

# Alany-nemes kölcshatások biológiája

Dr. Hrotkó Károly  
egyetemi tanár  
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

# Alany-nemes kölcsönhatások jelentősége a kertészetben

- a fák méretszabályozása (növekedés, növekedési erély, morfológia, habitus)
- a fák terméshozási tulajdonságának befolyásolása (termőre fordulás, produktivitás, gyümölcs minőségi mutatók)
- fenofázisok és az egyedfejlődési fázisok (juvenilitás, öregedés, élettartam) befolyásolása
- termőhelyhez, abiotikus és biotikus stressztényezőkhez való alkalmazkodás

***A modern gyümölcs- és szőlőtermesztésnek ma nélkülözhetetlen eszköze az alanyok használata.***

# Az alanyhasználat két alapelve:

- Az oltási komponensek genomja nem változik, az alany természetesi szempontból előnyös tulajdonságait megtartja, a többkomponensű egyed új tulajdonságokkal gazdagszik.
- Az oltási komponensek anyagcseréje kölcsönhatások eredményeképpen módosul, az alany hatására a nemes fenotípusában előnyös és hátrányos módosulások egyaránt megjelenhetnek.

# Termesztési szempontból előnyös alanytulajdonságok főbb csoportjai

- Morfológiai jellemzők:  
stabil alanytörzs, gyökérzet elhelyezkedése, gyökérzet elágazódása, rögzítés a talajban
- Alkalmazkodóképesség abiotikus tényezőkhez:  
talajszerkezet, levegőztetés, víztartalom, szárazságtűrés, magas hőmérséklet és hideg tűrése, télállóság
- Tolerancia, rezisztencia biotikus tényezőkkel szemben: fonálféreg, talajgombák (Rosellinia, Roessleria), baktériumok (gyökérgolyva),



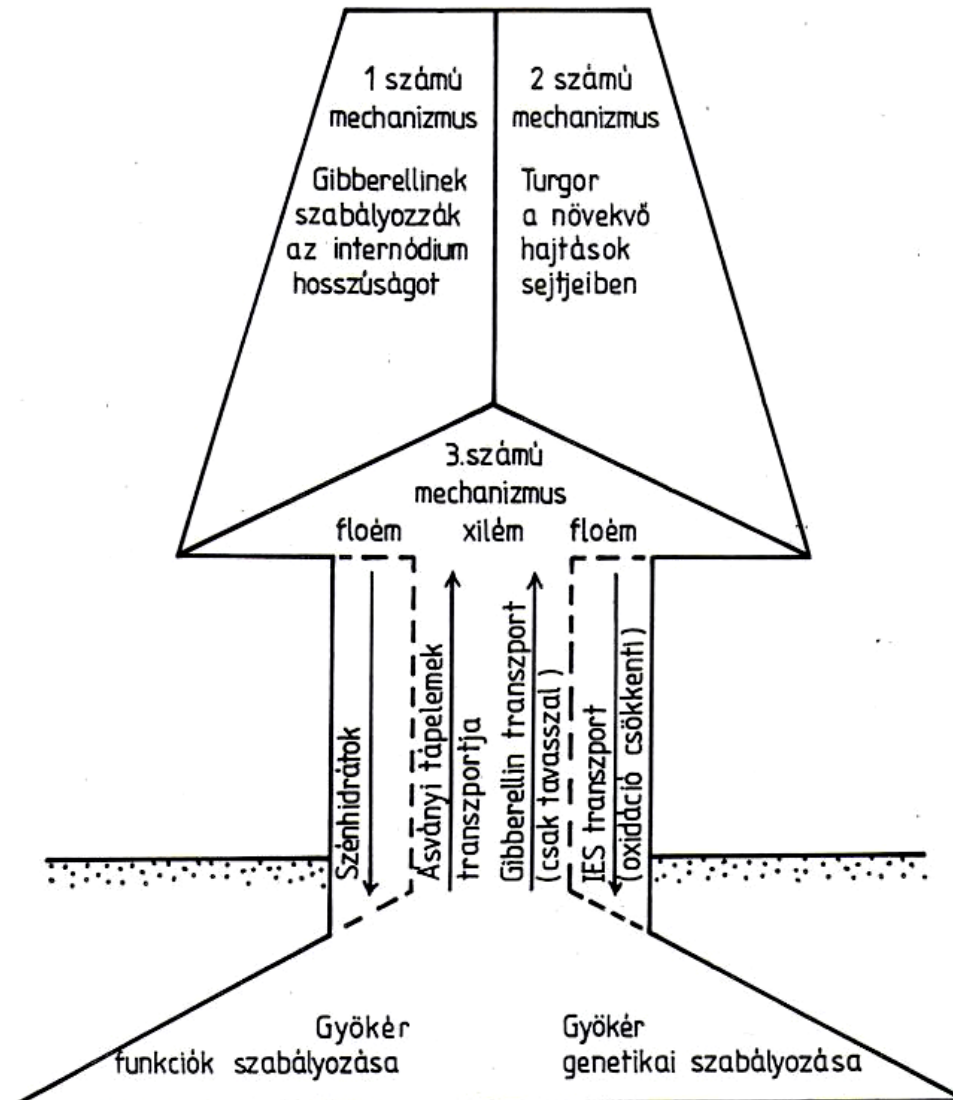
# Az alany hatására módosuló tulajdonságok a nemes fenotípusában

- Vegetatív teljesítmény: fa mérete, habitusa, növekedés intenzitása és dinamikája
- Fenofázisok: kihajtás, virágzás, hajtásnövekedés lezárása, lombhullás, nyugalmi állapot
- Fejlődési fázisok: termőre fordulás, előregedés, élettartam
- Generatív teljesítmény: virágzóképeség, termékenyülés, termés hozás
- Gyümölcsminőség: érési idő, méret, szín, tárolhatóság, beltartalom
- Öko- és patorezisztencia: télállóság, hidegtűrés (indirekt hatások), betegség- és kártevő-rezisztencia átvitel???

# A nemes hatása az alanyra

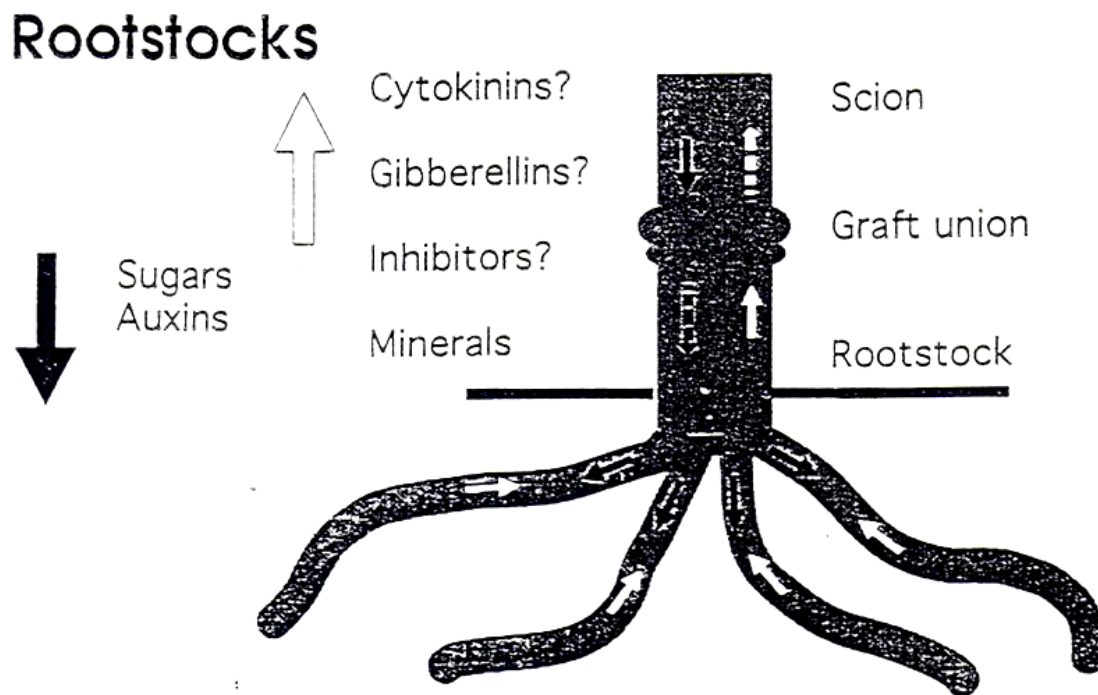
- Gyökérzet mérete, kiterjedése, elágazódás, szögállás
- A gyökér növekedésnek intenzitás és dinamikája
- A gyökérzet télállósága és hidegtűrése

# A gyümölcsfák növekedését befolyásoló lehetséges mechanizmusok (Faust 1989)

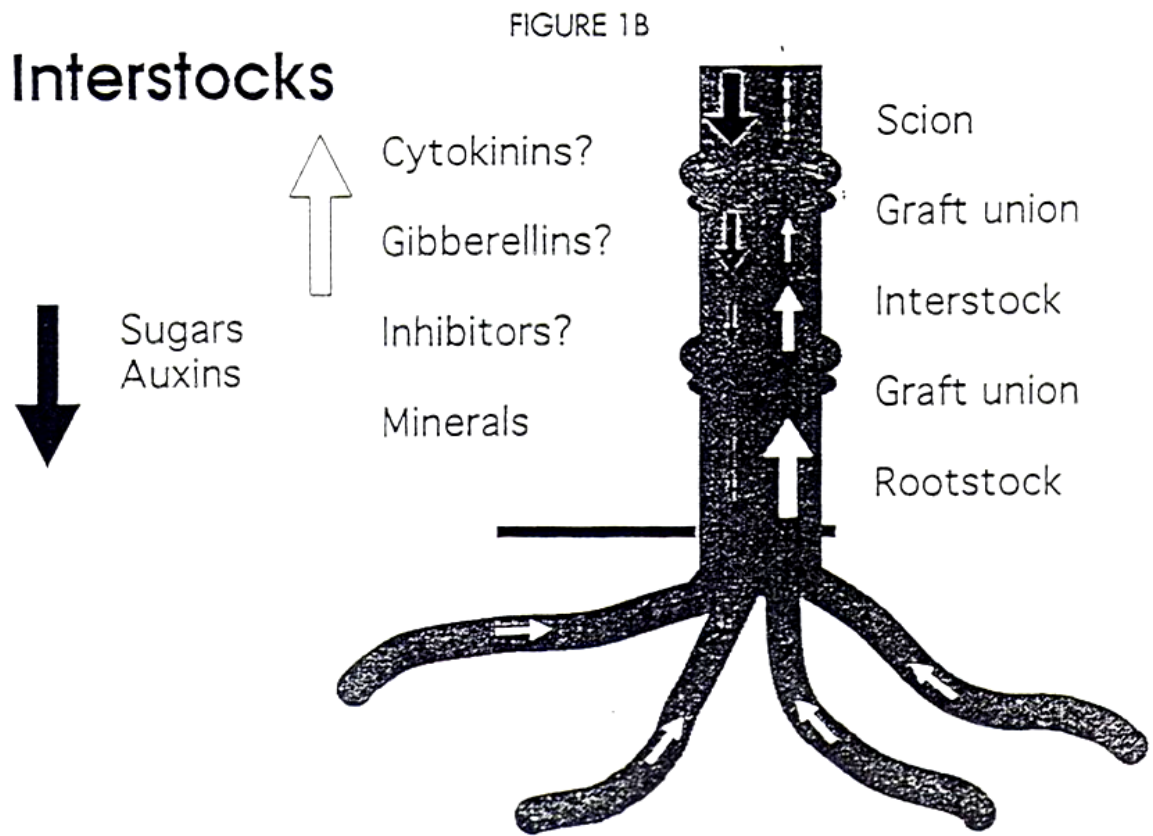


# Az alany és az oltási hely lehetséges hatása a gyökér és a korona közötti anyagtranszportra (Webster 1997)

FIGURE 1A  
ROOTSTOCKS  
POSSIBLE EFFECTS OF ROOTSTOCK OR INTERSTOCK SHANKS AND GRAFT UNIONS  
ON THE QUANTITIES OF MINERALS, ASSIMILATES AND HORMONES  
MOVING BETWEEN THE ROOT SYSTEM AND THE SCION



# Az alany és az oltási hely lehetséges hatása a gyökér és a korona közötti anyagtranszportra közbeoltásnál (Webster 1997)



# A kölcsönhatások ismert kiváltó tényezőinek főbb csoportjai

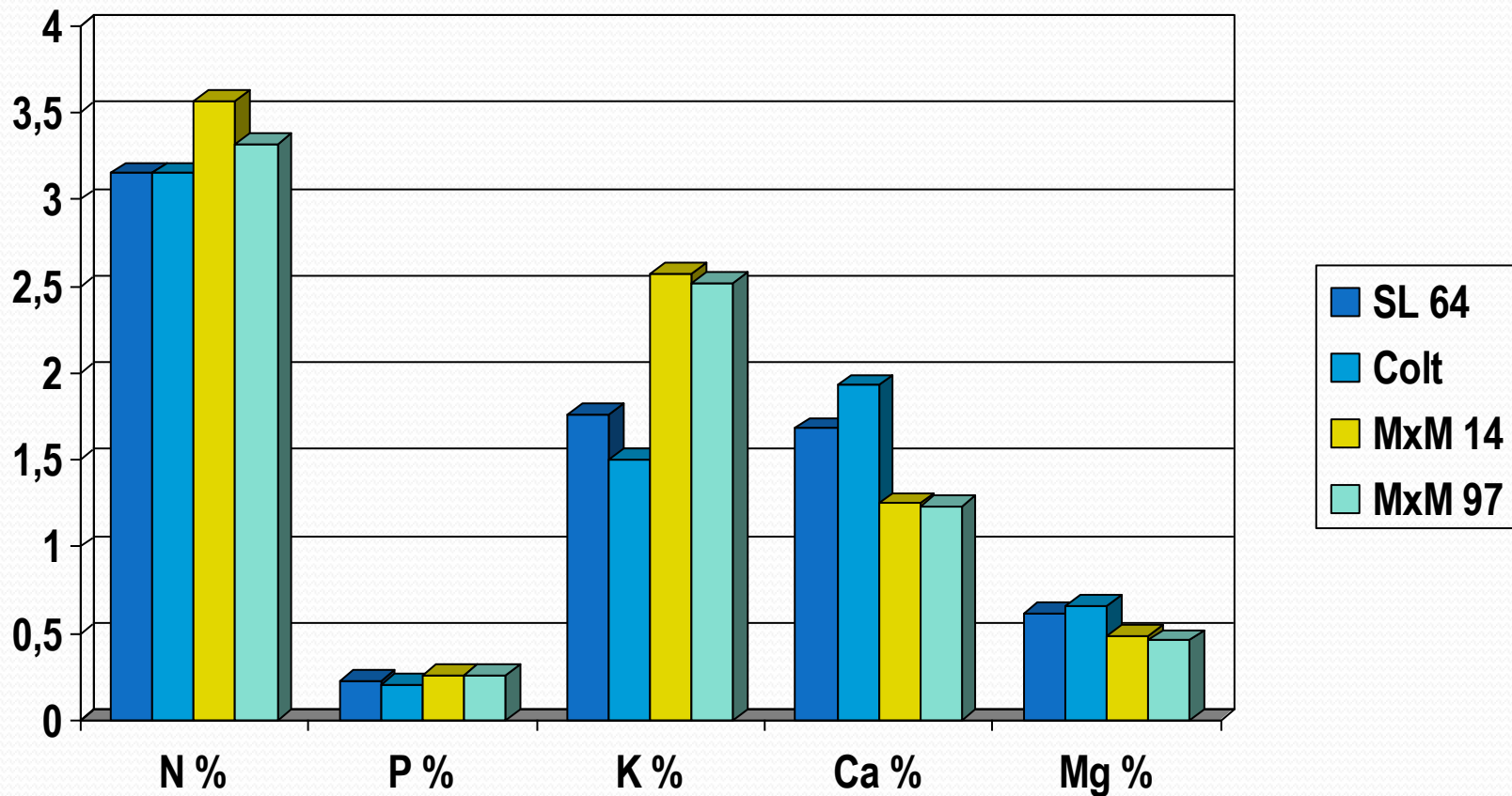
- Korrelációs egyensúly
- Eltérő intenzitás és dinamika a komponensek kapcsolódó anyagcsere-folyamataiban
- Transzlokációs képesség változása (víz, ásványi anyagok, asszimiláták)
- Hormonhatású anyagok eltérő mértékű és ritmusú képződése és transzlokációja
- Genetikai információ átvitele az oltási partnerek között: mRNS, fehérjék transzportja
- Zavaró, gátló, klónidegen anyagcsere-termékek megjelenése a rendszerben.

# Kapcsolódó anyagcserefolyamatok eltérő intenzitása és dinamikája

- Tápelemek felvétele és transzlokációja (xilémtranszport)
- Vízfelvétel és transzport
- Fotoszintetikus aktivitás, gázcsere
- Szénhidrát-anyagcsere különbségek és asszimiláták szállítása (floémtranszport)



# A különböző alanyú 'Van' cseresznyefák levelének tápelem-tartalma (Szigetcsép 1993)



# Transzlokációs képesség változása

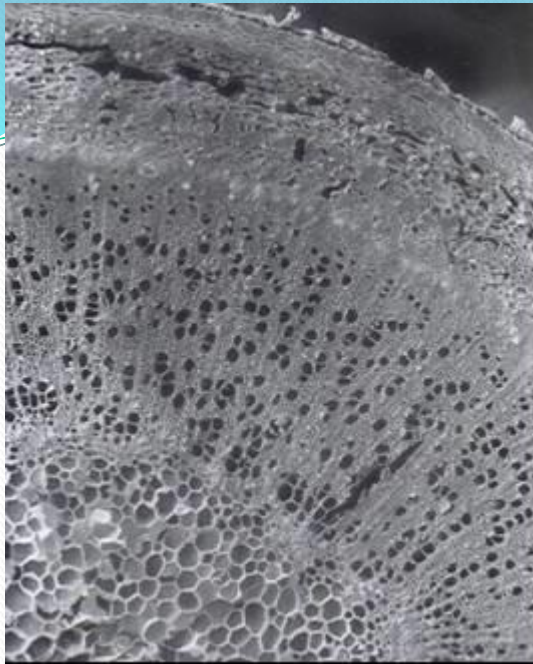
- Alany és nemes eltérő transzlokációs kapacitása a xilém transzportban
- Alany és nemes eltérő transzlokációs kapacitása a floém transzportban
- Oltási hely szűrő hatására ásványi (K, Ca, Mg, Fe, Zn) és szerves anyagok koncentrációváltozása a xilémnedvben
- Asszimiláták felhalmozódása az oltási hely felett

# Xilémtranszport

- Nedváram:  $E = d \Psi_w / R$  (Lakso 2003)  
(vízpotenciál különbség/hidraulikus ellenállás)
- A hidraulikus ellenállás jelentős részét a gyökér adja (Landsberg and Jones 1981)
- Erős növekedésű alanyok gyökérkeresztmetszetében a trachea-lumen területe többszöröse a törpékének >> gyorsabb transzlokáció, kisebb ellenállás
- Edénnyaláb rendellenességek, szűkületek az oltási helyen zavarják a transzportot, a nedváramlás sebessége lokálisan megnő
- Lignin lerakódás idővel (öregedés) eltömíti a tracheákat





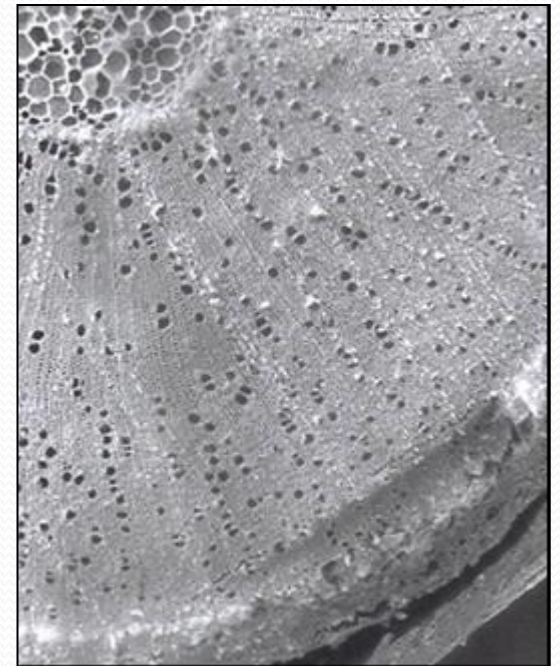


**Meggy CAB 11E 50x**

**Vadcseresznye 30x**



**Törpe Prob 50x**



# A trachealumen alakulása cseresznyefajták és alanyok vesszőiben

	<b>Germers- dorfi óriás</b>	<b>Van</b>	<b>Colt</b>	<b>SL64</b>	<b>MxM 14</b>
<b>Trachea db/cm<sup>2</sup></b>	<b>242</b>	<b>195</b>	<b>166</b>	<b>170</b>	<b>166</b>
<b>Egy trachea átlagos területe mm<sup>2</sup></b>	<b>0,002</b>	<b>0,001</b>	<b>0,0014</b>	<b>0,0012</b>	<b>0,0008</b>
<b>Trachea lumen mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup></b>	<b>0,484</b>	<b>0,195</b>	<b>0,232</b>	<b>0,204</b>	<b>0,128</b>

# Floém transzport

- Alma törpealanyoknál a floém/xilém aránya nagyobb
- Cseresznyénél a törpítő Weiroot hánccsaránya kisebb (Feucht 1982)
- Csepleszmelegben a rostacsövek aránya fele a vadcsereznyéének (Tanrisever és Feucht 1977)
- A hánccstranszport sebessége törpe alanyokban kisebb (Forche 1972)
- Az oltási hely akadályozhat >>>  
keményítőfelhalmozódás az oltási hely felett a hánccsban (duzzadás, rávastagodás)



## Floém transzport: A bazipetális $^{32}\text{P}$ transzport alakulása közbeoltott almaalanyokban (Forche 1972)

Kombináció	Sebesség cm/óra	Kombináció	Sebesség cm/óra	Kombináció	Sebesség cm/óra
M.11 M.11 M.11	19,9	M.11 M.7 M.11	12,2	M.11 M.9 M.11	8,1
M.7 M.11 M.7	16,4	M.7 M.7 M.7	9,2	M.7 M.9 M.7	6,1
M.9 M.11 M.9	9,2	M.9 M.7 M.9	6,2	M.9 M.9 M.9	5,1

# Hormonhatású anyagok eltérő mértékű képződése és transzlokációja

- Auxinok hajtáscsúcs fiatal leveleiben képződnek (nemes) és szállítódnak a nemes és alany háncsban a gyökér felé
- Gibberellinek: Képződés nem lokalizált, xilémnedvben szállítódnak > fiatal növekvő hajtásokban sejtmegnyúlás
- Citokininek gyökércsúcsban képződnek, xilémnedv szállítja a koronába
- Aktuális auxin/citokinin arány >>>  
Apikális dominancia  
Nyugalomban levő rügyek kihajtása,  
Másodrendű hajtások szögállása
- ABS – sejtek, szövetek öregedése, funkcióképesség romlása



# Háncs szerepének igazolása

- Lockard és Schneider (1981):  
MM.111 alanyú fán háncsot M.26-ra cserélték >>>  
törpítő hatás
- Alma törpe alanyokban vastagabb a háncs, több az élő,  
parenchimatikus sejt
- Auxinlebomlást elősegítő fenolszármazékok nagyobb  
mennyisége
- Napsugárzásnak való kitettség szerepe? (magas  
szemzés)

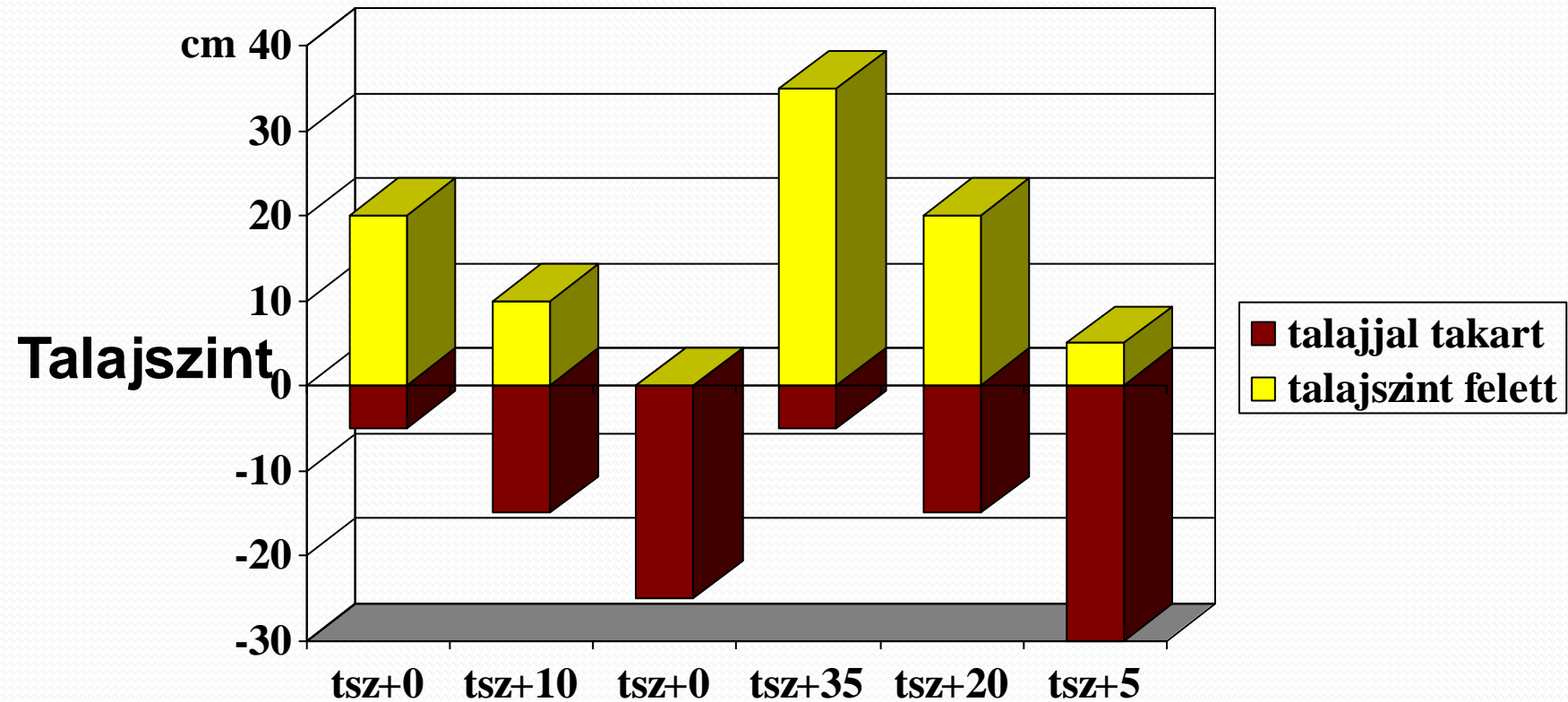
# Gibberellinek és ABS lehetséges szerepe

- M.9-ben kisebb a gibberellinszint, magasabb az ABS és inhibitor szint
- Gibberellinek törzsbe injektálása erősítette a növekedést
- ABS törzsbe injektálása csökkentette a növekedést

# Az alany helyzete a különböző mélységben telepített Idared fák törzsében: kísérlet Szigetcsépen 1990-2001

**M.26 és MM. 106**

**B. 9/ MM. 111**







**M. 26+0 és M. 26+20**



**M. 26+10**



**M. 26+20**



**MM. 106 +20 és +10**



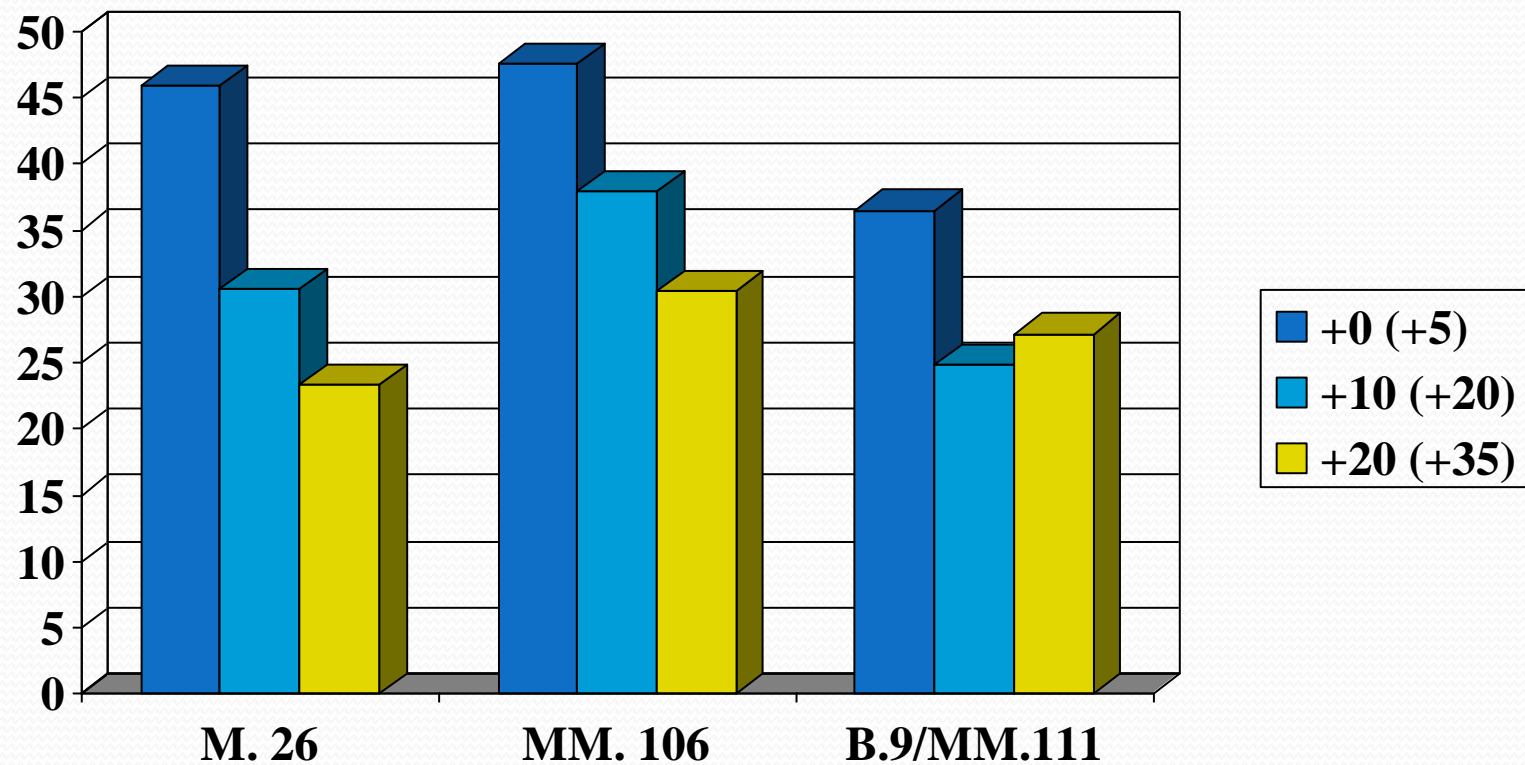
**MM. 106 +20**



**B. 9/MM.111 +5 és +20**



# A törzskeresztmetszet területe a 10. évben (cm<sup>2</sup>)



# Állási hely M. 26 és MM. 106



**M. 26 +20 cm**



**MM. 106 +20 cm**

**M. 26 +10 cm**



**MM. 106 +10 cm**



# A szemzési hely B.9 / MM. 111 közbeoltással

**+ 5 cm**



**+ 20 cm**



**+ 35 cm**



## *Mi az oka a törpítő hatás csökkenésének a talajjal takart alanytörzsben?*

- **A háncsban szállított auxinok lebomlása gyengül? GS transzport és képződés módosul?**
- **Az etiolált szárban kimutatott auxinokat védő fenolszärmazékok pozitív hatása?**  
*(Davies és Hartmann 1988, Englert et al. 1991)*
- **ABS képződés mérséklése az etiolált szárban – az öregedési folyamatok lassulása?**  
*(Hartmann et al. 1997)*

***Termőhelytől függő optimális alanytörzs kitétségg meghatározása fontos feladat.***

# Genetikai információ átvitele az oltási partnerek között

- Specifikus szabályozó fehérjék és mRNS átvitele a plazmodezma rendszer segítségével az oltási helyen (*Me* mutáció átvitele oltással paradicsomban)
- mRNS floémában mobilis

# Zavaró, gátló, klónidegen anyagcseretermékek

en

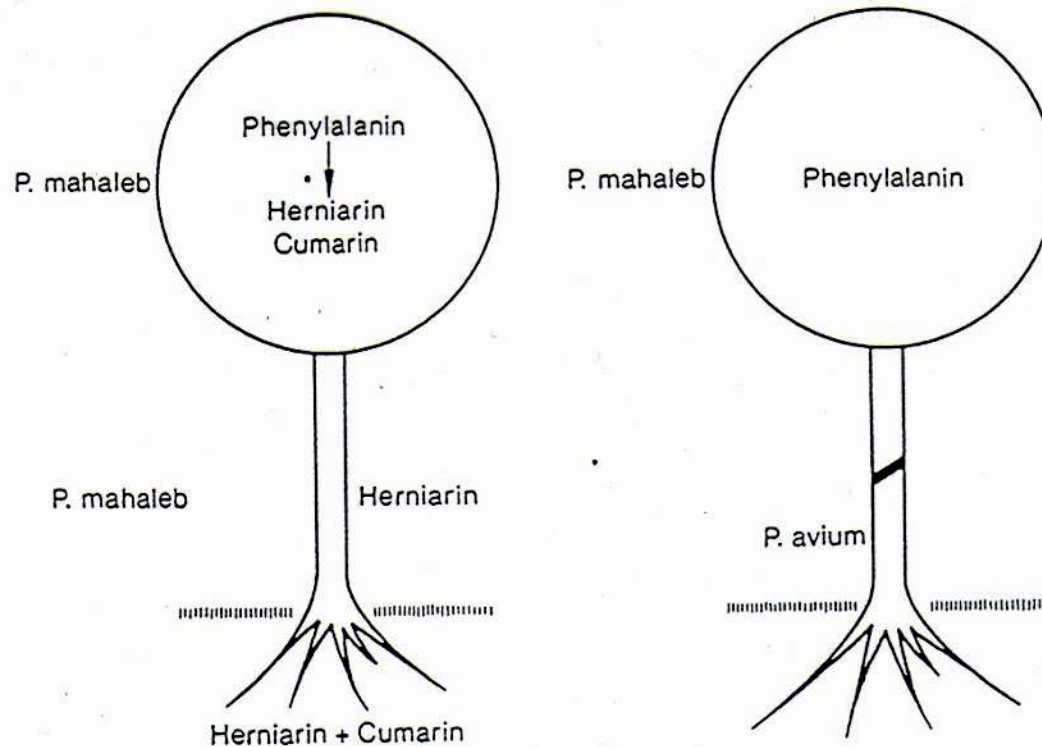


Abb. 142. Der "normale" Stoffwechsel von *P. mahaleb* (links). Die Synthese der Cumarine Herniarin und Cumarin, wird nach Pfropfung mit *P. avium* unterbunden.



# Oltási inkompatibilitás

- Ha a komponensek anyagcsere különbségeiből adódó és a kölcsönhatások okozta változások az egyes komponensek anyagcsere-rendszerének a modifikációs képességét meghaladják >>> diszfunkciók >>> inkompatibilitás.



# Az oltási hely anatómiai hiányosságai mint az inkompatibilitás okai

- Prunus féléknél (cseresznye) a hánacs rostacsövek differenciálódása hiányos (Schmid és Feucht 1981). Hormonok, szénhidrátok hiánya okozhatja a differenciálódás során.
- Kajszi-szilva kombinációknál edénnyalábok ugyan képződnek, de a kallusz nagyrészt soha nem differenciálódik (Errea et al 1994)
- Almánál a xilémbe ágyazódva parenchima szövet marad vissza > gyenge oltási hely Mark alanyon (Warmund et al 1993)
- Késleltetett inkompatibilitás: kajszi mirobalán alanyon, egyes fenyők, tölgyek

# Oltási inkompatibilitás jelentkezhethet

- Nekrotikus réteg hiányos lebomlása
- A kontakt zónában a komponensek sejtjeinek felismerési, elfogadási reakciója nem megfelelő
- A kontakt zónában a szöveti differenciálódás nem megfelelő (kambiumgyűrű, xilém és floém)
- Összekapcsolódó edénnyalábok nem kielégítően funkcionálnak
- A komponensek kapcsolódó anyagcsere-folyamataiban zavarok keletkeznek





Abb. 140. Veredlungsstelle von der Süßkirsche 'Charmes' mit *P. cerasus*. Der Zwischenraum zwischen den beiden Holzkörpern ist mit Kallusgewebe ausgefüllt. Aus dem oberen Holzteil (Süßkirsche), und zwar aus den Holzstrahlen, geht der Kallus hervor. Gegen das Holz von *P. cerasus* ist der Kallus durch eine nekrotische Schicht abgegrenzt.



Abb. 141. Veredlungsstelle von 'Hedelfinger' mit *P. padus* (maschinenveredelt mit Omega-Schnitt). Im Kontaktbereich der Kalluszone mit dem Omega-Kopf (Xylem) und dem Phloem von 'Hedelfinger' ist eine starke Nekrotisierung gegeben, insbesondere an den basalen Enden der Siebröhren.

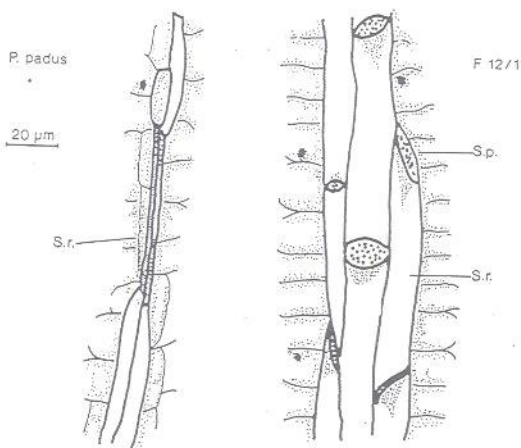


Abb. 146. Die Siebröhren von *P. padus* schrumpfen und kollabieren aufgrund von Unverträglichkeit mit dem Edelreis 'Hedelfinger'. Zum Vergleich ein Siebteil von *P. avium* F 12/1 aus einer Veredlung mit 'Hedelfinger' (S. p., Siebplatte; S. r., Siebröhre).

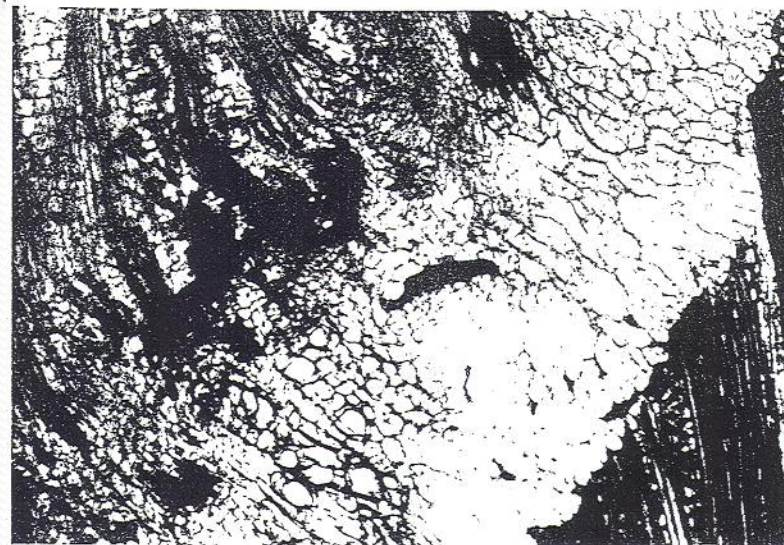


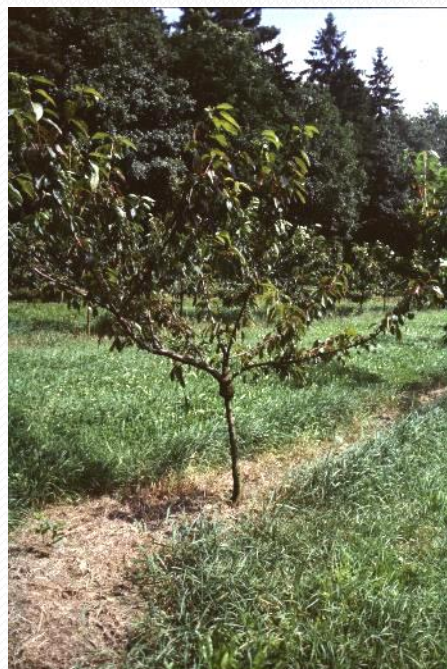
Abb. 136. Veredlungsstelle von *P. padus* mit 'Hedelfinger'. Auslaufende nekrotische Siebröhren (schwarz) von 'Hedelfinger' und Wundkallus (hell) zwischen den Veredlungspartnern. Unten rechts: Xylem von *P. padus*.

# Az inkompatibilitás tünetei

nem konzekvensen mindig inkompatibilásra utalnak!

- Rossz szemzés és oltás-eredés a faiskolában
- Rossz összeforrás és differenciálódás az oltási helyen, rövid életű fák
- Sima törési felület az oltási helyen idősebb fáknál
- Nagy növekedési különbségek az alany és a nemes között, eltérő vegetációs ritmus
- Alany sarjadzása (nem mindig inkompatibilitás)
- Korai lombszíneződés, lombhullás
- Sínylődő, pusztuló fa







# Az inkompatibilitás megjelenési típusai

(Herrero 1951)

- Mechanikai: az oltási komponensek mechanikai hatásra szétválnak
- Fiziológiai
- Késleltetett









# A fiziológiai inkompatibilitás megjelenési típusai

(Hartmann et al. 1997)

- Lokalizált: az oltási helyhez kötött, a komponensek szétválasztása megszünteti (Vilmos/Hardy/birs)
- Transzlokált: mindkét partnerrel kompatibilis Brompton közbeoltás nem szünteti meg (Hale's Early/Myrobalan B), keményítőfelhalmozódás a Brompton/Myrobalan B között



# Vírusok által indukált inkompatibilitás

- Stem pitting, Stem grooving  
almatermésűeknél
- Hiperszenzitív reakciók:  
NRV – Prune Dwarf:  
cseresznyénél
- Hiperszenzitív reakciók:  
Cherry Leaf Roll:  
diónál black line  
disease



# Inkompatibilitás vizsgálata, előrejelzésére irányuló próbálkozások

- Anatómai módszerek (oltási hely anatómiai vizsgálata)
  - Kalluszok összenövesztése in vitro
  - Izoenzim-struktúrák összehasonlítása
  - Genetikai fingerprint összehasonlítás
- 
- Nem adnak megbízható információt! Inkompatibilitással terhelt kombinációk optimális környezetben nem mutatnak tüneteket, míg a környezeti stressz nyomására a tünetek könnyen manifesztálódnak.

# Vilmos körte / birs inkompatibilitás

Birs alany	Vilmos körte nemes
Prunazint szintetizál (HCN-glükozid)	Prunazint nem képez
Transzport a xilémbe >>>	Körte glükozidáz enzime bontja a prunazint >>> HCN + glükóz
Szénhidrát transzport a gyökér irányában akadályozott	<<< HCN megtámadja a kambiumot, floém és xilém degenerálódik
Gyökér éheznek, több prunazint szállít >>>	Szabad HCN hánccs nekrosis okoz az oltási hely környékén
Hardy vajkörte, Papkörte, Old Home közbeoltás >>>	Glükozidáz enzimet gátló enzimet is tartalmaz >>> prunazin nem bomlik







# Az alanyhasználat környezetfiziológiai és technológiai tényezői

Dr. Hrotkó Károly  
egyetemi tanár

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

# Alany-nemes kölcsönhatások jelentősége a kertészetben

- a fák mére szabályozása (növekedés, növekedési erély, morfológia, habitus)
- a fák terméshozási tulajdonságának befolyásolása (termőre fordulás, produktivitás, gyümölcs minőségi mutatók)
- fenofázisok és az egyedfejlődési fázisok (juvenilitás, öregedés, élettartam) befolyásolása
- termőhelyhez, abiotikus és biotikus stressztényezőkhez való alkalmazkodás

***A modern gyümölcs- és szőlőtermesztésnek ma nélkülözhetetlen eszköze az alanyok használata.***

- ***Az alanyhasználat kérdései nem választhatók el a művelési rendszer kérdéskörétől!***



**A fák méretét  
befolyásoló  
tényezők**

# Fény abszorpció a gyümölcsösben

- Az ültetvény levélzete képezi az asszimilátákat a felfogott fény energiájával. Maximális PAR abszorpció vagy optimalizálás?
- A modern művelési rendszerekben fragmentált korona jellemző (művelőutak).
- A PAR abszorpciót befolyásoló fontosabb tényezők:
  - a korona architektúrája,
  - koronaborítottság indexe – művelőút arány,
  - LAI, levélsűrűség, árnyékolás.
- A levelek PAR hasznosításának tényezői:
  - sugárzási expozíció,
  - sztóma konduktancia,
  - levél hőmérséklet.

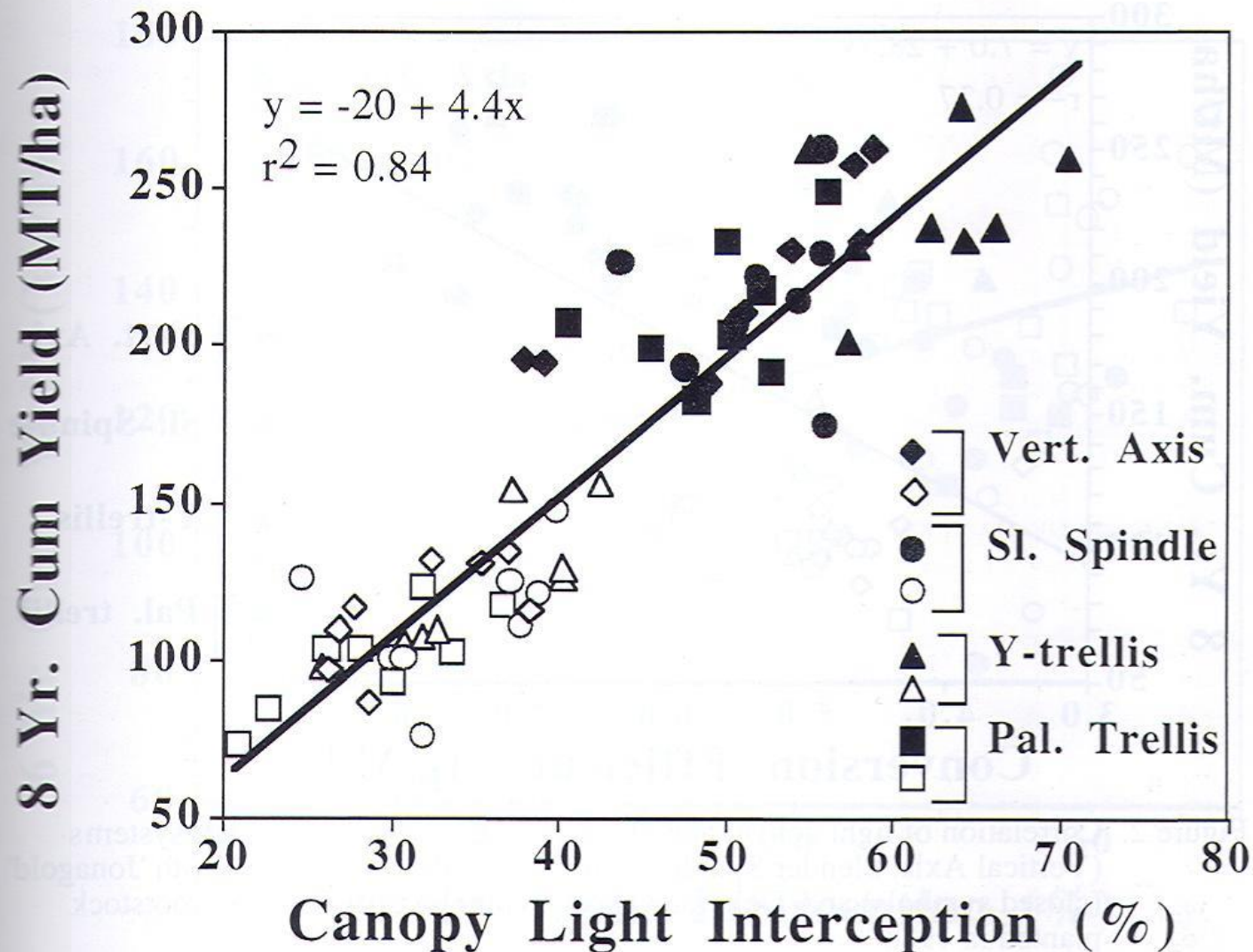


Figure 1. Correlation of canopy light interception and yield of 4 orchard systems (Vertical Axis, Slender Spindle, Y-trellis and Palmette trellis) with 'Jonagold' (closed symbols) and 'Delicious' (open symbols) trees on Mark rootstock planted in 1988.

# Fény abszorpció a gyümölcsösben

- Az ültetvény levélzete képezi az asszimilátákat a felfogott fény energiájával. Maximális PAR abszorpció vagy optimalizálás?
- A modern művelési rendszerekben fragmentált korona jellemző (művelőutak).
- A PAR abszorpciót befolyásoló fontosabb tényezők:
  - a korona architektúrája,
  - koronaborítottság indexe – művelőút arány,
  - LAI, levélsűrűség, árnyékolás.
- A levelek PAR hasznosításának tényezői:
  - sugárzási expozíció,
  - sztóma konduktancia,
  - levél hőmérséklet.





## Hagyományos ültetvények

80-90% koronaborítottság  
Költséges a kézi szedés  
Gépi betakarítás







**A növekvő művelőút  
arány csökkentette a  
kornával borított  
területet**





**Mediterrán katlankorona –  
Spanyol bokor: *javuló fényexpozíció***





# V sövény NWA & F University kísérleti ültetvény, Kína





# Félintenzív sudaras koronák

*Módosított Brunner –orsó*





# Hungarian Cherry Spindle

*szűkülő koronaátmérő*





# Karcsúorsó

*keskeny koronaátmérő*











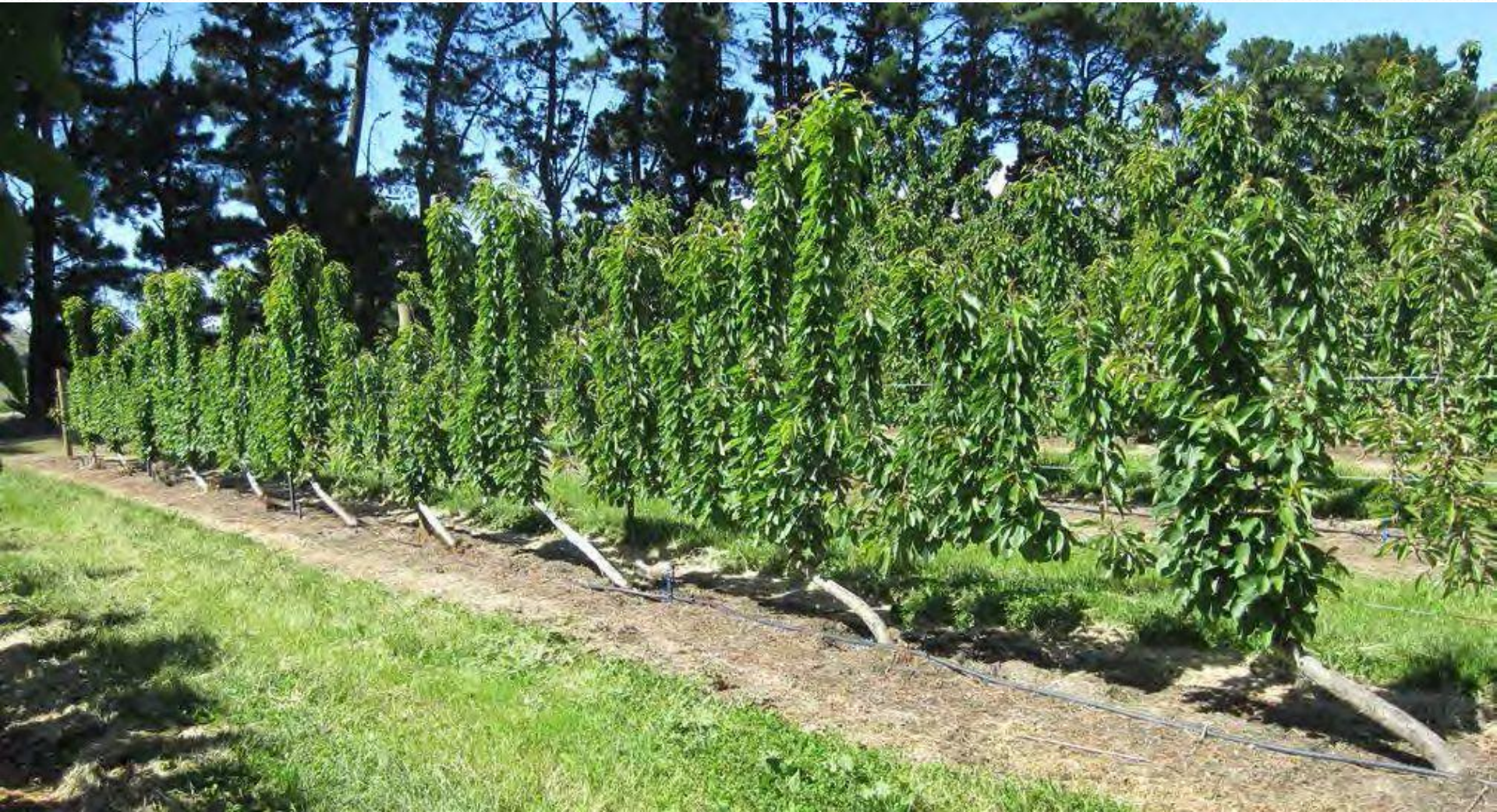
## **Szuperorsó: *keskeny levélfal***

Fényabszorpció intenzív cseresznyében, Hrotkó K.

MNE Tudományos Napok, 2015. 03. 11.



**UFO system: hand picking from ground, row distance 3 m  
well illuminated leafage,  
Disadvantages: 25-30% upright fruiting offshoots are always  
in non bearing stage.**





# UFO in greenhouse, Sanlian Company, Tongchuan





# A koronaborítottság indexe

(mért illetve számított adatok)



Alany növekedési erély	Hagyományos sudaras 8x7 m	Módosított Brunne r 6x4 m	Módosított Brunne r 6x4 m	HU Cherry Spindle I. 4x2 m	HU Cherry Spindle II. 4x2 m	Szuperorsó 3x0.6 m
<b>Erős</b>	0.7 – 0.9<	0.47	0.70	0.76	0.69	0.2 – 0.25
<b>Közép-erős</b>	-	0.38	0.61	0.60	0.62	
<b>Féltörpe, törpe</b>	-	-	-	0.43	0.51	

Fényabszorpció intenzív cseresznyében, Hrotkó K.

MNE Tudományos Napok, 2015. 03. 11.



# Optimális levélzet modell

## Ültetvény modell

Termés: 20 t/ha  
2 000 000 gyümölcs/ha  
átlagtömeg: 10 g

1.25 m<sup>2</sup> LA / 1 kg gyümölcs  
Teljes LA ≈  
30 000 m<sup>2</sup>/ha  
LAI ≈ 3.0

40 - 50 000 fm  
termőgally-hossz

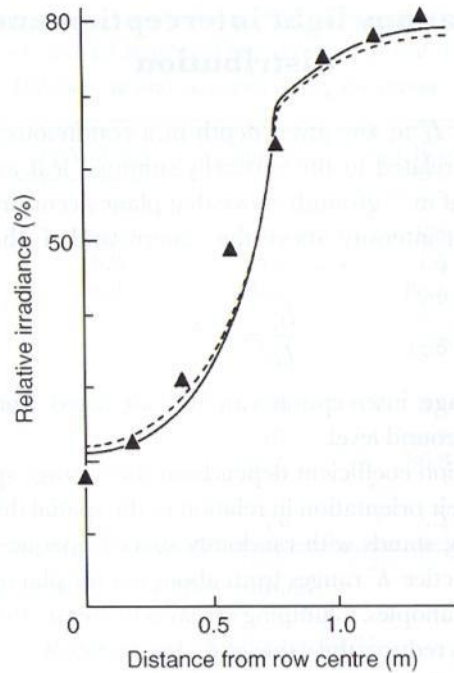






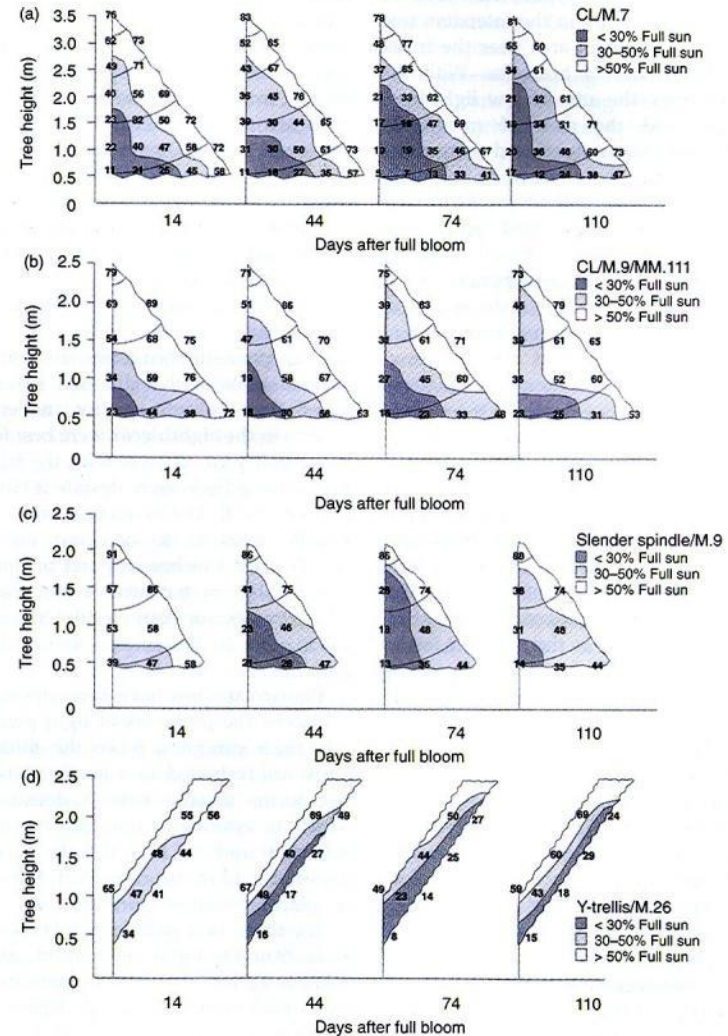
# Következtetések

- A PAR abszorpció csak egy eleme a művelési rendszer nevű „kirakós játéknak”.
- Optimalizáláshoz termőhelyi tényezőket (globál sugárzás, időjárási tényezők), fajta, alany, koronaforma, metszési mód szükséges vizsgálni.
- Az egyes elemek közötti kölcsönhatások megismeréséhez további vizsgálatok szükségesek.



**Figure 7.5** Comparison of observed ( $\blacktriangle$ ) values of relative irradiance across a row of hedgerow orchards at  $2.9 \times 0.9$  m spacing under diffuse light conditions with those predicted using a  $45^\circ$  leaf angle (solid line) and a spherical leaf angle distribution (broken line). From Palmer (1977b). Reproduced with permission.

## Jackson 2003



**Fig. 15.16.** Light distribution pattern at four times during the growing season for 11-year-old 'Empire' trees trained to: (a) the central leader (CL) system on M.7; (b) the mini-CL system on M.9/MM.111 interstem; (c) the slender-spindle system on M.9; or (d) the Geneva Y-trellis system on M.26 (from Robinson *et al.*, 1991b).

## Robinson (2003)

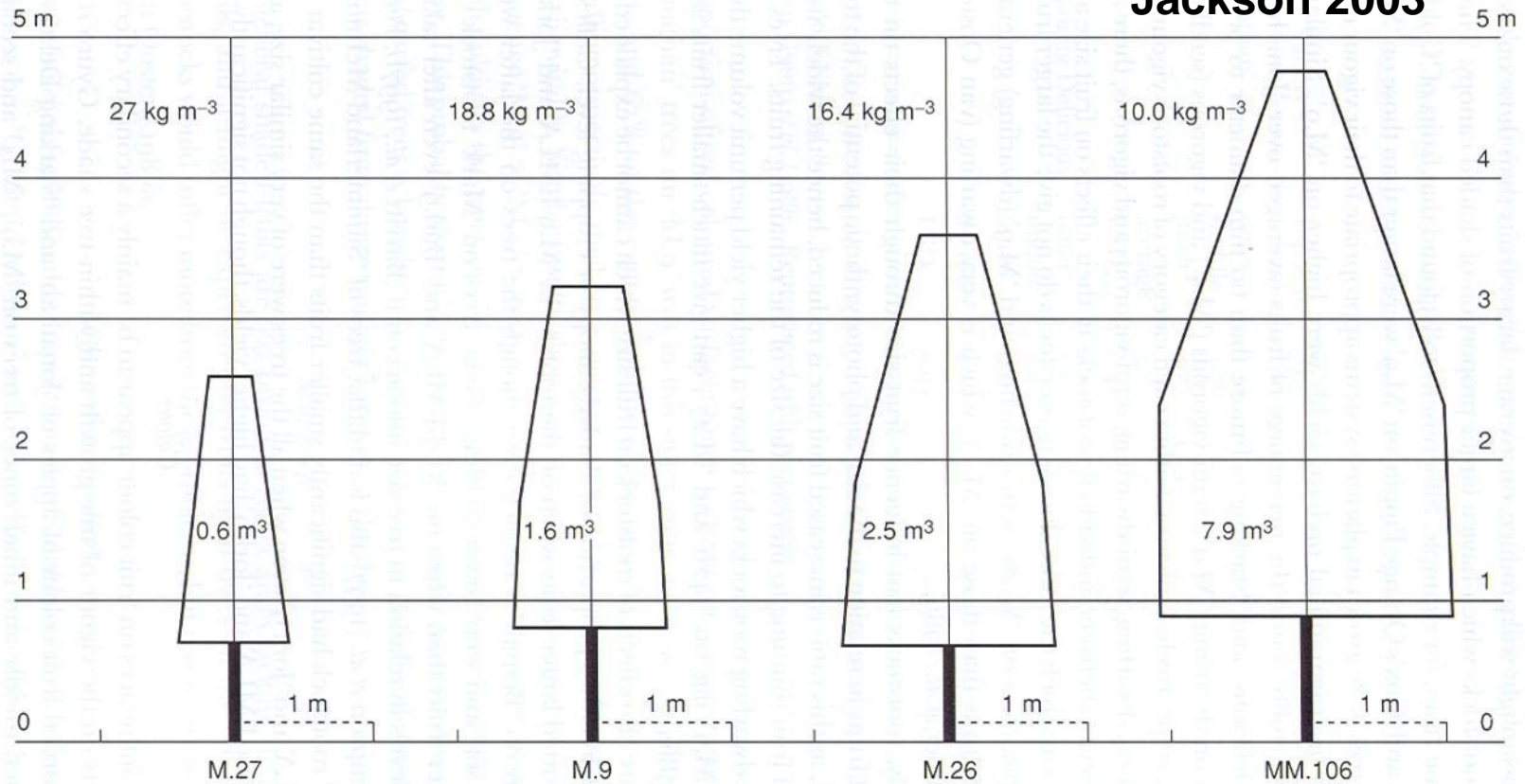
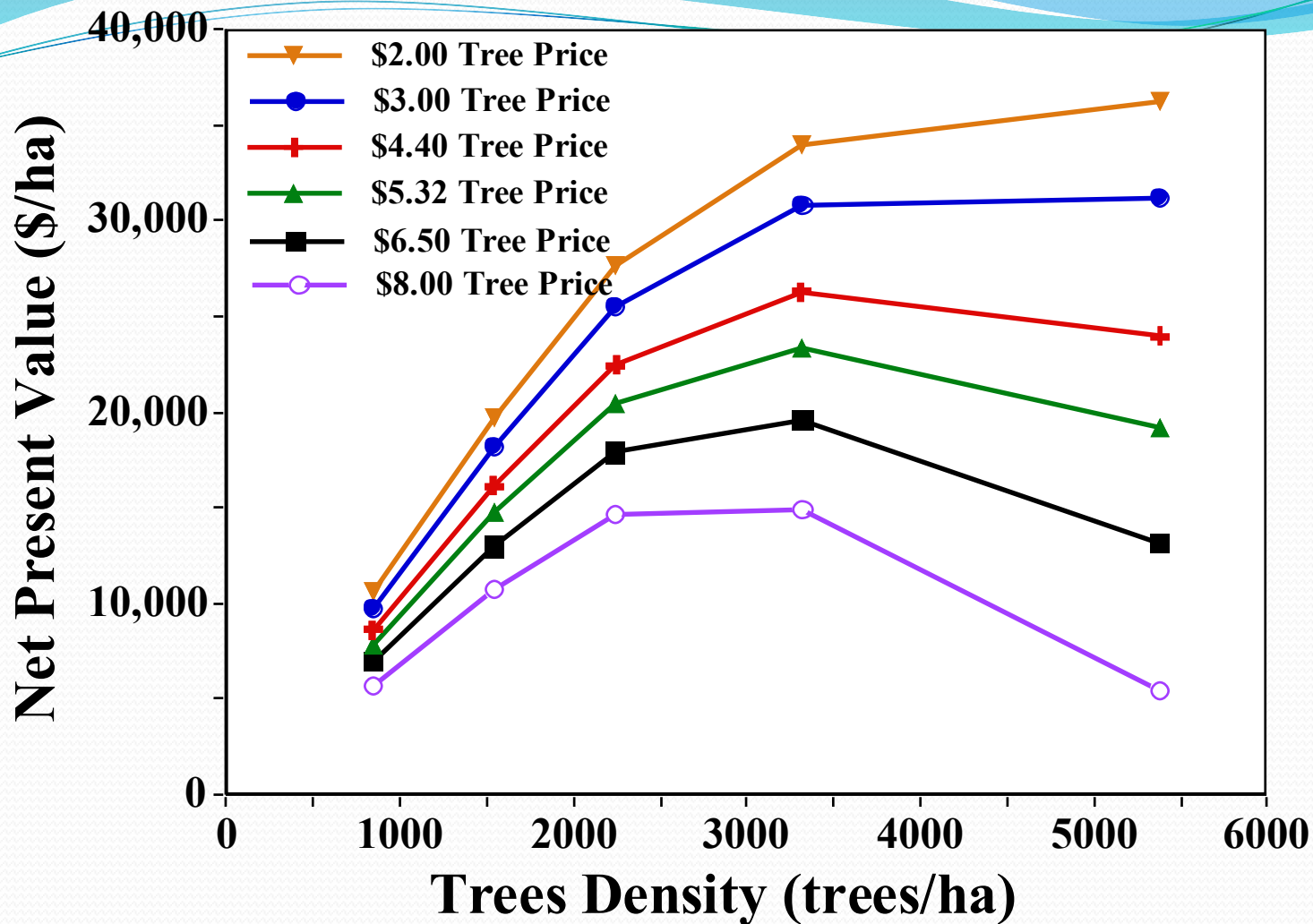


Figure 2.5 The effect of rootstocks 'M.27', 'M.9', 'M.26' and 'MM.106' on the canopy volume (m<sup>3</sup>) and yield (kg m<sup>-3</sup>) of 'Golden Delicious' apple trees, 7 years after planting. Reproduced from Lespinasse and Delort (1986) with permission.

<b>6000 fa</b>	<b>3000 fa</b>	<b>2000 fa</b>	<b>1000 fa</b>
<b>3600 m<sup>3</sup>/ha</b>	<b>4800 m<sup>3</sup>/ha</b>	<b>5000m<sup>3</sup>/ha</b>	<b>7900 m<sup>3</sup>/ha</b>
<b>97,2 t</b>	<b>90,2 t</b>	<b>82 t</b>	<b>79 t</b>



Effect of tree cost on profitability (Net Present Value after 20 years) of 5 high density orchard systems. (From Robinson et al., 2005)



# Optimális korona?

- Ergonómiai megfontolás kézi szedéshez: karnyújtásnyi korona rádiusz.
- Ez a 70-80 cm rádiusz mintegy 30% fénybejutást enged a korona belsejébe – elegendő a termésképzéshez.
- Kúpos korona – egyensúlyi állapot könnyebb fenntartása.
- A fajtaspecifikus termőgally képzés természetes sajátosságainak figyelembe vétele.