cd	6473 b
3,6 x 1,00	2778	175 d	1828 cd	4145 e	2301 bc	7031 d	7957 c
3,6 x 0,75	3704	226 e	2273 e	4953 f	2685 cd	8272 e	9399 d

8.15. táblázat. A Gala Must ültetvény hektáronkénti koronavetület területének alakulása (2000-2005).

Sor- és tőtávolság	tőszám	Hektáronkénti koronavetület területe (m ² /ha)					
		2000	2001	2002	2003	2004	2005
4,5 x 1,75	1270	1124 ab	3017 abc	3187 a	3256 abc	4687 b	5225 b
4,5 x 1,50	1481	1076 a	2831 a	3320 a	3263 abc	4800 b	5489 bc
4,5 x 1,25	1778	1122 ab	3000 abc	3336 a	3155 ab	4544 b	5063 ab
4,5 x 1,00	2222	1061 a	2894 ab	3047 a	3044 a	4058 a	4856 a
3,6 x 1,50	1852	1308 bc	3407 d	4168 b	3837 d	6030 d	6227 e
3,6 x 1,25	2222	1233 abc	3180 bcd	3951 b	3541 cd	5717 cd	6009 de
3,6 x 1,00	2778	1218 abc	3262 cd	3997 b	3399 bc	5588 cd	5769 cd
3,6 x 0,75	3704	1366 c	3106 abc	3835 b	3370 abc	5430 c	5304 b

8.16. táblázat. A Jonica ültetvény hektáronkénti koronavetület területének alakulása (2000-2005).

Sor- és tőtávolság	tőszám	Hektáronkénti koronavetület területe (m ² /ha)					
		2000	2001	2002	2003	2004	2005
4,5 x 1,75	1270	646 a	2642 a	2858 a	2767 ab	4015 a	4654 abc
4,5 x 1,50	1481	728 a	2555 a	2892 a	2900 ab	4175 ab	4696 abc
4,5 x 1,25	1778	805 a	2792 ab	3061 ab	2918 b	4135 a	4230 a
4,5 x 1,00	2222	663 a	2602 a	2881 a	2745 ab	4038 a	4291 ab
3,6 x 1,50	1852	675 a	3201 c	3309 b	2904 ab	4322 ab	5000 bc
3,6 x 1,25	2222	652 a	3194 c	3303 b	2814 ab	4541 b	4736 abc
3,6 x 1,00	2778	704 a	2948 bc	3296 b	2748 ab	4337 ab	5144 c
3,6 x 0,75	3704	715 a	2714 ab	2994 ab	2621 a	4171 ab	4722 abc

8.17. táblázat. A Gala Must ültetvény hektáronkénti termőgallyainak száma (ezer db/ha) (2005).

Sor- és tőtávolság	tőszám	Hektáronkénti összes termőgally száma			
		<i>vékony</i>	<i>közepes</i>	<i>vastag</i>	<i>összes</i>
4,5 x 1,75	1270	16,0 ghi	3,3 a	4,8 ab	24,1 a
4,5 x 1,50	1481	16,6 ghi	6,1 abc	9,6 b-f	32,3 c
4,5 x 1,25	1778	31,1 j	7,3 a-d	7,8 a-d	46,2 f
4,5 x 1,00	2222	32,2 j	7,6 a-d	9,8 b-f	49,5 h
3,6 x 1,50	1852	9,0 b-f	7,3 a-d	10,2 c-f	26,5 b
3,6 x 1,25	2222	13,5 e-i	8,7 b-e	11,6 d-g	33,8 d
3,6 x 1,00	2778	14,3 f-i	8,5 b-e	14,3 f-i	37,0 e
3,6 x 0,75	3704	18,5 i	12,6 d-h	17,5 h-i	48,6 g

8.18. táblázat. A Jonica ültetvény hektáronkénti termőgallyainak száma (ezer db/ha) (2005).

Sor- és tőtávolság	tőszám	Hektáronkénti összes termőgally száma			
		<i>vékony</i>	<i>közepes</i>	<i>vastag</i>	<i>összes</i>
4,5 x 1,75	1270	12,4 ef	1,69 ab	2,37 ab	16,4 c
4,5 x 1,50	1481	12,2 ef	2,37 ab	1,58 a	16,1 b
4,5 x 1,25	1778	16,7 g	3,32 ab	2,25 ab	22,3 e
4,5 x 1,00	2222	17,5 g	4,59 abc	2,22 ab	24,3 f
3,6 x 1,50	1852	7,8 cd	4,44 abc	2,22 ab	14,4 a
3,6 x 1,25	2222	10,8 def	6,07 bc	3,11 ab	20,0 d
3,6 x 1,00	2778	14,8 fg	5,19 abc	4,07 abc	24,1 f
3,6 x 0,75	3704	14,0 fg	9,88 de	4,44 abc	28,3 g

8.19. táblázat. A Gala Must ültetvény 1 m³ koronaterfogatra jutó termőgallyainak száma (db /m³) (2005).

Sor- és tőtávolság	tőszám	1 m ³ koronaterre jutó termőgallyak száma			
		<i>vékony</i>	<i>közepes</i>	<i>vastag</i>	<i>összes</i>
4,5 x 1,75	1270	2,45 g	0,51 a	0,74 a-d	3,70 d
4,5 x 1,50	1481	2,05 f	0,75 a-d	1,19 cde	3,99 e
4,5 x 1,25	1778	3,92 h	0,92 a-e	0,98 a-e	5,82 g
4,5 x 1,00	2222	3,55 h	0,83 a-e	1,08 b-e	5,45 f
3,6 x 1,50	1852	0,82 a-e	0,66 ab	0,93 a-e	2,41 a
3,6 x 1,25	2222	1,06 b-e	0,69 ab	0,91 a-e	2,66 b
3,6 x 1,00	2778	1,05 b-e	0,63 ab	1,05 b-e	2,74 b
3,6 x 0,75	3704	1,30 e	0,88 a-e	1,23 de	3,40 c

8.20. táblázat. A Jonica ültetvény 1 m³ koronaterfogatra jutó termőgallyainak száma (db/m³) (2005).

Sor- és tőtávolság	tőszám	1 m ³ koronaterre jutó termőgallyak száma			
		<i>vékony</i>	<i>közepes</i>	<i>vastag</i>	<i>összes</i>
4,5 x 1,75	1270	2,84 hi	0,39 ab	0,54 ab	3,77 d
4,5 x 1,50	1481	2,42 gh	0,47 ab	0,32 a	3,21 c
4,5 x 1,25	1778	3,25 i	0,65 abc	0,44 ab	4,34 e
4,5 x 1,00	2222	2,64 h	0,69 abc	0,34 ab	3,67 d
3,6 x 1,50	1852	1,27 c-f	0,73 abc	0,36 ab	2,36 a
3,6 x 1,25	2222	1,63 ef	0,91 a-d	0,47 ab	3,01 b
3,6 x 1,00	2778	1,87 fg	0,66 abc	0,52 ab	3,04 b
3,6 x 0,75	3704	1,46 def	1,03 b-e	0,46 ab	2,94 b

8.21. táblázat. A Gala Must fák által felfogott fotoszintetikusan aktív fény mennyiségének alakulása (2004-2006) (PAR $\mu\text{mol}^{-\text{m}^2\text{-sec}}$).

Sor- és tőtávolság	tőszám	Felfogott fény mennyisége			
		2004	2005	2006	átlag
4,5 x 1,75	1270	642 a	539 a	686 a	622
4,5 x 1,50	1481	671 a	570 ab	749 a	663
4,5 x 1,25	1778	737 a	599 abc	724 a	687
4,5 x 1,00	2222	709 a	615 abc	720 a	681
3,6 x 1,50	1852	651 a	715 bc	722 a	696
3,6 x 1,25	2222	733 a	739 bc	711 a	728
3,6 x 1,00	2778	692 a	761 c	757 a	737
3,6 x 0,75	3704	784 a	760 c	743 a	762

8.22. táblázat. A Jonica fák által felfogott fotoszintetikusan aktív fény mennyiségének alakulása (2004-2006) (PAR $\mu\text{mol}^{-\text{m}^2\text{-sec}}$).

Sor- és tőtávolság	tőszám	Felfogott fény mennyisége			
		2004	2005	2006	átlag
4,5 x 1,75	1270	386 a	446 a	452 a	428
4,5 x 1,50	1481	372 a	517 a	508 ab	466
4,5 x 1,25	1778	382 a	570 a	550 ab	501
4,5 x 1,00	2222	465 a	561 a	553 ab	526
3,6 x 1,50	1852	368 a	438 a	496 ab	434
3,6 x 1,25	2222	475 a	506 a	564 b	515
3,6 x 1,00	2778	490 a	502 a	489 ab	494
3,6 x 0,75	3704	505 a	529 a	508 ab	514

8.23. táblázat. A Gala Must fák által felfogott fotoszintetikusan aktív fény arányának alakulása (2004-2006).

Sor- és tőtávolság	tőszám	Fényfelfogás (%)		
		2004	2005	2006
4,5 x 1,75	1270	45,9 a	38,5 a	48,9 a
4,5 x 1,50	1481	48,0 a	40,7 ab	53,2 a
4,5 x 1,25	1778	52,6 a	42,8 abc	51,7 a
4,5 x 1,00	2222	50,6 a	44,0 abc	51,4 a
3,6 x 1,50	1852	46,5 a	51,1 bc	51,6 a
3,6 x 1,25	2222	52,3 a	52,8 bc	50,8 a
3,6 x 1,00	2778	49,4 a	54,4 c	54,1 a
3,6 x 0,75	3704	56,0 a	54,3 c	53,9 a

8.24. táblázat. A Jonica fák által felfogott fotoszintetikusan aktív fény arányának alakulása (2004-2006).

Sor- és tőtávolság	tőszám	Fényfelfogás (%)		
		2004	2005	2006
4,5 x 1,75	1270	27,5 a	30,6 a	32,3 a
4,5 x 1,50	1481	26,6 a	37,1 a	36,3 ab
4,5 x 1,25	1778	27,3 a	39,3 a	39,3 ab
4,5 x 1,00	2222	33,2 a	39,3 a	39,5 ab
3,6 x 1,50	1852	26,3 a	31,3 a	35,4 ab
3,6 x 1,25	2222	33,9 a	36,2 a	40,3 b
3,6 x 1,00	2778	34,9 a	35,9 a	34,9 ab
3,6 x 0,75	3704	36,1 a	37,8 a	36,3 ab

8.25. táblázat. A Gala Must fák levélfelület indexének alakulása 2004-2006 között.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Levélfelület-index			
		2004	2005	2006	átlag
4,5 x 1,75	1270	0,430 a	0,361 ab	0,493 a	0,428
4,5 x 1,50	1481	0,455 a	0,387 ab	0,618 a	0,487
4,5 x 1,25	1778	0,528 a	0,407 b	0,529 ab	0,488
4,5 x 1,00	2222	0,505 a	0,427 ab	0,549 ab	0,494
3,6 x 1,50	1852	0,479 a	0,490 a	0,792 bc	0,587
3,6 x 1,25	2222	0,570 a	0,507 ab	0,779 c	0,619
3,6 x 1,00	2778	0,536 a	0,493 ab	0,869 bc	0,633
3,6 x 0,75	3704	0,658 a	0,543 ab	0,868 c	0,690

8.26. táblázat. A Jonica fák levélfelület indexének alakulása 2004-2006 között.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Levélfelület-index			
		2004	2005	2006	átlag
4,5 x 1,75	1270	0,247 a	0,256 a	0,188 a	0,230
4,5 x 1,50	1481	0,243 a	0,314 ab	0,374 ab	0,310
4,5 x 1,25	1778	0,241 a	0,365 ab	0,421 a	0,342
4,5 x 1,00	2222	0,299 a	0,354 ab	0,404 a	0,352
3,6 x 1,50	1852	0,238 a	0,233 ab	0,549 bc	0,340
3,6 x 1,25	2222	0,334 a	0,283 ab	0,644 bc	0,420
3,6 x 1,00	2778	0,336 a	0,276 ab	0,568 c	0,393
3,6 x 0,75	3704	0,359 a	0,291 b	0,600 c	0,417

8.27. táblázat. A Gala Must fákon elhelyezkedő virágzatok számának alakulása 2002-2006 között.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Fánkénti virágzatok száma (db/fa)				
		2002	2003	2004	2005	2006
4,5 x 1,75	1270	3,56 a	104 b	36 ab	539 de	3,5 a
4,5 x 1,50	1481	4,48 a	99 b	30 a	577 e	7,2 a
4,5 x 1,25	1778	5,27 a	105 b	40 ab	496 cde	5,9 a
4,5 x 1,00	2222	4,19 a	95 b	34 ab	432 bcd	6,8 a
3,6 x 1,50	1852	4,44 a	37 a	79 c	352 ab	15 a
3,6 x 1,25	2222	5,32 a	41 a	62 bc	407 abc	10,6 a
3,6 x 1,00	2778	3,91 a	39 a	54 abc	336 ab	10,4 a
3,6 x 0,75	3704	6,17 a	42 a	49 ab	297 a	10 a

8.28. táblázat. A Jonica fákon elhelyezkedő virágzatok számának alakulása 2002-2006 között.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Fánkénti virágzatok száma (db/fa)				
		2002	2003	2004	2005	2006
4,5 x 1,75	1270	4,9 a	17,6 a	107 a	243 c	16 a
4,5 x 1,50	1481	6,9 a	19,0 a	116 a	202 bc	22 ab
4,5 x 1,25	1778	6,9 a	19,2 a	112 a	142 ab	32 abc
4,5 x 1,00	2222	6,5 a	15,0 a	107 a	143 ab	21 ab
3,6 x 1,50	1852	4,9 a	11,9 a	130 a	172 ab	60 c
3,6 x 1,25	2222	4,8 a	10,8 a	130 a	148 ab	38 abc
3,6 x 1,00	2778	6,5 a	15,0 a	111 a	126 a	51 bc
3,6 x 0,75	3704	6,6 a	14,3 a	103 a	130 a	49 abc

8.29. táblázat. A Gala Must fák terméshozamának alakulása 2001-2007 között.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Fánkenti terméshozam (kg/fa)						
		2001	2002	2003	2004	2006	2007	halmozott
4,5 x 1,75	1270	0,14 ab	0,51 a	9,0 c	4,4 a	1,12 a	10,4 b	25,5 b
4,5 x 1,50	1481	0,11 a	0,62 a	9,6 c	5,4 ab	1,60 a	10,4 b	27,7 de
4,5 x 1,25	1778	0,17 ab	0,58 a	8,2 bc	7,4 a-d	1,03 a	10,5 b	27,9 de
4,5 x 1,00	2222	0,15 ab	0,69 ab	7,9 bc	6,8 abc	1,28 a	10,3 b	27,2 d
3,6 x 1,50	1852	0,11 a	0,60 a	6,8 ab	14,0 e	1,16 a	7,3 a	29,9 f
3,6 x 1,25	2222	0,12 ab	0,77 ab	6,6 ab	10,6 d	1,79 a	6,4 a	26,3 c
3,6 x 1,00	2778	0,15 ab	0,61 a	5,9 a	9,9 cd	1,27 a	6,6 a	24,5 a
3,6 x 0,75	3704	0,22 b	0,90 b	6,0 a	8,7 bcd	1,54 a	7,0 a	24,3 a

8.30. táblázat. A Jonica fák terméshozamának alakulása 2001-2007 között.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Fánkenti terméshozam (kg/fa)						
		2001	2002	2003	2004	2005	2007	halmozott
4,5 x 1,75	1270	0,12 ab	0,26 a	2,28 a	7,76 a	14,3 b	14,59 d	39,3 e
4,5 x 1,50	1481	0,22 c	0,58 b	2,15 a	7,95 a	13,8 b	13,56 cd	38,3 de
4,5 x 1,25	1778	0,12 ab	0,56 b	2,61 a	9,44 a	14,3 b	11,21 b	38,2 de
4,5 x 1,00	2222	0,19 bc	0,44 ab	2,17 a	9,24 a	12,9 b	11,65 bc	36,6 d
3,6 x 1,50	1852	0,07 a	0,47 b	1,87 a	9,03 a	8,6 a	8,74 a	28,8 b
3,6 x 1,25	2222	0,05 a	0,61 b	2,28 a	9,94 a	9,0 a	8,86 a	30,7 c
3,6 x 1,00	2778	0,08 a	0,64 b	1,69 a	9,18 a	8,9 a	8,12 a	28,6 ab
3,6 x 0,75	3704	0,10 a	0,61 b	1,63 a	8,50 a	9,1 a	7,04 a	27,0 a

8.31. táblázat. A Gala Must fák egyedi gyümölcssegyenérték-hozamának alakulása.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Fánkenti gyümölcssegyenérték-hozam (kg/fa)		
		2003	2004	2007
4,5 x 1,75	1270	8,56 c	4,21 a	8,79 b
4,5 x 1,50	1481	9,12 c	5,33 ab	8,65 b
4,5 x 1,25	1778	7,78 bc	7,15 a-d	7,65 ab
4,5 x 1,00	2222	7,65 bc	6,72 abc	8,86 b
3,6 x 1,50	1852	6,18 ab	13,73 e	5,74 a
3,6 x 1,25	2222	5,80 a	10,31 d	5,32 a
3,6 x 1,00	2778	5,33 a	9,62 cd	5,11 a
3,6 x 0,75	3704	5,18 a	8,42 bcd	5,39 a

8.32. táblázat. A Jonica fák egyedi gyümölcssegyenérték-hozamának alakulása.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Fánkenti gyümölcssegyenérték-hozam (kg/fa)		
		2004	2005	2007
4,5 x 1,75	1270	7,68 a	14,07 b	11,50 c
4,5 x 1,50	1481	7,82 a	12,89 b	11,03 c
4,5 x 1,25	1778	9,33 a	12,86 b	8,68 b
4,5 x 1,00	2222	9,13 a	12,33 b	8,79 b
3,6 x 1,50	1852	8,66 a	8,49 a	6,91 ab
3,6 x 1,25	2222	9,64 a	8,61 a	7,27 ab
3,6 x 1,00	2778	8,65 a	8,80 a	6,17 a
3,6 x 0,75	3704	7,96 a	8,77 a	5,09 a

8.33. táblázat. A Gala Must fák terméshozam indexének alakulása (kg/cm²) 2003-2004-ben.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Terméshozam index	
		2003	2004
4,5 x 1,75	1270	0,861 a	0,28 a
4,5 x 1,50	1481	0,995 a	0,34 a
4,5 x 1,25	1778	0,882 a	0,52 ab
4,5 x 1,00	2222	0,891 a	0,52 ab
3,6 x 1,50	1852	0,811 a	0,89 c
3,6 x 1,25	2222	0,858 a	0,77 bc
3,6 x 1,00	2778	0,809 a	0,75 bc
3,6 x 0,75	3704	0,878 a	0,72 bc

8.34. táblázat. A Jonica fák terméshozam indexének alakulása (kg/cm²) 2003-2005 között.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Terméshozam index		
		2003	2004	2005
4,5 x 1,75	1270	0,34 a	0,69 a	1,01 ab
4,5 x 1,50	1481	0,34 a	0,73 a	1,03 ab
4,5 x 1,25	1778	0,42 a	0,88 a	1,12 b
4,5 x 1,00	2222	0,37 a	0,86 a	0,98 ab
3,6 x 1,50	1852	0,35 a	0,87 a	0,80 a
3,6 x 1,25	2222	0,42 a	0,92 a	0,83 a
3,6 x 1,00	2778	0,32 a	0,93 a	0,88 ab
3,6 x 0,75	3704	0,35 a	0,89 a	1,02 ab

8.35. táblázat. A Gala Must ültetvény hektáronkénti virágzatának száma 2002-2006 között.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Hektáronkénti virágzatok száma (db/ha)				
		2002	2003	2004	2005	2006
4,5 x 1,75	1270	4524 a	132738 cd	45952 a	684127 ab	4405 a
4,5 x 1,50	1481	6639 a	147325 cde	43635 a	854321 abc	10590 a
4,5 x 1,25	1778	9360 a	187333 ef	70933 ab	881778 abc	10459 a
4,5 x 1,00	2222	9310 a	211923 f	75693 abc	959904 c	15202 a
3,6 x 1,50	1852	8228 a	67734 a	145679 cd	651852 a	27819 a
3,6 x 1,25	2222	11822 a	91378 ab	138926 bcd	903704 abc	23630 a
3,6 x 1,00	2778	10861 a	108358 bc	148781 cd	933333 bc	28842 a
3,6 x 0,75	3704	22864 b	154309 de	182654 d	1098765 c	37078 a

8.36. táblázat. A Jonica ültetvény hektáronkénti virágzatának száma 2002-2006 között.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Hektáronkénti virágzatok száma (db/ha)				
		2002	2003	2004	2005	2006
4,5 x 1,75	1270	6222 a	22381 a	135276 a	308669 a	20179 a
4,5 x 1,50	1481	10207 ab	28106 a	171572 ab	299259 a	32971 a
4,5 x 1,25	1778	12213 abc	34151 ab	198400 abc	252444 a	57007 ab
4,5 x 1,00	2222	14415 bc	29758 a	238370 bcd	317778 a	47716 a
3,6 x 1,50	1852	9000 ab	21951 a	240833 bcd	319136 a	110216 abc
3,6 x 1,25	2222	10563 ab	24052 a	289185 cd	328889 a	84802 ab
3,6 x 1,00	2778	17932 c	41651 ab	308272 de	349074 a	140679 bc
3,6 x 0,75	3704	24497 d	53108 b	380137 e	482804 b	183047 c

8.37. táblázat. A Gala Must ültetvény hektáronkénti terméshozamának alakulása 2001-2007 között.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Hektáronkénti terméshozam (t/ha)						
		2001	2002	2003	2004	2006	2007	<i>halmozott</i>
4,5 x 1,75	1270	0,18 a	0,65 a	11,4 a	5,5 a	1,4 a	13,2 a	32,4 a
4,5 x 1,50	1481	0,17 a	0,90 ab	14,2 abc	8,0 ab	2,4 a	15,4 a	41,0 ab
4,5 x 1,25	1778	0,30 a	1,03 ab	14,5 abc	13,1 ab	1,8 a	18,7 ab	49,5 bc
4,5 x 1,00	2222	0,33 a	1,52 ab	17,5 c	15,2 b	2,9 ab	22,9 bc	60,3 cd
3,6 x 1,50	1852	0,21 a	1,11 ab	12,5 ab	25,9 c	2,1 a	13,5 a	55,4 bcd
3,6 x 1,25	2222	0,27 a	1,71 b	14,6 abc	23,6 c	4,0 ab	14,2 a	58,4 cd
3,6 x 1,00	2778	0,41 a	1,67 ab	16,5 bc	27,5 c	3,5 ab	18,4 ab	68,0 d
3,6 x 0,75	3704	0,81 b	3,34 c	22,3 d	32,1 c	5,7 b	25,9 c	90,2 e

8.38. táblázat. A Jonica ültetvény hektáronkénti terméshozamának alakulása 2001-2007 között.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Hektáronkénti terméshozam (t/ha)						
		2001	2002	2003	2004	2005	2007	<i>halmozott</i>
4,5 x 1,75	1270	0,14 a	0,33 a	2,8 a	9,7 a	18,1 a	18,5 ab	46,3 a
4,5 x 1,50	1481	0,20 a	0,74 ab	2,9 ab	11,8 a	20,4 abc	19,6 ab	51,8 ab
4,5 x 1,25	1778	0,20 a	1,00 b	4,6 abc	16,8 ab	25,4 cd	19,9 ab	62,1 bc
4,5 x 1,00	2222	0,42 a	0,96 ab	4,8 abc	20,5 b	28,7 d	25,9 c	75,1 d
3,6 x 1,50	1852	0,13 a	0,87 ab	3,5 ab	16,7 ab	16,0 a	16,2 a	48,9 ab
3,6 x 1,25	2222	0,11 a	1,36 bc	5,1 bc	22,1 b	20,0 ab	19,7 ab	61,8 bc
3,6 x 1,00	2778	0,23 a	1,74 cd	4,4 abc	25,0 bc	24,7 bcd	22,6 bc	72,2 cd
3,6 x 0,75	3704	0,36 a	2,24 d	6,0 c	31,5 c	33,8 e	26,1 c	91,3 e

8.39. táblázat. A Gala Must ültetvény gyümölcssegyenérték-hozamának alakulása.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Az ültetvény gyümölcssegyenérték- hozama (t/ha)		
		2003	2004	2007
4,5 x 1,75	1270	10,86 a	5,35 a	11,15 a
4,5 x 1,50	1481	13,51 ab	7,90 ab	12,81 a
4,5 x 1,25	1778	13,82 ab	12,70 ab	13,58 a
4,5 x 1,00	2222	16,99 bc	14,94 bc	19,7 b
3,6 x 1,50	1852	11,45 a	25,43 d	10,63 a
3,6 x 1,25	2222	12,90 a	22,91 cd	11,83 a
3,6 x 1,00	2778	14,82 ab	26,72 d	14,19 a
3,6 x 0,75	3704	19,20 c	31,19 d	19,97 b

8.40. táblázat. A Jonica ültetvény gyümölcssegyenérték-hozamának alakulása.

Sor- és tőtávolság	tőszám	Az ültetvény gyümölcssegyenérték- hozama (t/ha)		
		2004	2005	2007
4,5 x 1,75	1270	9,75 a	17,86 ab	14,59 ab
4,5 x 1,50	1481	11,58 a	19,09 abc	16,34 ab
4,5 x 1,25	1778	16,58 ab	22,85 bcd	15,41 ab
4,5 x 1,00	2222	20,28 b	27,39 d	19,54 b
3,6 x 1,50	1852	16,03 ab	15,72 a	12,80 a
3,6 x 1,25	2222	21,43 b	19,13 abc	16,17 ab
3,6 x 1,00	2778	24,02 bc	24,44 cd	17,15 ab
3,6 x 0,75	3704	29,50 c	32,49 e	18,84 b

8.41. táblázat. A havi középhőmérsékleti adatok 2001-2006-ig(C°). (*-Szigetcsép; **- Budapest XVIII.) x= hiányzó adatok (Talajtani és Vízgazdálkodási tanszék, Szigetcsépi Meteorológiai Állomás és az Országos Meteorológiai Szolgálat adatai).

év	jan.	febr.	márc.	ápr.	máj.	jún.	júl.	aug.	szept.	okt.	nov.	dec.
2001*	0,8	3,8	7,6	10,9	18,8	18,2	22,4	23,9	15,1	14,2	3,1	-4,8
2002*	0,1	5,4	8,1	11,8	19,5	21,9	24,3	22,0	16,5	10,8	x	x
2003**	-2,1	-3,4	5,6	10,8	20,1	23,6	22,7	24,6	17,3	8,5	7,0	0,9
2004**	-2,0	2,1	5,5	12,0	14,9	19,1	21,6	21,5	16,3	12,0	6,0	0,9
2005*	x	x	x	x	18,3	20,9	22,9	20,2	17,7	11,6	4,3	1,2
2006*	-2,1	-0,6	4,8	13,5	16,7	21,5	25,4	20,1	18,7	12,9	5,5	2,3

8.42. táblázat. Havi csapadékösszeg (mm) 2001-2006. (*-Szigetcsép; **- Budapest XVIII.) x= hiányzó adatok(Talajtani és Vízgazdálkodási tanszék, Szigetcsépi Meteorológiai Állomás és az Országos Meteorológiai Szolgálat adatai).

év	jan.	febr.	márc.	ápr.	máj.	jún.	júl.	aug.	szept.	okt.	nov.	dec.
2001*	92,8	9,3	66,3	29,0	45,2	69,7	124,6	13,8	101,7	6,1	x	x
2002*	10,4	17,7	29,3	70,6	24,7	74,1	77,5	66,4	49,0	57,4	x	x
2003**	38	28	2	20	37	15	63	20	16	96	39	5
2004**	34	55	63	53	65	69	54	30	14	50	64	39
2005*	x	x	x	x	92,1	60,8	66,1	144,3	48,6	7,1	41,1	77,4
2006*	47	46,7	37,2	23,0	65,5	70,7	62,1	102,7	19,0	16,2	19,6	5,5

M.3. Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet szeretném kifejezni Dr. Hrotkó Károly témavezető tanáromnak, aki a kísérletet körültekintően megtervezte, megteremtette a szükséges feltételeket a vizsgálatok elvégzéséhez, szakmai tanácsaival iránymutatást adott, mind a vizsgálatokhoz, mind a doktori dolgozat elkészítéséhez.

Nagy hálával és köszönettel tartozom a végeláthatatlan adtmennyiség felvételezésében segítségemre siető Magyar Lajos tanáromnak, a Szigetcsépi Tanggazdaság volt dolgozóinak, Gyeviki Mártának, Tóth Lászlónak és Hegyi Csabának.

Végül, de nem utolsósorban hálával tartozom férjemnek és családomnak, akik mindvégig bíztattak és erőt adtak a munkám során.