

Doktori (PhD) értekezés

BETEGSÉG-ELLENÁLLÓ ALMAFAJTÁK ÉS FAJTAJELÖLTEK
VIRÁGZÁS-FENOLÓGIAI ÉS TERMÉKENYÜLÉS-BIOLÓGIAI
SAJÁTOSSÁGAI

Bodor Péter

Témavezető: Dr. Tóth Magdolna, DSc
egyetemi tanár

Budapesti Corvinus Egyetem
Gyümölcstermő Növények Tanszék

Budapest
2009

A doktori iskola

megnevezése: Kertészettudományi Doktori Iskola

tudományága: Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok

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

Témavezető: Dr. Tóth Magdolna, DSc.
egyetemi tanár
BCE, Kertészettudományi Kar,
Gyümölcstermő Növények Tanszék

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

.....

Dr. Tóth Magdolna
Az iskolavezető jóváhagyása

.....

Dr. Tóth Magdolna
A témavezető jóváhagyása

A Budapesti Corvinus Egyetem Élettudományi Területi Doktori Tanács 2010. március 9-i határozatában a nyilvános vita lefolytatására az alábbi bíráló Bizottságot jelölte ki:

BÍRÁLÓ BIZOTTSÁG:

Elnöke:

Pedryc Andrzej, DSc

Tagjai:

Z. Kiss László, DSc

Nyéki József, DSc

Udvardy László, CSc

Opponensek:

Soltész Miklós, DSc

Szabó Zoltán, DSc

Titkár:

Lukácsy György, PhD

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	3
2. CÉLKITŰZÉS	5
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	6
3.1. Rendszertani besorolás	6
3.2. Rezisztens fajták jelentősége	6
3.3. Vizsgálatba vont fajták jellemzése	7
3.4. Virágzási és termékenyülési viszonyok	13
3.5. Virágzási időt befolyásoló tényezők	14
3.6. Virágzási idő megfigyelésének fenológiai alapjai	15
3.7. Virágzási idő megfigyelési módszerei	17
3.7.1. Szubjektív becslés	17
3.7.2. Virágzásritmika	20
3.7.3. Virágzásdinamika	20
3.8. Korábbi virágzásfenológiai vizsgálatok legfontosabb eredményei	21
3.9. Rezisztens fajták virágzásfenológiája	28
3.6. Fajták együtt virágzásának megfigyelési módszerei	29
3.7. A relatív virágzási sorrend szerepe a fajták együttvirágzásának meghatározásában	30
3.8. A virágzási időcsoportok kialakításának sokfélesége a szakirodalomban	31
3.9. Termékenyülés és gyümölcskötődés vizsgálati módszereinek áttekintése, eddigi eredmények	33
3.9.1. Öntermékenyülés, önmeddőség és parthenokarpia	33
3.9.2. Szabadon elvirágzó virágok termés-kötődése	34
3.9.3. Keresztezés	35
3.9.4. Pollentömlőfejlesztő képesség / pollen-életképesség	37
3.9.6. Idegentermékenyülés, interkompatibilitás / interinkompatibilitás	38
3.9.7. A termékenyülés kifejeződése a gyümölcsminőségben / metaxénia	39
3.10. Fajtatársítási javaslatok kidolgozása	42
4. ANYAG ÉS MÓDSZER	44
4.1. A kísérlet helye	44
4.2. A vizsgálatba vont fajták	45
4.3. Virágzási tulajdonságok vizsgálata	45
4.3.1. Virágzásdinamikai megfigyelések	45
4.3.2. Virágzási időcsoportok kialakítása	46
4.3.3. Együttvirágzás értékelése	47
4.4. Termékenyülési viszonyok vizsgálata	48
4.4.1. Öntermékenyülés és parthenokarpia mértékének meghatározása	48
4.4.2. Keresztezés – idegentermékenyülés vizsgálata	49
4.4.3. Fajták ploiditásának vizsgálata	50
4.4.4. Pollentömlő-fejlesztési vizsgálatok	51
4.5. Gyümölcsminőség vizsgálata / metaxénia értékelése	52
5. EREDMÉNYEK	55
5.1. Virágzási sajátosságok vizsgálatának eredményei	55
5.1.1. A virágzási idő hossza	55
5.1.2. A vizsgálatba vont fajták és fajtajelöltek virágzási ideje és sorrendje	58
5.1.3. Virágzási időcsoportok	67
5.1.4. A vizsgálatba vont fajták és fajtajelöltek együttvirágzásának meghatározására kidolgozott módszer	70
5.1.4.1. A vizsgálatba vont fajták és fajtajelöltek együttvirágzása	72

5.2. Termékenyülési viszonyok tisztázása	80
5.2.1. Öntermékenyülés és parthenokarpia.....	80
5.2.2. Gyümölcskötődés értékelése irányított megporzás esetén	82
5.2.3. Fajták ploiditásának vizsgálata.....	85
5.2.4. Pollentömlő-fejlesztési vizsgálatok.....	86
5.2.5. Gyümölcsminőség / metaxénia értékelése	88
6. EREDMÉNYEK MEGVITATÁSA.....	93
6.1. A vizsgálatba vont fajták és fajtajelöltek virágzási tulajdonságainak tisztázása ..	93
6.1.1. A virágzási idő hossza	93
6.1.2. Virágzási sorrend és virágzási időcsoportok.....	93
6.1.3. A vizsgálatba vont fajták besorolásának összevetése a korábbi kísérletek eredményeivel.....	98
6.1.4. Együttvirágzás	99
6.2. Termékenyülési viszonyok tisztázása	101
6.2.1. Öntermékenyülési és parthenokarpia hajlam.....	101
6.2.2. Idegentermékenyülés irányított megporzásból.....	102
6.2.3. A vizsgálatba vont fajták ploiditása.....	103
6.2.4. Pollentömlőfejlesztési-képesség	103
6.3. Gyümölcsminőség változása a pollenadó partner hatására – Metaxénia.....	105
6.4. Fajtatársítási javaslatok.....	108
7. ÖSSZEFOGLALÁS	112
8. SUMMARY	115
9. MELLÉKLETEK.....	118
10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	143

1. BEVEZETÉS

Az alma a világ negyedik legnagyobb mennyiségben termelt gyümölcsse, a mérsékelt égövben pedig a legjelentősebb gyümölcsfaj. 2007-ben a világ almatermése mintegy 66 millió tonna volt, a FAO (2009) adatai alapján. Magyarországon is – mennyiségét tekintve – a legjelentősebb gyümölcsfaj, volt olyan év, amikor 1,2 millió tonna termett belőle, de ez a '90-es évek elején 550-580 ezer tonnára csökkent. Az évenkénti termés mennyiség azóta is e körül az érték körül ingadozik, a KSH adatai alapján 2008-ban 568 ezer tonna alma termett az országban (Imre, 2009).

A termesztés során tapasztalt, évről évre súlyosabban jelentkező problémák (szélsőséges időjárási körülmények, piac rapszodikussága) ráirányíthatják a figyelmet a nagyobb ökológiai alkalmazkodó- és tűrőképességű, betegségeknek ellenálló rezisztens fajtákra. A termelők szkeptikussága e fajtákkal szemben egyrészt a növényvédőszer-gyártók ellenlobbija miatt, másrészt ezen új fajták technológiájáról (pl. fajtatársítás, tápanyag-utánpótlás) rendelkezésre álló csekély adatból fakadhat. Ezen adatok, módszerek, technológiák pótlására tehát égető szükség van, a termelők számára használható megoldást kell nyújtani!

Az idegenmegporzás (allogámia) a növényvilágban általános jelenség, a genetikai variabilitás fokozása érdekében „alkalmazzák” a növények, különféle mechanizmusokkal akadályozva az önmegporzást (autogámia) (Halász, 2008). Az alma esetében a legtöbb fajta is csak maximum 1-2%-os öntermékenyülési hajlamot mutat, ami nem elegendő a gazdaságos termés mennyiség eléréséhez. Az alma tehát gyakorlatilag önmeddő faj, így a fajtaválasztásnál, illetve az ültetvények tervezésénél nem elegendő a piaci szempontokat figyelembe venni. Olyan fajtatársítási terveket kell kidolgozni, melyben minden fajta számára megfelelő távolságban megfelelő pollenadó található. A pollenadónak való megfelelés számos tényezőtől függ. A fajtatársítási tervek készítésekor biológiai és technológiai szempontokat egyaránt figyelembe kell venni.

Technológiai szempont például az érési időszak hosszúsága, vagy az, hogy a rezisztens fajtákat ne társítsuk fogékonyakkal, hiszen így épp a rezisztenciájukból adódó előnyüket (csökkentett növényvédelmi igény) veszítenék el. További technológiai szempont a választott fajták felhasználási cél alapján történő összeállítása. Már telepítés előtt el kell dönteni, hogy asztali vagy ipari célpiacra akarunk termelni. Noha a felvásárlói árak alakulása egyértelműen a friss fogyasztású almatermesztés felé kell, hogy orientálja a termelőket, ne feledkezzünk meg az új, rezisztens fajták azon előnyéről, hogy kettős hasznosítási lehetőségekkel is kecsegtetnek.

Biológiai szempontok közül a fajták együttvirágzása, kölcsönös termékenyülő és termékenyítőképessége, valamint ennek – az *S*-allél rendszerben kódolt – genetikai háttere, vagyis a fajták termékenyülési kompatibilitása a mérvadó. Elengedhetetlen továbbá figyelembe venni az adott fajta pollentömlő-fejlesztési képességét, vagy épp pollensterilitását.

A virágzási és termékenyülési viszonyok ismerete tehát elengedhetetlen az ültetvények tervezésekor, már a telepítés előtt nagy hangsúlyt kell fektetni rá. Ugyanakkor termőkorban is kiemelt jelentőséggel bírnak, hiszen a társított fajták együttes virágzási ideje megszabja a növényvédelmi, vagy tápanyag-utánpótlás technológiai elemeinek időzítését is. Nem véletlen, hogy a növényvédelem is kiemelten kezeli a virágzás minden egyes fenofázisát, míg szíromhullás után már inkább csak hónapokra bontva adják meg a növényvédelmi teendőket (Vályi, 2004; Járfás és Tomcsányi, 1997).

Mindezen szempontok tehát az alma termesztéstechnológiájának egy jelentős szegmensét képezik. A dolgozatban varasodás-rezisztens almafajták és több betegséggel szemben (pl. almafalisztharmat, varasodás, tűzelhalás) ellenálló fajtajelöltek virágzásfenológiai és termékenyülésbiológiai sajátosságait tárgyaljuk. Ezzel szeretnénk hozzájárulni az újabb telepítések megfelelő fajtatársításához, illetve ökológiai termesztésben is alkalmazható fajta-összeállítást javasolni, mely lehetővé teszi a rezisztens fajták előnyeinek tényleges kiaknázását, az almatermesztés jövedelmezőségének fokozását.

2. CÉLKITŰZÉS

Munkánk során a következő célokat tűztük ki:

1. Virágzásfenológiai és termékenyülési vizsgálatok módszereinek értékelése és továbbfejlesztése
 - Az adatok feldolgozását könnyítő, a fajtaértékelési gyakorlat számára könnyen alkalmazható adatlapok és függvényrendszer összeállítása, szoftver kifejlesztése
2. Varasodás-rezisztens almafajták és több betegséggel szemben ellenálló hazai fajtajelöltek esetében:
 - a virágzási idő és a virágzásdinamika meghatározása
 - a fajták együttvirágzásának megállapítása
 - virágzási időcsoportok kialakítása, a fajták csoportokba sorolása
 - az öntermékenyülési hajlam meghatározása
 - a termékenyülőképesség meghatározása
 - irányított megporzásból; a fajták kompatibilitásának meghatározása hagyományos módszerekkel
 - termékenyülési értékek összevetése a szakirodalomban ismertetett és a vizsgálatainkkal egyidőben vizsgált S-allél kompatibilitási rendszerrel
 - a pollentömlőfejlesztő-képesség (*in vitro*) meghatározása
 - a ploiditás meghatározása
3. Metaxénias hatások vizsgálata az irányított keresztezésből származó gyümölcsök minőségi paraméterein keresztül
4. A fenti célkitűzésekből származó eredmények fényében fajtatársítási javaslatok megtétele

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1. Rendszertani besorolás

Rendszertanilag az alma a *Rosaceae* család *Pomoideae* alcsaládjába tartozik (Borhidi, 1998). A házi alma egy összetett hibrid, amely évezredekken keresztül fejlődött. Korban és Skirvin (1984) javaslatára a termesztett alma nemzetközileg elfogadott neve: *Malus ×domestica* Borkh. A termesztett fajták kialakulásában nagyon sok fajnak volt szerepe, legfőbb ősenek a *Malus siversii* tekinthető (Janick et al., 1996); de a *Malus* nemzetség több mint 30 faj és számos alfajt foglal magába (Way et al., 1990). A rezisztens fajták nemesítésében a nemzetség számos fajtát használják világszerte a rezisztencia többféle genetikai megalapozottságának érdekében. A rezisztencianemesítés szempontjából a legfontosabb fajok: *Malus floribunda*, *M. pumila*, *M. astroanguinea*, *M. micromalus*, *M. ×zumi*, *M. baccata*, *M. kaido*, *M. sieboldii*, *M. sargentii* és *M. toringo* (G. Tóth, 1997).

3.2. Rezisztens fajták jelentősége

A környezetbarát szemlélet és a piacképes áru iránti igény közelítésére az egyik lehetséges megoldás a legveszélyesebb károsítókkal szemben rezisztens almafajták termesztése. Ráadásul ezek alacsonyabb önköltséggel is termeszthetők, ezért az utóbbi évtizedekben szerte a világon nagy érdeklődés mutatkozik a biotikus rezisztenciával rendelkező almafajták iránt (G. Tóth, 1997). A hagyományos nemesítési módszerek mellett megjelenik a biotechnológia is a nemesítésben, Sansavini et al. (2003) a 'Gala' fajakörnél kísérletezett géntranszformációval rezisztens fajta előállításával.

Az alma legveszélyesebb betegsége a *Venturia inequalis* (Cooke.) Wint. által okozott venturiás varasodás, ezért mindenekelőtt az ezzel szembeni rezisztencia elérését foglalmazták meg nemesítési célként. Emellett más kórokozókkal szembeni rezisztencia elérése is felkerült a célkitűzések közé. Magyarországon, a '90-es évek elején elindult nemesítési program például a *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm. által okozott almafalisztharmat és a tűzelhalásért felelős *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al. kórokozókkal szemben is ellenálló – úgynevezett multirezisztens – fajták előállítását tűzte ki célul. A rezisztens fajták zöme a *Malus floribunda* faj 821-es számú klónjából eredő Vf gén által meghatározott rezisztenciával rendelkezik. Emellett más *Malus* fajoktól származó rezisztencia gének (például: Vr → *M. pumila*; Vm → *M. micromalus* stb.) is szerepet játszanak a fajták ellenállóképességének kialakításában.

Mivel az alma varasodásáért felelős kórokozó igyekszik alkalmazkodni a rezisztens fajták által megváltoztatott feltételekhez, újabb és újabb rasszai jelennek meg a betegségnek. Így a rezisztencianemesítés gyakorlatilag egy örök verseny a nemesítő, illetve az általa nemesített fajta és a kórokozó között (G. Tóth, 2001). A nemesítés által elért eredmények megtartása érdekében más lehetőségeket is be kell vonni. Svájcban például egyes ültetvények kialakítását javasolják, hogy az ültetvénybe telepített fajták rezisztenciája ne csak egyféle genetikai megalapozottságú legyen, ezzel is késleltetve a kórokozó újabb rasszainak megjelenését (Kellerhals et al., 1993). A Drežda-Pillniti nemesítési program szakemberei Vf és Vr gént hordozó fajták társítását javasolják (Fischer és Fischer, 1994). Dániában 10 rezisztens fajta vizsgálata során Pedersen és Bertelsen (2002) is a monogénes rezisztencia teljes leromlásáról számol be.

3.3. Vizsgálatba vont fajták jellemzése

Mivel a vizsgált fajták teljes körű morfológiai, fenológiai és pomológiai vizsgálata nem tartozik az értekezés célkitűzései közé, csak a vizsgálatainkhoz kapcsolódó legfontosabb tulajdonságaikat foglalnánk össze a teljesség igénye nélkül (1-6. táblázatok), a Magyarországon megjelent gyümölcstermesztési szakkönyvek (G. Tóth, 1995, 1997, 2001, 2004; Soltész és Szabó, 1997; Szabó és Tóth, 2001; Szabó 2004; Tóth et al., 2008, 2009) és magyar, illetve külföldi szakcikk alapján:

- multirezisztens magyar fajtajelöltek (Tóth, 2005b)
- S-allél szerkezet (Sakurai et al., 2000; Broothaerts et al., 2004; Hegedűs 2006, 2008)
- Re-fajták virágzási, termékenyülési és ploiditási viszonyai (Fischer, 2002)
- Re-fajták ellenálló-képessége (Fischer és Fischer, 2004)
- Re-fajták gyümölcsminősége (Fischer et al., 1990)
- cseh rezisztens fajták (Drobny 1988; Ikase és Dumbravs, 2001; Sosna, 2002, 2003, 2005; Godec, 2004)
- amerikai rezisztens fajták (Williams et al., 1972; Lamb et al., 1979, 1985; Sosna, 2001; Sasnauskas et al., 2005)
- francia rezisztens fajták (Lespinasse et al., 1985; Drahorad, 1992; Golias et al., 2000).

1. táblázat: Multirezisztens magyar fajtajelöltek fontosabb tulajdonságai

Fajtajelölt	Közvetlen szülőfajták	Érési idő	Fogyasztási érettség és tárolhatóság	Virágzási idő	Gyümölcsjellemzők	Alkal-masság	2n	V gén	Betegségellenállóság	S-allél
MR-03	Prima szabad megporzású magonca	IX. e-k.	III. v.	középkorai - középkései	középnagy-nagy gyümölcs, teljes felületén intenzív bordópiros mosott fedőszín, savanykás-édes, a gazdag beltartalmi értékek sajátos aroma és enyhe illat	kettős	?	Vf	varasodás: ellenálló; lisztharmat: megfelelő szabadföldi rezisztencia; tűzelhalás: hajtásai mérsékelten ellenálló, gyümölcssei mérsékelten fogékonyak	?
MR-09	All red Jonathan × Prima	IX. k.	2-3 hónapos tárolás után az egész téli szezonban fogyasztható	középkorai - középkései	középnagy gyümölcssei kúpos-gömbölyded alakúak, felületének nagy részét élénkpiros fedőszín borítja. Savas édes íz, kellemes aroma	kettős	?	Vf	varasodás: igen jó ellenállóság; lisztharmat: csak fiatal fákon; tűzelhalás: mérsékelt rezisztencia vagy mérsékelt fogékonyság	?
MR-10	Prima szabad megporzású magonca	VIII. v. - IX. e.	XII.	középkései - kései	középnagy vagy nagy, széles kúpos gömbölyded alakú, mosott fedőszínű, enyhén hamvas gyümölcs; édes-savas íz, kellemes zamat	kettős	?	Vf	Varasodással és lisztharmattal szemben kiemelkedően ellenállónak bizonyult, tűzelhalás: mérsékelten rezisztens	?
MR-11	Prima × Raritan szabad megporzású magonca	IX. k-v.	II.v.	középkései virágzású	középnagy vagy nagyméretű, laposan gömbölyded; éréskor meggypiros, íze kellemesen savas, (közepes cukortartalom, magas polifenol-tartalom), jellegzetes illat és aroma társul	ipari	?	Vf	varasodás, lisztharmat: magas fokú ellenállóság; tűzelhalás: mérsékelt rezisztencia / mérsékelt fogékonyság	?
MR-12	Prima × Granny Smith	X. e.	2-3 hónapos tárolás után áprilisig fogyasztható	középkorai - középkései	igen nagy, megnyúlt gömbölyded, élénkpiros mosott vagy csíkozott gyümölcs lédús, íze kellemesen édes-savas (magas sav -, szárazanyag- és polifenol-tartalom)	kettős	?	Vf	varasodás, lisztharmat: magas fokú ellenállóság; tűzelhalás: mérsékelt ellenállóság (de virágai mérsékelten fogékonyak)	?
MR-13	Jonathan M41 × Prima	VIII. v.	szüret után azonnal fogyasztható egészen tavaszig	középkorai	kicsi, alakja lapított gömbölyded sötétpirosra színeződő mosott fedőszín íze édes-savas, nagyon kellemes zamat, magas polifenol tartalom	kettős	?	Vf	varasodás: magas fokú ellenállóság, lisztharmat: gyenge fertőzés, tűzelhalás: mérsékelt rezisztencia vagy mérsékelt fogékonyság	?

2. táblázat: Fogékony kontrol fajták fontosabb tulajdonságai

Fajta	Közvetlen szülőfajták	Érési idő	Fogyasztási érettség és tárolhatóság	Virágzási idő	Gyümölcsjellemzők	Alkalmasság	2n	V gén	Betegségellenállóság	S-allél
Golden Delicious Reinders	A Golden Delicious természetes rügymutációja	IX.v. - X.e.	szüret után rövidesen fogyasztható, 6-7 hónapig tárolható	középkései - kései	középnagy, nagy gyümölcssei, éretten sárga színűek, parásodásmentes klón! Édes, enyhén savas, illatos karakter	asztali	diploid	-	varasodás, tűzelhalás: fogékony, lisztharmat: ellenálló	S ₂ S ₃
Idared	Jonathan × Wagener	X.e.	3-4 hónap tárolás után akár nyárig is eláll	középkorai	középnagy, nagy, lapított gyümölcs méret, élénkpiros mosott fedőszín, savas karakter, aromaszegény	asztali	diploid	-	lisztharmat, tűzelhalás: fogékony, varasodás: mérsékelten fogékony	S ₃ S ₇

3. táblázat: Francia fajták és fajtajelöltek fontosabb tulajdonságai

Fajta / fajtajelölt	Közvetlen szülőfajták	Érési idő	Fogyasztási érettség és tárolhatóság	Virágzási idő	Gyümölcsjellemzők	Alkalmasság	2n	V gén	Betegségellenállóság	S-allél
Baujade	Granny Smith × P5R 42-52	X.k.	IV.	középkései - kései	középnagy, gömbölyded gyümölcs, enyhén viaszos zöld héj, kemény, lédús hús, harmonikus íz	asztali	diploid	Vf	varasodás: rezisztens, lisztharmat: enyhe-közepes fogékony, tűzelhalás: kevésbé fogékony	?
Florina	Jonathan × PRI 612-1	X.e.	III.	középkorai - középkései	középnagy, megnyúlt kúpos gyümölcssei, piros mosott fedőszín, erős hamvasság, és paraszemölcsösség, húsa bőlevű, édeskés és illatos	kettős	diploid	Vf	varasodás: magas fokú ellenállás, tűzelhalás: alacsony fogékony, lisztharmat: közepesen fogékony	S ₃ S ₉
X6398	?	?	?	?	?	?	?	Vf	?	?

4. táblázat: Német fajták fontosabb tulajdonságai

Fajta	Közvetlen szülőfajták	Érés idő	Fogyasztási érettség és tárolhatóság	Virágzási idő	Gyümölcsjellemzők	Alkal-masság	2n	V gén	Betegségellenállóság	S-allél
Reanda	Clivia × <i>M. floribunda</i> F3	IX.v.	III.	középkorai - középkései	középnagy-nagy, gömb alakú gyümölcs élénkpiros mosott fedőszín, kissé hamvas, lédús, kellemesen édes-savas aromás alma	kettős	diploid	Vf	mindhárom betegségre rezisztens	?
Reglindis	James Grieve × Antonovka F2	VIII.v.	XII.	korai	középnagy, gömb alakú gyümölcse világospiros fedőszínnel borított, húsa lédús, kiváló ízű, édes-savas karakterű	kettős	diploid	Vpoly	varasodás: rezisztens, lisztharmat és tűzelhalás: mérsékelt rezisztens	?
Reka	James Grieve × BX 44,9	IX.e.	?	korai	középnagy piros fedőszínű gyümölcs, roppanó hús, lédús édes-savas karakter	asztali	diploid	Vr	varasodás: rezisztens, lisztharmat: mérs. rezisztens, tűzelhalás: mérs. fogékony	?
Remo	James Grieve × <i>M. floribunda</i> F3	IX.k.	I.	középkorai	középnagy lapított gömbölyded gyümölcs, borvörös, mosott fedőszín, hamvas, néha hálósan perzselt felület, közepkemény húsú savas karakterű alma	kiváló	diploid	Vf	Varasodás és lisztharmat: rezisztens tűzelhalás: mérsékelt fogékony	?
Renora	Clivia × <i>M. floribunda</i> F3	X.e.	IV.	középkései	középnagy gyümölcse, gyengén piros fedőszínnel rendelkezik, húsa roppanó, lédús, édes-savas karakterű	kettős	diploid	Vf	varasodás: rezisztens, lisztharmat: mérs. rezisztens, tűzelhalás: mérs. fogékony	?
Resi	Clivia × <i>M. floribunda</i> F3	IX.v.	II.	középkései	középnagy, fénylő világospiros színeződésű gyümölcse édes, megfelelő savtartalommal, kiváló fűszeres zamattal rendelkezik	asztali	diploid	Vf	varasodás és lisztharmat: rezisztens, tűzelhalás: mérs. fogékony	?
Retina	Apollo × <i>M. floribunda</i> F3	VIII.k.	X.	középkorai	nagy, megnyúlt gyümölcsei, sötétpiros fedőszínnel borítottak, húsa lédús édes-savas karakterű	asztali	diploid	Vf	varasodás: rezisztens, lisztharmat: mérs. rezisztens, tűzelhalás: mérs. fogékony	?
Rewena	BV67,47 × <i>M. floribunda</i> F3	IX.v.	IV.	középkései	középnagy, megnyúlt gömbölyded gyümölcs, mosott piros fedőszín, apró világos pontokkal, lédús, kellemes aromájú, savanykás-édes karakterű alma	ipari	diploid	Vf	mindhárom betegségre rezisztens kiemelkedő a német fajták közt!	S ₃ S ₉

5. táblázat: USA-ból származó fajták fontosabb tulajdonságai

Fajta	Közvetlen szülőfajták	Érési idő	Fogyasztási érettség és tárolhatóság	Virágzási idő	Gyümölcsjellemzők	Alkal-masság	2n	V gén	Betegségellenállóság	S-allél
Freedom	NY 18492 × NY 49821-46	IX.k	I.	középkorai	középnagy-nagy lapított gömbölyded gyümölcs, piros fedőszín, napégésre hajlamos, szilárd húsú, enyhén savas ízű	kettős	dipliod	Vf+poly	Varasodás: rezisztens, lisztharmat: alig fogékony tűzelhalás: mérsékelt rezisztens	S ₅ S [*]
Liberty	PRI 54-12 × Macoun	X.e.	II-III.	?	középnagy lapított-gömbölyded gyümölcs, húsa lédús roppanó savas karakterű	kettős	triploid	Vf	varasodás: rezisztens, lisztharmatmérs. fogékony, tűzelhalás: mérs. rezisztens	S ₃ S ₅ S ₁₀
Prima	PRI 14-510 × NJ 123249	VIII.v	XII.	?	középnagy-nagy gyümölcs, 50% feletti mosott piros fedőszín, íze kellemes, savanykás, illatos	asztali	dipliod	Vf	Varasodás: rezisztens, lisztharmat: alig fogékony tűzelhalás: mérsékelt rezisztens / mérsékelt fogékony	S ₂ S ₁₀
Priscilla	Starking × PRI 610-2	IX.k.	XII.	középkorai	középnagy, kissé lapított gyümölcs, 70-90% mosott piros fedőszín, roppanó hús, kellemes íz	asztali	dipliod	Vf	varasodás és tűzelhalás: rezisztens, lisztharmat: alig fogékony	S ₃ S ₉

6. táblázat: Cseh fajták fontosabb tulajdonságai

Fajta	Közvetlen szülőfajták	Érési idő	Fogyasztási érettség és tárolhatóság	Virágzási idő	Gyümölcsjellemzők	Alkalmasság	2n	V gén	Betegségellenállóság	S-allél
Produkta	Antonovka o.p. × Goldspur	IX.v. - X.e.	?	középkései	középnagy-nagy megnyúlt gömbölyded gyümölcs, sárgába érő szín enyhe pír a napos oldalon előfordulhat, húsa lédús, savas karakterű	kettős	?	Vpoly	varasodás: rezisztens, lisztharmat: alig fogékony tűzelhalás: ?	?
Rajka	Sampion × Katka	IX.k-v.	II.	?	gyümölcse középnagy, 50% feletti mosott piros fedőszín, középkemény, lédús hús, édes-savanykás fűszeres íz	asztali	?	Vf	varasodás: rezisztens, lisztharmat: alig fogékony tűzelhalás: ?	?
Resista	Prima × NJ56	IX.k.	II-III.	kései	középnagy-nagy enyhén kúpos gömbölyded gyümölcs, sárga fedőszín, enyhe bronzspiros bemosottság, kemény roppanó lédús hús, savasból édeskésbe áthajló kiváló íz	asztali	?	Vf	varasodás: rezisztens, lisztharmat: alig fogékony tűzelhalás: ?	?
Rubinola	Prima × Rubin	IX.k-v.	II-III.	?	középnagy, gyümölcs, narancssárga fedőszín, harmonikus íz, édes-savas karakter, kiváló aroma	asztali	diploid	Vf	varasodás: rezisztens, lisztharmat: alig fogékony tűzelhalás: ?	S ₂ S ₃
Topaz	Rubin × Vanda	IX.k-v.	IV.	középkései	középnagy, lapított-gömbölyded gyümölcs, narancsvörös mosott és csíkozott fedőszín, lédús, szilárd hús, édes, kellemes íz	asztali	diploid	Vf	varasodás, lisztharmat: rezisztens, tűzelhalás: feltehetően ellenálló	S ₂ S ₅

3.4. Virágzási és termékenyülési viszonyok

Az alma gyakorlatilag önmeddő, így a gazdaságos termésmennyiség és -minőség eléréséhez, pollenadó fajta alkalmazása elengedhetetlen, vagyis az ültetvényeket csak megfelelő fajtatársítással lehet létesíteni. Erre a tényre már közel kétszáz éve felhívták a figyelmet, a gyakorlat reagálására azonban évszázadnyi időt kellett várni (Soltész, 2002). A gyümölcstermesztés kezdeti időszakában a megporzási és termékenyülési viszonyok fontosságára nem figyeltek fel, mivel a termesztés sokfajta gyümölcsösökben folyt, így nagy valószínűséggel pollenadó is akadt a kertben lévő fák számára.

Ma az árutermelő ültetvényekben csak néhány fajtaval dolgoznak a termelők, sokszor legszívesebben csak egy fajtaval foglalkoznának. Az árutermelő gazdálkodás terjedésével sorra figyeltek fel a részben vagy teljesen terméketlen ültetvényekre, ami ráirányította a figyelmet a termékenyülési problémákra, illetve a fajtatársítás kérdésére (Soltész, 1992). Mindemellett még ma is találkozunk olyan termelői megítéléssel, hogy „nem kell foglalkozni a társítással, mert öntermékenyüléssel is megfelelő lesz a termés”. Mondta ezt egy 'Gala'-t termesztő gazda – 2006-ban, Dél-Tiroli szakmai utam során – akinek a nadrágszíj parcellája szomszédságában legalább 5 másik fajta termesztése folyik.

A 20. század elején a gyümölcstermesztők először a termőhelyek közti látványos virágzási eltérésekre figyeltek fel. Ennek is számos előzménye volt, ezek közül csak két fontosat említenénk. Az egyik Fritsh (1859) „Utasítás a növényi élet megfigyeléséhez” című munkája, mely után nem sokkal 1857-ben a bécsi és 1860-ban a londoni statisztikai konferencián elfogadták egy nemzetközi fenológiai egyezmény elkészítését. A másik Hoffmann (1887 cit. Soltész, 1992) összehasonlító munkája, melyben 333 helyen vizsgálta az alma virágzási idejét, és megállapította, hogy észak felé haladva (helyesebben mondva az egyenlítőtől távolodva) 1 szélességi fok 4,6 nap késedelmet jelent.

Fontosnak tartjuk a dolgozat kifejtése előtt néhány – virágzással és termékenyüléssel kapcsolatos – mérföldkönek számító fogalom tisztázását (7. táblázatban).

7. táblázat: A virágzás és termékenyülési vizsgálatok néhány fontosabb fogalma

Fogalom	Leíró
Xénia (a megtermékenyített fajta magjain az idegen virágpor hatásának – a külső és belső jellemzők megváltozásában való – megmutatkozása)	Focke (1881)
Parthenokarpia (szabályos megtermékenyülés nélküli termésképződés, ahol a gyümölcsökben nincsenek magvak, vagy csíráképtelen magvak vannak)	Ewert (1909 cit. Soltész, 1992)
Relatív virágzási idő (egy fajta virágzási idejének eltérése egy referencia fajtától)	Chittenden (1911)
Interinkompatibilitás (kölsönös meddség)	Gardner (1913)
Metaxénia (a megtermékenyített fajta gyümölcsén az idegen virágpor hatásának – a külső és belső jellemzők megváltozásában való – megmutatkozása)	Swingle (1928)
Virágzási időt befolyásoló „nem meteorológiai tényezők” (alany koronaforma, kondíció, virágképződés helye stb.) vizsgálatai	Duhan (1944) Lucke (1959 cit. Soltész, 1992) Zeller (1961)
Ivarszervek funkcióképességének vizsgálata (a pollenzóródás és a bibe receptív ideje)	Boikoff (1942 cit. Soltész, 1992) Eaton (1959)
Legalább három fenofázis elkülönítése szükséges a virágzás megfigyeléséhez (virágzáskezdet, fővirágzás, virágzás vége)	Schnelle (1955)
Hatékony megporzási időszak (effective pollination period; EPP) (a petesejt élettartama és a pollentömlő embriózáskig való behatolásához szükséges idő különbsége)	Williams (1966)

3.5. Virágzási időt befolyásoló tényezők

A másik nehézséget az okozza, hogy a virágzási időt befolyásoló tényezők olyan komplex rendszert képeznek, ami a más termőhelyekről vagy más művelési rendszerekből nyert adatok felhasználását csak tájékoztató jelleggel engedi meg. A virágzási időt befolyásoló tényezőket a 11. táblázatban foglaltuk össze Soltész (1992, 2002) nyomán kiegészítve.

A virágzási időt befolyásoló tényezők közül a legtöbbet el kell fogadnunk, hiszen vagy a termőhely adottságából fakad, vagy a művelési rendszer befolyásolja, amelyet nem tudunk csak azért módosítani, hogy a virágzási időt befolyásoljuk. Ilyen elem például a tápanyagellátás, melyet a talaj- vagy levélanalízis értékek alapján (Papp, 2003), illetve gyakran a tápanyag-kivonási értékek figyelembevételével végzünk (Szűcs et al., 1981). Vizsgálták ugyan a tápanyagellátás virágzási időre gyakorolt hatását is (Shembecker és Lüdders, 1989), de nem emelték ki annak gyakorlati hasznosíthatóságát.

11. táblázat: A virágzási időt befolyásoló tényezők és összefüggések

Fajtatulajdonságok	Ültetvényjellemzők	Meteorológiai tényezők	Földrajzi tényezők
virágzási idő stabilitása	alany, és ültetési anyag vírusmentessége	az előző év időjárásának hatása	földrajzi szélesség
alapfajta – mutáns virágzási ideje	művelési rendszer	a virágzás kezdetéhez szükséges hőmérsékletösszeg	tengerszint feletti magasság
hosszú hajtások oldalrügyeinek virágképzési hajlama	fák kora, kondíciója, virágsűrűség és alternancia hajlam	virágzás megindulását kiváltó hőmérsékleti inger	domborzati kitettség
mélynyugalom, rügpattanás és virágzás összefüggései	termesztési eljárások: ültetés mélysége, metszési eljárások, termésritkítás, nitrogénellátás, növekedésszabályozó anyagok használata stb.	további hőmérsékleti inger – indukált periodicitás	

Egy másik példa az alany hatásának vizsgálata. Számos kutató nem talált összefüggést az alany és a virágzási idő között (Church és Williams, 1983; Roemer, 1984), de vannak, akik egyértelműen a gyengébb növekedési erélynek tulajdonítják az almafák korábbi virágzását (Steinborn, 1983; Fouad et al., 1995). Az alanyhatás megítélésénél megint csak nehéz dolga van a kutatónak, hiszen szintén összetett probléma, melybe olyan paraméterek is beleszólnak – például az alany érzékenysége a talaj só-, illetve mésztartalmára – melyek másodlagosan tevődnek át a gyümölcsfák virágzási idejére (Soylu és Lüdders, 1988). Mindemellett az új ültetvények túlnyomó hányada 'M.9' alanyon létesül, tehát vissza kell térnünk az alapgondolathoz, miszerint a számos virágzást befolyásoló tényezőt figyelembe venni és elfogadni kell; a virágzási időt pedig vizsgálni és nem megváltoztatni kell.

3.6. Virágzási idő megfigyelésének fenológiai alapjai

A virágzási idő megfigyelésére többféle módszer létezik, ez okozza az egyik nehézséget a különböző kutatók eredményeinek összehasonlításában. Már a virágzás fenofázisainak meghatározására is több tucat definíció létezik (Soltész, 1992). Négy kutató biztosan négyféle meghatározást ad a virágzás fenofázisaira (9-11. táblázat). Van, aki az első virág kinyílásától számítja, és van olyan is, aki 1-5-10-15, sőt 20%-os kinyílást tekint virágzáskezdetnek. A méhész szakember a 10%-os virágníylást tartja megfelelőnek a hatékony nektárgyűjtés szempontjából (Marro és Lalatta, 1982 cit. Soltész, 1992). Egyes kutatók sajnos egyáltalán nem definiálják publikációikban a különböző fenofázisokat (Kronenberg, 1985; Keppel, 1991; Fischer, 2002; Blazek és Krelina, 2006).

8. táblázat: A virágzáskezdet fenofázisának különböző meghatározásai a szakirodalomban

Kritérium	Szerző (év)
Az első virág kinyílt	Maliga (1958) Soenen et al. (1978) Wertheim (1996) Singh et al. (2002) Singh et al. (2005)
Az első virág kinyílt és a továbbiaké folytatódik	Soltész (1992)
Az egyedek 10%-án van legalább egy kinyílt virág	White (1979)
1-5% kinyílt virág	Nyéki (1989)
5% kinyílt virág	Szojanov és Görmevszki (1984 cit. Soltész 1992) Palara et al. (1985 cit. Soltész 1992) Blasse és Hoffmann (1992)
10% kinyílt virág	Shossig (1959 cit. Soltész 1992) Faedi és Rosati (1975) Wociór et al. (1976 cit. Soltész 1992) Marro és Lalatta (1982 cit. Soltész 1992) Grausland (1996) Kemp (1996)
12-15% kinyílt virág	Faust (1989)

9. táblázat: A fővirágzás fenofázisának különböző meghatározásai a szakirodalomban

Kritérium	Szerző (év)
25-75% kinyílt virág	Szojanov és Görmevszki (1984 cit. Soltész 1992) Paprštein és Blazek (1996)
A kinyílt virágok aránya elérte a maximális értéket	Ifjú (1980)
50%-nál több kinyílt virág	Weger et al. (1940) Nyéki (1980, 1989) Soltész (1982, 1987) Blasse és Hoffmann (1992) Lateur (1996) Singh et al. (2002)
Sziromhullás megkezdődött, 60% kinyílt virág	Marro és Lalatta (1982 cit. Soltész 1992)
80% kinyílt virág	Palara et al. (1985 cit. Soltész 1992) Wertheim (1996)
90% kinyílt virág, a sziromhullás megkezdődött	Grausland (1996)
A virágzati laterális virágok nyílásától a csúcsi virágok sziromhullásáig	Redalen (1980)
Az első sziromlevelek hullása	Faedi és Rosati (1975)
Az utolsó virág kinyílása	Singh et al. (2002)
Bimbók és post-antézis stádiumú virágok száma egyenlő (virágzási index értéke 0)	Máthé (1994)

10. táblázat: A virágzás vége fenofázisának különböző meghatározásai a szakirodalomban

Kritérium	Szerző (év)
A bibék nem funkcióképesek, a pollenszóródás befejeződött	Soltész (1992)
50%-os szíromhullás	Blasse és Hoffmann (1992)
A virágok 80-90%-a elvirágzott	Kemp (1996)
A virágok 90%-a elvirágzott	Soenen et al. (1978) Wertheim (1996)
90%-os szíromhullás	Grausland (1996)
A virágok 95-100%-a elvirágzott	Faust (1989) Nyéki (1989)

3.7. Virágzási idő megfigyelési módszerei

A virágzási idő megfigyeléséhez tisztázni kell a virágzás fenofázisait. A virágzás akkor kezdődik, amikor a fákon az első virág szabályosan kinyílt és a virágzás a következő napokon folytatódik. A virágnyílás az a folyamat, amikor az érintkező virágtakaró levelek (csésze, szírom) fokozatosan eltávolodnak egymástól, a termő és a porzók szabaddá válnak. A virágzást közvetlenül megelőző fenofázisok (egérfüles stádium, zöld bimbós és piros bimbós stádium, valamint ballon vagy hólyag stádium (Meier, 2001) alatt felkészülhetünk a virágzás megfigyelésére, a megelőző fenofázisokból következtethetünk arra, hogy mikor kell megkezdeni a virágzási megfigyeléseket.

A virágzási idő megfigyelésére létező módszerek a szubjektív becslés, a virágzásritmikai és a virágzásdinamikai megfigyelés (Ifjú, 1980).

3.7.1. Szubjektív becslés

Szubjektív becsléssel megállapíthatjuk a fajták virágzáskezdetét, a fővirágzás időpontját és a virágzás végét. Ez a módszer alkalmas üzemekben az egyes fajták virágzási idejének megállapítására is. Alkalmas továbbá a nemzetközi fenológiai megfigyelésekhez, amikor számos termőhely adatait kell összehasonlítani, így a napi vagy óránkénti adatfelvételezés nagyban nehezítené az adatok együtt kezelését, összevetését. Az adatok felvételezéséhez, kezeléséhez és összevetéséhez többféle nemzetközileg elfogadott kódolási rendszer alkalmazható.

Az egyik a BBCH (**B**iologische **B**undesanstalt, **B**undessortenamt and **C**hemische industrie) kódolás, melyet az összes zárvatermő növényre dolgozott ki több németországi erdészeti, agrár, mezőgazdasági és fajtaoltalmi intézet csapatmunkában (Meier, 2001). A megfigyelhető fenológiai jelenségeket az alma esetében 8 ún. „Principal growth stage” köré

csoportosították, ami nagyjából a fenológiai meneteknek (Brózik és Nyéki, 1974), azaz egy-egy növényi rész kialakulásának és fejlődésének felel meg. A különböző fenofázisok ezen belül kétjegyű számkódot kaptak. A magyar és a nemzetközi szakirodalom sajnos nem egységesen kezeli a fenológiai elemeket. Sok esetben tapasztalható fenológiai fázisok (fenofázisok) és fenológiai stádiumok keveredése. A nemzetközi és magyar fenológiai szakirodalom összehangolását a 12. táblázatban mutatjuk be.

Szintén a BBCH kódolás alapján működik például a Humboldt Egyetem Tájépítészeti és Kertészeti Kara által üzemeltetett GPM (Global Phenological Monitoring, vagyis globális fenológiai térképezés) rendszer is. Noha ők a BBCH kódokat átváltják más – a fenofázisok rövidítését jelölő – betűkódokra. A GPM adatfelvételhez a virágzás fenofázisai közül csak a virágzáskezdet megfigyelését írják elő (Ez a BBCH 60-as kódnak felel meg, vagyis virágzáskezdetnek az első virág kinyílását tekintik (Burns et al., s.a).

A másik kódolási rendszer az ABC betűivel történő jelölés, ahol például a zöldbimbós állapot a D, a ballonstádium az E₂, az elvirágzás pedig a G. Ezzel a kódolással gyakran találkozhatunk az interneten növényvédelmi tervek ajánlásainál. A 2. melléklet szinkronizálja a kétféle kódolási rendszert a svájci meteorológiai intézet munkája alapján.

A szubjektív becslés alkalmas továbbá a nemesítési programok számára. A szelekciós folyamat azon fázisában ahol már csak az ígéretes – de még mindig nagyszámú – hibridállományt kell értékelni, elegendő a virágzás meghatározása szubjektív becsléssel. Ennél pontosabb illetve idő- és munkaigényesebb módszert elegendő csak a legígéretesebb hibrideknél, vagy fajtajelölteknél alkalmazni. Ez azért is igaz, mert a nemesítésben már az első gyümölcsök alapján bírálják a fajtákat, amikor a virágzási idő még nem határozható meg pontosan, hiszen a fiatal fáknál eltérő lehet a hosszú vesszők vegyesrügyképzési hajlama.

12. táblázat: A nemzetközi és magyar fenológiai szakirodalom összehangolása az almánál

Brózik és Nyéki (1974)			Meier (2001)			
Fenológiai menet	Fenofázis	Megjegyzés	Fenológiai menet	BBCH kód	Fenofázis	Megjegyzés
virágzás	termőrügypattanás	Botanikailag az almatermésűeknél vegyesrügy található!	Inflorescence emergence - virágzatok előbukkanása	51	vegyesrügypattanás: a rügypikkelyek megnyúltak, rajtuk világos foltok jelennek meg	
				52	rügypattanás vége: molyhos felületű, világos színű rügypikkelyek jól láthatóan szétváltnak	
	termőrügyszétválás			53	rügyszétválás: a virágzatot takaró zöld levélcsúcsok láthatóvá válnak	
	termőrügyszétválás	54		egérfüles fenofázis: a levelek csúcsa 10 mm-el a rügypikkelyek fölé emelkedett, az első levelek külön válása		
	termőrügy-kiterülés	55		még mindig zárt, de már látható virágbimbók		
	virágbimbó-pattanás	56		zöldbimbós fenofázis: az egyes bimbók külön állnak, de még mindig zártan		
	virágbimbó-fakadás	57		rózsaszín bimbós fenofázis: szíromlevelek megnyílása, a csészék nyílásnak indulnak, a szirmok alig láthatóak	pirosbimbós fázisként is szerepel (pl. Wertheim és Schmidt 2005)	
	a szíromlevelek szétválása	59		a virágok üreges labdát képeznek	hólyag, vagy ballon stádiumként is említi a szakirodalom (pl. Gasser, 1994)	
	a szíromlevelek kiterülése	Flowering - virágzás	60	az első virág nyílása		
			61	virágzáskezdet: a virágok 10%-a kinyílt		
			62	a virágok mintegy 20%-a kinyílt		
			63	a virágok mintegy 30%-a kinyílt		
			64	a virágok mintegy 40%-a kinyílt		
	szíromhullás		65	teljes virágzás: a virágok legalább 50%-a kinyílt, az első szíromlevelek hullása		
			67	virághervadás: a szirmok nagy része lehullott		
			69	virágzás vége: az összes szírom lehullott		

3.7.2. Virágzásritmika

A virágzás ideje alatt rendszeres időközökben, fánként ismételt szubjektív becslés, a kinyílt virágok százalékat rögzítő módszer. A virágzásritmikai adatfelvételezés alkalmas a fajták közötti virágzásidő-különbségek mélyebb megismerésére. Ez a módszer azt az időpontot tekinti fővirágzásnak, amikor a virágbimbók 50-70%-a már kinyílt.

A virágzásritmikai megfigyelés alkalmazható például a nemesítés egy előrehaladottabb fázisában, amikor már kevesebb hibridet, vagy fajtajelöltet kell értékelni. Hogy mikor érdemes váltani az előző és e módszer között azt (sajnos) leginkább anyagi megfontolások befolyásolják. Ez a módszer több munkaóra, és ebből adódóan nagyobb anyagi ráfordítást igényel.

3.7.3. Virágzásdinamika

A virágzásdinamikai megfigyelés – vagyis a megjelölt ágon vagy a számmal megjelölt virágokon a virágzási fenofázison belüli kisebb stádiumokban (pl. bibe funkcióképesség-stádiumai) levő virágok naponkénti vagy óránkénti megszámlálása – a legegzaktabb adatfelvételezési módszer. Ez a módszer lehetővé teszi a virágzásbiológia részleteinek feltárását. A módszer azt az időpontot tekinti fővirágzásnak, amikor a kinyílt virágok százaléka a legnagyobb értéket éri el. Fentebb említettük a fővirágzási meghatározásának sokféleségét a szakirodalomban (9. táblázat). A módszer használatánál célszerű mégis a kinyílás maximumát fővirágzásnak tekinteni, és még így is külön meg kell jegyeznünk, hogy a virágzási fenogramok sokfélesége miatt meg kell különböztetni a fővirágzás időszakát és a fővirágzás napját (Soltész, 1992). Elhúzódó fővirágzás esetén ugyanis a kinyílási görbének nincs egy határozott csúcsa, vannak kétescsúszú görbék, vagy előfordulhat, hogy néhány napig közel azonos a kinyílt virágok aránya. Mindemellett egyes szerzők a bimbók és elnyílási görbék figyelembevételével határozzák meg a fővirágzás időszakát (Ifjú, 1980).

A virágzásdinamikai megfigyelések alkalmasak a már termesztésben lévő fajták, illetve az állami elismerés alatt álló fajtajelöltek virágzásának megfigyelésére. Ennél a módszernél a legfontosabb megemlíteni, hogy a vizsgált fajtacsoport állandó legyen, legfeljebb bővíteni érdemes, nehogy jó referenciafajtát veszítsünk egy fajta kihagyásával. Lévéen, hogy ez a legpontosabb megfigyelési módszer, ez követi legjobban a termőhely adottságait, így a vizsgálati eredmények is csak hasonló adottságú területen alkalmazhatók nagy megbízhatósággal.

Virágásdinamikai megfigyeléseknél törekedni kell az azonos virágsűrűségű koronarészekben történő adatfelvételezésre. A különböző nyílási stádiumok (bimbó, kinyílt virág, elnyílt virág) szerinti számlálás virágonként, a fajták virágzástartama alatt, naponta azonos napszakban történjen. A felvételnél mindig azonos fajtasorrendet kövessünk. A megfigyelés helyéül Tóth et al. (1975) egységesen a fák délnyugati oldalát javasolja, vagy a teljes fát, akkor viszont mind a 4 égtájról ki kell választani egy-egy koronarészt. A megváltozott, intenzívebb művelési rendszerek mellett az égtáji kitettség kisebb jelentőséggel bír. A karcsú orsó koronaformájú fák a huzalos támrendszer mellett tulajdonképpen sövényyszerű falat képeznek, így gyakorlatilag a fák két oldaláról elegendő ágakat kijelölni. A keskenyebb sövényfalnál a korona belsejének és külsejének virágzási ideje közötti különbségek is jelentősen lecsökkennek. A karcsú orsó ültetvényekben tehát a fasorok mindkét oldaláról válasszunk ágakat, lehetőleg a korona középmagassági zónájából.

Wertheim (1996) javasolja a virágsűrűség (1-nincs virág a fán → 9-bőséges, hólabdaszerű virágzás), és a fagykár (1-nincs fagykár → 9-az összes virág teljes fagykárt szenvedett) mértékének feljegyzését, illetve virágzás ideje alatti hőmérsékletek rögzítését is.

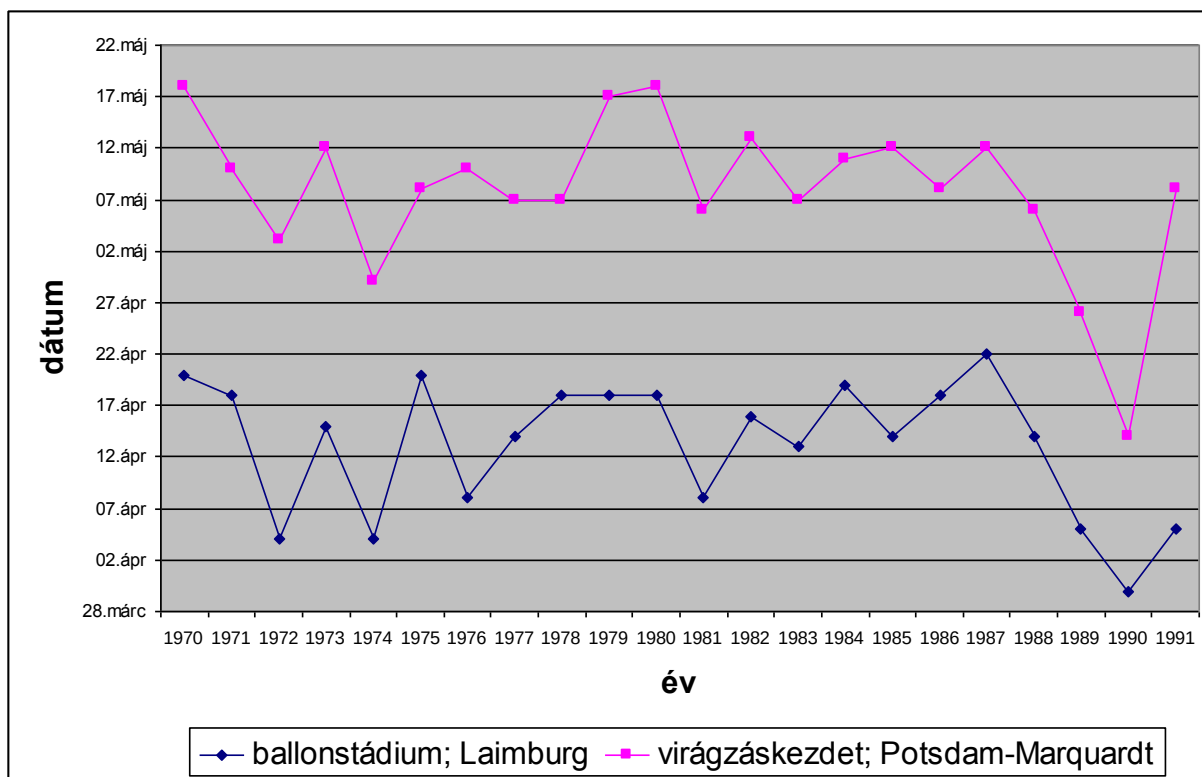
3.8. Korábbi virágásfenológiai vizsgálatok legfontosabb eredményei

A jelenleg termesztett világfajták társítási lehetőségeit számos kutató tanulmányozta, az új varasodás-rezisztens fajták e tulajdonságairól azonban csak kevés adat áll rendelkezésre. Ez is alátámasztja Soltész (1992) állítását, miszerint: „ezt a témát véglegesen befejezni sohasem lehet”. Szükség van viszont az új fajták virágzási – és termékenyülési – viszonyainak megismerésére, hogy azokat is be lehessen illeszteni a fajtatársítási tervekbe, végső soron az ültetvényekbe. E mellett párhuzamosan kell a vizsgálati módszerek fejlesztésére, olykor egyszerűsítésére és hatékonyabbá tételére is koncentrálni.

G. Tóth (2001) szerint az almafajták teljes virágzása évjárattól függően április 16. és május 20. közé tehető. Soltész (1992) 300 fajtánál végzett 20 éves megfigyelései alapján a virágzási idő kezdetében 30 napos eltérés (1990-ben március 27. és 1982-ben április 27. volt), a virágzás végében pedig 25 napos eltérés (1974-ben május 1. és 1980-ban május 26. volt) mutatkozott.

Blasse és Hoffmann (1992) 22 éves megfigyelései alapján a 'Golden Delicious' fajta esetében 35 nap eltérés mutatkozott a virágzás kezdetében (1990-ben április 14. és 1980-ban május 18. volt). Bár a virágzáskezdet a termőhelytől is nagymértékben függ, Gasser (1994) 25 éves olaszországi megfigyelései alapján igen hasonló eredményekről számol be (1. ábra).

Blasse és Hoffmann (1992) a virágzáskezdet mellett a teljes virágzás idejét is figyelembe veszi, ugyanakkor a virágzás végét a szirmok 50%-os hullásához köti, amely gyakorlati szempontból nehezen megfigyelhető, inkább bonitálható érték.



1. ábra: Ballonstádium (Gasser, 1994) és virágzáskezdet (Blasse és Hoffmann, 1992) a 'Golden Delicious' fajtanál, 20 éves megfigyelés alapján

Grausland (1996) 10 éves virágzásiidő-megfigyelést végzett 11 almafajta esetében. Megfigyelései szerint az almafajták virágzási idejének kezdetében 25 nap eltérés volt (1990-ben április 22. és 1987-ben május 27. volt). Szemléletes, hogy Soltész, (1992) és Grausland (1996) kísérletben is az 1990-es év volt a legkorábbi virágzású, ugyanakkor a két termőhely (Magyarország és Dánia) között majd egy hónapos eltérés mutatkozott a virágzáskezdetben, ami részben igazolja Hoffmann (1887 cit. Soltész, 1992) vizsgálatait, miszerint észak felé haladva későbbi a virágzáskezdet. Azért csak részben, mert Hoffmann szerint egy-egy földrajzi szélességi fok eltérés 4,6 nap különbséget okoz a virágzáskezdetben, ugyanakkor itt a körülbelül 9 szélességi fok esetében 25 nap eltérés mutatkozott. Grausland (1996) három csoportba sorolja a fajtákat virágzási idejük szerint. A virágzási idők átfedését a fővirágzási napok közötti eltérések függvényében adja meg. Hasonló módszerrel fejezi ki a virágzási idők átfedését Kemp és Wertheim (1992), szerintük 6 nap eltérés a fővirágzás között már nem ad elegendő átfedést a fajták között a kielégítő megporzáshoz. Grausland (1996) szerint a korai

és közepes virágzási idejű – vagyis a szomszédos csoportba tartozó – fajták megfelelő pollenadói lehetnek egymásnak, ugyanakkor a korai és a kései virágzású fajtákra ez nem minden esetben áll fenn. Természetesen azokban az években, amikor a virágzási idő rövidebb az összes fajta tekintetében, a szélső csoportokba tartozó fajták is lehetnek jó pollenadói egymásnak. A kísérletben, 1992-ben 16 napig, míg 1991-ben 37 napig tartott a virágzás.

Kronenberg (1985) Európa különböző kutatóállomásairól kért be adatokat, hogy a virágzás kezdetét megbecsülhessék. Mivel a különböző kutatóintézetek változatos virágnyílási stádiumokat jegyeztek fel (5-80%), a szerző kénytelen volt az adatokat egységen 20%-os virágnyílásra korrigálni (10% korrekciót egy nap eltérésként realizált). Az adatok összevetését nehezítette, hogy a megfigyelési évek száma 5-39 között változott. A fajták várható virágzási idejét a nyugalmi időszak feloldása után szükséges hőösszeg, illetve a hidegigény teljesülése alapján kalkulálták. A hőösszegszámítás kritikus pontja, hogy mit tekintünk biológiailag hasznos hőmérsékletnek (base temperature; pflanzenphysiologisch wirksamen temperatur). A szakirodalom változatos értékeket ad meg 3-6 °C között (Hertlein, 1954; Schmidt, 1954; Procenko, 1970; Kronenberg, 1983; Mittelstädt, 1987) Az adatok értékelésekor az Észak- és Közép-Európai kutatóállomásokon a 'Boskoop' fajta a várakozásoknak megfelelően korábban virágzott, mint a 'Golden Delicious', míg a délebben fekvő kutatóintézetekben egyszerre virágzott a két fajta. Ez összhangban áll Kronenberg (1983) korábbi megállapításával, miszerint a 'Golden Delicious' számára magasabb biológiailag hasznos hőmérséklettel kell kalkulálni, vagyis ez az érték fajtánként elérő lehet.

Kronenberg (1985) a kapott és korrigált értékek alapján, Európa 119 termőhelyére számította ki a virágzáskezdet várható időpontját, a két fajta esetében. Eredményei mégis kissé ellentmondásosak, illetve utalnak arra, hogy a virágzáskezdet várható időpontja a földrajzi szélességtől és tengerszint feletti magasságtól nagyban függ, de számos olyan adottság is befolyásolja, amely egy-egy adott mikrokörzet jellemzője. Várakozásainak megfelelően ugyanis Európában észak felé haladva a két fajta virágzáskezdete között növekednie kellene a különbségnek, a számítások alapján azonban számos ellentétet találhatunk. Így például a legdélebbre fekvő Carcassonnei állomáson 4, míg a legészakibb Gunnarnban mindössze egy nap különbség volt a két fajta virágzáskezdete között (2. ábra; 13. táblázat). További átgondolásra érdemes tehát a biológiailag hasznos hőmérséklet értéke, illetve a hőösszeg számítás elve.



2. ábra. Kronenberg (1985) által számításba vett néhány termőhely elhelyezkedése Európában

13. táblázat. Kronenberg (1985) által számított virágzáskezdeti napok

Helység	Földrajzi (északi) szélesség	Virágzáskezdet	
		'Boskoop'	'Golden Delicious'
Carcassonne	43°12'	Márc. 30.	Ápr. 4.
Marseille	43°17'	Ápr. 18.	Ápr. 16.
Split	43°30'	Ápr. 7.	Ápr. 3.
Bukarest	44°26'	Ápr. 27.	Ápr. 26.
Cherbourg	49°38'	Máj. 5.	Máj. 17.
Frankfurt	50°06'	Ápr. 29.	Máj. 4.
Exeter	50°43'	Ápr. 3.	Ápr. 26.
Aberdeen	57°08'	Máj. 22.	Jún. 3.
Tallin	59°26'	Jún. 6.	Jún. 6.
Tampere	61°29'	Jún. 6.	Jún. 7.
Gunnarn	68°47'	Jún. 23.	Jún. 24.

Gyakran találkozhatunk a szakirodalomban mindössze néhány évet felölelő kísérletek eredményeivel. Ezen adatok hasznosítása mindig kockázatos, hiszen figyelmen kívül hagyja a szélsőséges időjárású éveket, vagy épp csak egy-egy ilyen év adataiból von le

következtetéseket. Az eredmények összehasonlításánál tapasztalt nehézségeket az imént tárgyaltuk Kronenberg (1985) megfigyelései esetén. Singh et al. (2005) mindössze egyetlen megfigyelési év alapján von le következtetést almafajták virágzási idejéről és tartamáról.

Singh et al. (2002) India négy különböző termőhelyének tizenhat ültetvényében végzett virágzásfenológiai megfigyeléseket két esztendőben (1997-1998), Ezért az évjárathatás kimutatására tett kísérletük nem vehető figyelembe. Szembetűnő eredményük viszont – noha nem emelték ki ezen összefüggést – a virágzási idő variációja a tengerszint feletti magasság függvényében (14. táblázat). A 100 méter tengerszintfeletti magasság különbségre jutó átlagosan 2,2-2,3 nap késedelem a virágzáskezdet összhangban van Hoffmann (1887 cit. Soltész, 1992) megfigyeléseivel. Értékes megfigyelés továbbá Singh et al. (2002) kísérletében a két *Malus* faj virágzási idejének megfigyelése, miszerint a *M. robusta* mintegy két héttel a legtöbb vizsgált fajta előtt kezdett virágozni, míg a *M. floribunda* megfelelő átfedést mutatott számos kereskedelmi fajta virágzásával.

14. táblázat. A 'Red Delicious' fajta virágzáskezdete India különböző termőhelyein 1997-ben

Termőhely, tengerszint feletti magasság (m)	Szintkülönbség (1. termőhelyhez képest) (m)	Virágzáskezdet napja (hónap, nap)	Vir.kezd. eltérés (1. termőhelyhez képest) (nap)	100 m szintkül. jutó eltérés (nap)
1. Bajaura, (1097)	-	III. 29.	-	-
2. Raison, (1463)	366	IV. 6.	8	2,18
3. Jari, (1524)	427	IV. 8.	10	2,34
4. Naggar, (1760)	663	IV.12.	14	2,21

Forrás: Singh et al. (2002)

Keppel (1991) közel 150 fajta virágzási idejét vizsgálta 4 éven át. A vizsgált fajtákat kivirágzásuk alapján 5, a virágzás időtartama alapján pedig három csoportba sorolja. Ilyen nagyszámú fajta mellett azonban nem végeztek napi megfigyelést, csak a virágzás kezdetét és végét jegyezték fel. Ezek az adatok tájékoztatnak ugyan az egyes fajták virágzási idejének hosszáról, ugyanakkor épp a fővirágzás időszaka lenne az, ami a fajtatársítás szempontjából mérvadó. A kísérletben a 'Golden Delicious B' klónt használták referenciacajtaként, mint a térségre és a vizsgálati évek idejére jellemző standard fajtát. Ez a megválasztás nem feltétlenül szerencsés, ugyanis a 'Golden Delicious' fajta virágzási idejének stabilitása csak közepesnek mondható (Soltész, 2002). További kérdéseket vethet fel, hogy a virágzási időt 2-4 éves fákon vizsgálták. A virágzás menetére nagy hatással van a hosszú vesszők oldalrügyeinek virágképződési hajlama, ami egyrészt fajtatulajdonság, másrészt viszont Zeller (1961) szerint ennek a sajátosságnak épp a telepítés utáni években van jelentősége. Wertheim (1996) virágzásfenológiai vizsgálatoknál a hosszú vesszők figyelembevételét eleve kizárja. A

fajtákat a hosszú hajtások oldalrügyeinek virágzási hajlama alapján Soltész (1992) hét csoportba sorolja:

- egyik évben sincs (pl: 'Red Delicious')
- igen rendszertelenül, legfeljebb az évek 10%-ában (pl: 'Asztraháni piros', 'Parker pepin')
- rendszertelenül, legfeljebb az évek 11-50%-ában (pl: 'Cox narancs renet', 'Grimes Golden')
- közepes rendszerességgel, az évek 50-79%-ában (pl: 'Mollies Delicious', 'Prima')
- rendszeresen, legalább az évek 80%-ában (pl: 'Close', 'James Grieve')
- igen rendszeresen, legalább az évek 90%-ában (pl: 'Golden Delicious', 'Granny Smith')
- fiatal fákön rendszeresen, később kis mértékben és rendszertelenül (pl: 'Lobo', 'Redgold')

Fontos téma a díszalmák pollenadóként való alkalmazása. Az ültetvényben külön fahelyet nem foglaló, két fa közé beszúrható, oszlopos növekedésű pollenadó fák alkalmazásának lehetősége fajtatiszta ültetvényekben is régóta foglalkoztatja a kutatókat. A nem gyümölcsükért termesztett *Malus* fajok és fajták alkalmazása azt az elvárást is feloldozza, miszerint pollenadó fajtának is jól kellene termékenyülnie, és kiváló gyümölcsminőséget kell biztosítania. Továbbra is követelmény azonban az elnyúltabb virágzási idő és a minden évben rendszeres, bőséges virágzás.

Betegségekre fogékony fajtákkal kapcsolatban ezen a téren is bőséges szakirodalom áll rendelkezésre. Virágzó díszalmák pollenadóként való hasznosításáról már Crasweller et al. (1980) is értekezik, Westwood (1993) a legmegfelelőbb hasznosítási lehetőségüket nagysűrűségű, falszerű vagy sövényművelésű egyfajtás ültetvényekben látja, ahol a fő fajta fái közé beszúrva, oszloposra metszve külön helyet nem foglalnak a pollenadó fák.

Rezisztens fajták esetén rezisztens pollenadó *Malus* fajt és fajtát kellene alkalmazni, ami adott lehet, hiszen a rezisztencianemesítés éppen ilyen fajokra (pl. *M. floribunda*) támaszkodik. Tanszékünkön – összefogásban több kutatóállomással és -csoporttal – több mint 30 éve folynak különböző *Malus* fajok virágzásfenológiai (Tóth et al., 1978; Nyéki et al., 1982a), fajtatársítási és megporzási (Gyúró et al., 1979; Soltész et al., 1979; Nyéki et al., 1982b; Soltész et al., 1982; Kovács et al., 2009) kísérletei. Mindezen fajok és utódállományaik esetén a betegség-ellenállóságot (Tóth et al., 2003, 2007; Tóth és Kovács, 2004; Kovács és Tóth, 2006) és a gyümölcsminőséget (Kovács és Tóth, 2007) is vizsgálták.

A külföldi kutatók eredményei közül is kiemelnénk néhányat. Blasse és Hoffmann (1992) megfelelő átfedést tapasztalt a korán virágzásnak induló *M. floribunda* és vizsgálatában 3 virágzási időcsoportba sorolt összes fajta virágzási ideje között. További *Malus* fajok pollenadókénti alkalmasságáról, mint például a *Malus floribunda* 'Hornet', *Malus floribunda* 'Hillieri', és *Malus* 'Liset' (Dietzsch, 1982), vagy *Malus* 'Hopa', 'Evereste' (Stehr, 1998. cit. Fischer, 2002) is beszámol a szakirodalom. Bessho et al. (2009) 'Fuji' és 'Tsugaru' fajták számára keres megfelelő díszalma pollenadót. Céljuk, hogy a drágább és piacosabb, de késői érésű 'Fuji' fajta számára olyan pollenadót találjanak, melynek hasonló technológiai igényei vannak, és nem okoz gondot például a növényvédelem számára a korábbi érésű pollenadó fajta, mint korlátozó tényező. A kísérletben külön értékelik a csúcsi és oldalrügyek virágzását, valamint a középső és oldalsó virágok nyílását, ugyanakkor a fenológiai fázisokat csak a szubjektív becslés módszerével állapítják meg (első virág nyílása, fővirágzás és szirmhullás). A relatív virágzási sorrendet a megporzandó fajtához igazították. Főbb következtetések egy része összhangban áll a többi szakirodalmi forrással. Pollenadónak stabil virágzási idejű partnert kell választani, a díszalmák labilisabb virágzása miatt egy táblába többféle pollenadót javasolnak beszúrni, valamint, hogy a korábbi virágzású fajta oldalrügyeiből képződött virágok pollenje jól termékenyítheti a fő fajta virágait. A szokásos csoportosítással szemben azonban csak két csoportba (korai és közepes virágzási idő) sorolták a fajtákat. Javaslatuk szerint tehát 1-2 nappal korábbi, de stabil virágzású pollenadó díszalmafajta társítása megfelelő lehet egyáru fajta ültetvények megporzására.

Khanizadeh et al. (2000) kanadai viszonyoknak megfelelően a 'McIntosh'-hoz, mint fő áru fajtához kerestek megfelelő díszalma pollenadó fajokat, illetve fajtákat, melyek külön előnye, hogy jól megkülönböztethetők a fő fajtától, ami az ápolási és betakarítási munkálatok során jelentősen megkönnyíti a nem feltétlenül szakképzett munkaerő dolgát. Sajnos a kísérlet csak egy év adatait közli, így nem derül ki, hogy az esetlegesen átfedést mutató, bőséges és jó tömlőfejlesztési-képességű pollent termelő fajták évről évre stabilan adják-e ezt az eredményt. A pollentömlő-fejlesztési eredmények nem minden esetben voltak összhangban a termékenyülési és gyümölcskötődési viszonyokkal, ami jelzi a kompatibilitási viszonyok feltárásának szükségességét a dísz- és vadalma megporzású rendszerekben is.

3.9. Rezisztens fajták virágzásfenológiája

Fischer (2002) régi és jelenleg használatos kereskedelmi almafajták mellett új Drežda-pillniti fajták és külföldi fajtaújdonságok virágzási idejét figyelte meg tíz évig tartó kísérletben. Megfigyelésének módszereit többek között Blasse (1982) nyomán állította össze, például a virágzás fenofázisait is hozzá igazította (lásd 8-10 táblázatok). A fajtákat 4 virágzási időcsoportba sorolta (korai, középkorai, középkései és kései). Az azonban nem derül ki, hogy mi alapján rendezte sorba a fajtákat, vagyis, hogy a virágzási időcsoportokat a virágzáskezdet, a fővirágzás, vagy a virágzástartam alapján alakította ki. Kísérletének nagy értéke, hogy külön jelzi a hosszú vesszők oldalrügyeiben képződő virágok virágzásdinamikáját. Megfigyelése szerint például a 'Rebella' fajta esetében, 1997-ben a hosszú vesszők oldalán egy nappal későbbi a virágzáskezdet és a virágzás vége is, ugyanakkor teljesen más lefutású görbét mutat a rövid termőrészek virágzásához képest, így a fővirágzás esetében 4-5 nap eltérés mutatkozott. Mindezen eredményeket célszerű lett volna több fajta esetén is összevetni, így szemléletesebb lenne a virágzási időcsoportok kialakításának elve.

Blazek és Krelanova (2006) 11 cseh nemesítésű rezisztens fajta virágzási idejét figyelte meg, s kontrollként további rezisztens és fogékony fajták virágzását is vizsgálták. A megfigyelések módszereiről pontos leírást nem adnak, ábrázolásukból valószínűsíthető, hogy virágzáskezdetnek az első kinyílt virágot tekintik. Ennél a kísérletnél is meg kell említenünk, hogy a virágzási időt 2-6 éves fákon vizsgálták, eredményeik hasznosításánál mindenképp figyelembe kell venni tehát a fiatal fák virágzási sajátosságait, csak úgy, mint Keppel (1991) kísérlete kapcsán említettük.

Blazek és Krelanova (2006) 3 hét eltérést figyeltek meg a virágzáskezdetet illetően az öt vizsgálati év alatt (április 22 – május 8). Az egyes fajták virágzáskezdetében mintegy 4 nap ingadozást figyeltek meg. Az általuk vizsgált fajták kisebb részét ('Julia', 'Nabella', 'Primadella' és 'Vysocina') a korai, többségét ('Angold', 'Gala', 'Golden Delicious', 'Jonagold', 'Produkta', 'Resista', 'Rosana', 'Rubinstep', 'Rucla', 'Selena', 'Topaz' és 'Zuzana') pedig a középidejű virágzási csoportba sorolták.

Papstein és Blazek (1996) ugyanazon a cseh kísérleti állomáson szintén rezisztens fajták virágzási idejét vizsgálták. Pontosabb meghatározást adtak a fenofázisokra, a fajták virágzási idejének átfedését a fővirágzás tekintetében nézték. Továbbá a megfigyeléseket idősebb fákon végezték el, e kísérlet eredményei ezért jobban hasznosíthatók. Az összes vizsgált fajta tekintetében a vizsgálati évek átlagában május 6-18. közé tehető a fővirágzás, az egyes fajták virágzástartama 6-9 nap között változott.

Lateur (1996) a belgiumi State Plant Pathology kutatójaként régi almafajták újra termesztésbe vonásával is foglalkozik. A fajtákkal szemben támasztott kritériumok egyike, a részleges rezisztencia a főbb kórokozókkal szemben. Megfigyelései során heti három alkalommal jegyezte fel a virágzás állapotát. Aszerint, hogy a vizsgált fajták mikor érték el az 50%-os virágnyílást, hét csoportba sorolta a fajtákat. A fajtákat a 'Golden Delicious' fajtához hasonlította, és azt vette közepes virágzási idejűnek.

Régi, történelmi almafajták újra termesztésbe vonásával a Budapesti Corvinus Egyetem, Gyümölcstermő Növények Tanszékén folyó rezisztencia-nemesítési program keretében is foglalkoznak, noha itt e régi fajták inkább, mint nemesítési alapanyagok jönnek számításba. A régi fajták rezisztenciájának értékeléséről Tóth et al. (2005), a fajták virágzási idejéről Király et al. (2008) valamint Király és Tóth (2009) számolt be.

3.6. Fajták együtt virágzásának megfigyelési módszerei

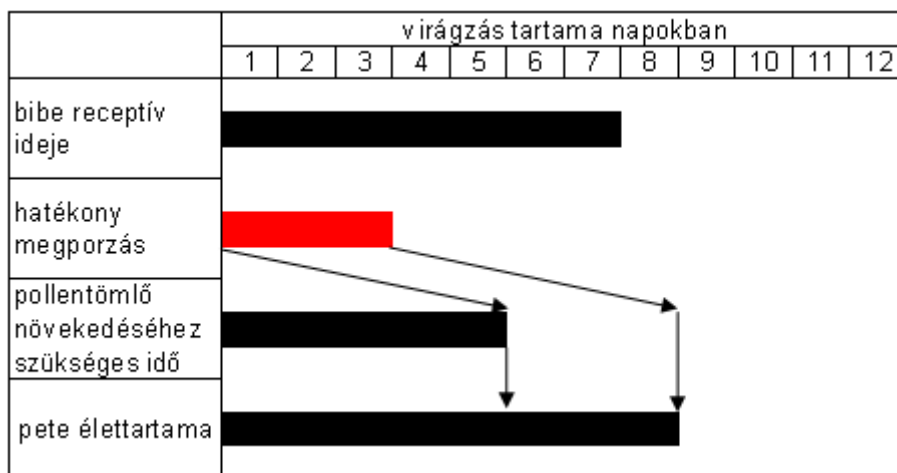
Almafajták együttvirágzásának meghatározására Soltész (1992) számos módszert gyűjtött össze. A kidolgozott módszereket EV kóddal jelölte, a nagyobb számkód bonyolultabb, ugyanakkor az együttvirágzás pontosabb meghatározására alkalmas módszert takar. Így például az EV-0 módszer esetében csak a vonaldiagramok egymásra helyezésével állapítják meg a fajták együttvirágzásának mértékét, míg az EV-1 módszernél ugyanezt a virágzási fenogramok közös területéből határozzák meg. A területek meghatározása kezdetben milliméterpapír segítségével történt, később planiméterrel sokkal pontosabban és gyorsabban lehetett e számításokat elvégezni.

Az EV-2 és EV-3 módszerek nem a kinyílt virágok arányát veszik figyelembe, hanem a virágzás időtartamát. A két módszer között a virágzás kezdetének tekintett küszöbértékek között van különbség.

Az EV-4 módszer a kinyílt virágok aránya helyett azok tényleges darabszáma alapján állapítja meg az együttvirágzás mértékét. E módszer pontosabb eredményt ad, ha a két vizsgált fajta virágsűrűsége szignifikánsan eltérő.

Az EV-5 módszer külön kezeli a rövid termőrészek (dárda, sima termőnyárs), és a hosszú vesszők oldalán nyíló virágokat. A hosszúvesszők oldalán időjárástól függően akár 2-3 nappal is későbbi lehet a virágok nyílása egy adott fajtánál. Így olyan fajták, melyek nem csak fiatal korban hajlamosak a hosszú vesszők oldalán is virágrügyeket fejleszteni, alkalmasak lehetnek egy későbbi virágzású fajta pollenellátására, vagy egy esetleges fagykár esetén éppen a későbbi virágzású fajta porozhatja meg ezeket az oldalsó helyzetű virágokat.

Az EV-6 módszer a két fajta együttvirágzásának legpontosabb, ugyanakkor legbonyolultabb módszere is. Alapja, hogy nem csak a kinyílt virágok arányát veszi figyelembe, hanem azt is, hogy a megporzandó fajta bibéinek funkcióképessége, illetve a virágport adó fajta pollenszóródási ideje mennyire esik egybe. A módszer alkalmazásához számos tényező – mint például a hatékony megporzási időszak (3. ábra), az embriózsák élettartama és befolyásoló tényezői vagy a dichogámia mértéke – figyelembevételre elengedhetetlen, melyek a megfigyelést sok vizsgált fajta esetén nehezítik.



3. ábra. Hatékony megporzási időszak Williams (1970) nyomán

3.7. A relatív virágzási sorrend szerepe a fajták együttvirágzásának meghatározásában

A relatív virágzási idő megmutatja, hogy egy fajta virágzási ideje milyen időtartammal tér el egy megválasztott referencia fajtától. A virágzás relatív sorrendje pedig megmutatja, hogy az adott fajta hol helyezkedik el a vizsgált fajták között.

Lévéen, hogy fajták eltérően reagálnak a mélynyugalmi időszak alatti és a tavaszi időjárás-változásokra, a relatív virágzási sorrend sem lehet állandó. Éppen ezért fontos a megfelelő referenciafajta megválasztása, valamint a vizsgált fajták körének megtartása. Viszonyításra lehet a legkorábban virágzó fajtákat választani. Chittenden (1911) az 'Asztrahanszkoje krasznoje' fajtát alkalmazta referenciafajtaként, mert korai virágzású és stabil virágzási idejű. Számos esetben azonban a referenciafajta kiválasztásában nem a virágzási idejének stabilitása játsza a főszerepet. Khanizadeh et al. (2000) a 'McIntosh' fajtához, Keppel (1991) és Lateur (1996) a 'Golden Delicious'-hoz, Bessho et al. (2009) pedig a 'Fuji' és 'Tsugaru' fajtákhoz viszonyítják kísérleteikben szereplő almafajták virágzási idejét. A felsorolt esetekben a referencia fajtának egy adott térségre jellemző fő áru fajtát választottak, függetlenül attól, hogy annak stabil-e a virágzási ideje.

A relatív virágzási idő és sorrend figyelembe vétele csak több év megfigyelésén alapulhat, a megfigyelések között szélsőséges évjáratok figyelembe vétele, illetve más ökológiai adottságú területek eredményeinek összevetése is szükségszerű. A fővirágzás relatív sorrendje kevésbé stabil, mint a virágzáskezdete, ezért nagy valószínűséggel a várható sorrend megállapításához hosszabb idő szükséges (Soltész 2002).

3.8. A virágzási időcsoportok kialakításának sokfélesége a szakirodalomban

Az UPOV DUS vizsgálataihoz, 2005-ben összeállított fajtaleíró irányelvek között a virágzás kezdetének 5 – számkulccsal ellátott – csoportját adják meg, ma is használatos kereskedelmi és kisebb jelentőségű régi referencia fajták említésével (UPOV, 2005) (15. táblázat). A szakirodalomban 3-4 virágzási időcsoport használata a legelterjedtebb, de 2-11-ig számos különféle megoldás és javaslat előfordul (16. táblázat).

15. táblázat. Virágzási időcsoportok az UPOV irányelvek alapján

	English	français	deutsch	español	Example Varieties Exemples Beispielssorten Variedades ejemplo	Note/ Nota
55. (*) (+)	Time of beginning of flowering	Époque de début de floraison	Zeitpunkt des Blühbeginns	Época de inicio de la floración		
QN	very early	très précoce	sehr früh	muy temprana	Anna, Ein-Shemer	1
	early	précoce	früh	temprana	Idared	3
	medium	moyenne	mittel	media	Cox's Orange Pippin, Jonagold	5
	late	tardive	spät	tardia	Court Pendu Plat	7
	very late	très tardive	sehr spät	muy tardía	Feuillémorte, Spätblühender Taffetapfel	9

Forrás: UPOV (2005)

Soltész (2002) szerint a fajták nagy többségének virágzási időcsoportba sorolásához 8-10 évnél is hosszabb időre van szükség. Csak az igen stabil virágzási idejű fajták besorolása lehetséges 4-5 év alatt. Ettől függetlenül számos esetben gyors döntés meghozatalára kényszerülhetünk. Ilyen esetben mindenképp kerülni kell a fiatal fákon végzett megfigyeléseket, és a telepítésre szánt területtől nagyon különböző ökológiai adottságú területeken végzett eredmények sem vehetők biztonsággal figyelembe. Más szerzők adatainak átvétele egyébként is kockázatos, a számos metodikai különbségből (pl. virágzási időcsoportok száma vagy a fenofázisok értelmezése) megtévesztő eredmények születhetnek.

16. táblázat. Néhány példa a virágzási időcsoportok kialakításának sokféleségére

Virágzási időcsoportok	Szerző (év)
2 csoport (korai, középidéjű)	Bessho et al. (2009)
3 csoport (korai, középidéjű, kései)	Grausland (1996) Dalbro (1966)
4 csoport (korai, középkorai, középkései, kései) Leggyakrabban használt csoportosítás!	Papstein és Blazek (1996) Fischer (2002)
5 csoport (igen korai, korai, közepes, kései, igen kései)	Keppel (1991)
6 csoport (igen korai, korai, középkorai, középkései, kései, igen kései)	Christensen (1973)
6 csoport (1 és 11 között a páratlan számokkal jelölve) (Christensen, 1973 nyomán) + 5 átmeneti csoport (2 és 10 között a páros számokkal jelölten)	Soltész (1992)
7 csoport (igen korai, korai, közepes/korai, közepes, közepes/kései, kései, igen kései)	Lateur (1996)
9 csoport (szélsőségesen korai, igen korai, korai, közepes/korai, közepes, közepes/kései, kései, igen kései, szélsőségesen kései)	Watkins (1982)

A vizsgált fajtákat különböző, de stabil virágzási idejű referenciafajták segítségével sorolhatjuk csoportokba. A besorolás a legtöbb esetben a fővirágzás ideje alapján történik. A helytelen referenciafajta-megválasztás a megfigyelt fajták téves besorolását eredményezheti. Így például, ha nem használunk megfelelő korai virágzású referenciafajtát, a középkorai virágzásúak tévesen a korai virágzási időcsoportba sorolódhatnak. Ilyen eredmények publikálása pedig más kutatók munkáját is befolyásolhatja (Way, 1965; Williams, 1970; Kellerhals, 1986; Blasse és Hoffmann, 1992). A helytelen besorolás veszélye egyébként annál nagyobb, minél több kategóriát alakítunk ki.

Az almára vonatkozó fővirágzási időszak szakaszokra osztásával, az egyes fajtákat minden vizsgálati évben besoroljuk virágzási időcsoportok szerint. Az előforduló virágzási időcsoportok gyakorisága, illetve a szélső értékek figyelembe vétele alapján adjuk meg a fajtára leginkább jellemző kategóriát. Kevés vizsgálat alapján kockázatos a fajták virágzási időcsoportokba történő végleges besorolása. Kellően nem tisztázott esetekben célszerű a virágzási időcsoportok átmeneti jellegének (pl. középkései - kései) megadása (Soltész, 2002). Bizonyos fajták sokéves megfigyelése után is azt tapasztaljuk, hogy virágzási idejük ingadozó, az ilyen fajták besorolását teszi lehetővé Soltész (1992) számkulcsos rendszere, ahol a páratlan számok a megszokott kategóriákat jelölik, a páros számok pedig az átmeneti csoportokba tartozó fajták számára fenntartott helyeket.

3.9. Termékenyülés és gyümölcskötődés vizsgálati módszereinek áttekintése, eddigi eredmények

3.9.1. Öntermékenyülés, önmeddőség és parthenokarpia

A jelenleg ismert almafajták vagy teljesen önmeddők, vagy részlegesen öntermékenyek. Az az almafajta lenne öntermékenynek tekinthető, amelyik a gazdaságos termesztéshez minden termőhelyen rendszeresen megfelelő terméskötődést és a kiváló minőségű gyümölcsök kifejlődéséhez kellő mennyiségű teltmagtartalmat biztosítana (Soltész 2002). Ezért használatos, és általánosan elterjedt, elfogadott az almánál a „gyakorlatilag önmeddő” fogalom. Régebbi öntermékenyülési vizsgálatokban (egészen a múlt század 30-as éveitől) nem vették figyelembe a gyümölcsök magtartalmát, ezzel figyelmen kívül hagyták a parthenokarpia jelenségét. (A parthenokarpia szabályos megtermékenyülés nélküli termésképződés, a magház rendszerint valamilyen rendellenes stimuláló hatás következtében növekedésnek indul, és terméssé fejlődik. A gyümölcsökben nincsenek magvak, vagy a létrejött magvakból nem fejlődik csíra.)

Az öntermékenyülési hajlam megállapítását nagyban befolyásolhatja az alkalmazott vizsgálati módszer. Amennyiben a kijelölt ágakat izoláljuk, és a természetes önbeporzásra hagyatkozunk, a pollen legnagyobb valószínűséggel ugyanannak a virágnak a bibéjére kerül. Így nagy jelentőséggel bír, hogy a porzók hogyan helyezkednek el a termőhöz képest (egy szintben, alatta vagy felette). Az önbeporzást illetve a pollenszállítást elősegítheti, ha az izolált ágakat néha megrázzuk, illetve ezt a munkát a szél mozgató hatása is elvégezheti. Sokkal egzaktabb eredményt kaphatunk azonban, ha az öntermékenyülési hajlamot is a 3.9.3. fejezetben ismertetett keresztezési módszerekkel vizsgáljuk.

Öntermékenyülési hajlam vizsgálata során Rudloff és Schanderl (1937) 143 fajtából 141-et teljesen önmeddőnek ítélt, Kobel et al. (1939) a fajták többségét szintén teljesen önmeddőnek értékelte. Childers (1975) egyedül a 'Yellow Transparent' fajta esetében ír le öntermékenyüléssel is rendszeres terméshez. Blazek et al. (1977) részleges öntermékenyülést ír le az 'Ontario', 'Wagener' és a 'James Grieve' fajtáknál, ugyanakkor megjegyzi, hogy ez az érték nem elegendő a gazdaságos termésmennyiség és -minőség eléréséhez. Milutinovic et al. (1996) a 'Red Delicious' fajta esetében mesterséges öntermékenyítés után megfelelő gyümölcskötődést tapasztalt, a gyümölcsökben a fajtára jellemző számú egészséges magokkal. De Witte et al. (1996) szintén mesterséges öntermékenyítés után 8 fajta közül az 'Idared'-nél 12%-os kötődést tapasztalt, ugyanakkor a gyümölcsökben elenyésző volt a telt magok száma. Meglepő eredményt közölt ugyanakkor a

'Cox narancs renet' fajta esetében, amely mindkét vizsgálati évében a legnagyobb kötődési értéket (17-19%) produkálta, a gyümölcsök 3-5 ép magot neveltek. Ilyen kötődési eredmények mellett ez a fajta akár öntermékenynek is tekinthető lenne, de ezt más szerzők nem erősítették meg. Ugyanakkor De Witte et al. (1996) nem tárgyalja a kísérletben a virágok izolálásának pontos módját, és az alkalmazott izolátor anyagát. Fischer (2002) számos rezisztens fajta vizsgálata során nem talált öntermékenyülő fajtát. Krylowa et al. (1985) és Murawski et al. (1978 cit. Fischer, 2002) szerint bizonyos fajták is – mint például az 'Alkmene', 'Clivia', 'Golden Delicious' vagy a 'James Grieve' – csak kivételesen kedvező időjárási viszonyok között mutatnak csekély – 5% alatti – öntermékenyülési hajlamot. Benedek és Nyéki (1996) a virágzás teljes idejére izolált ágakon 5 almafajta esetében elenyésző gyümölcskötődést tapasztalt. Kísérletük másik kezeléseként a virágzáskezdetől számított 5-ik napon izoláltak ágakat, így is kisebb kötődést tapasztaltak, mint a szabadon elvirágzó virágokat tartalmazó kontrol ágakon. Ez az eredmény is utal a hatékony megporzási időszak fontosságára.

A szakirodalomban a fajták öntermékenységet illetően is eltérő csoportosításokkal találkozhatunk. Wertheim (1996) almatermésűekre és csonthéjasokra egyaránt vonatkozó gyümölcskötődési küszöbértékei, mely négy csoportot határoz meg. Öntermékenyülési hajlam szempontjából Williams (1970) csoportosítását javasoljuk figyelembe venni:

- Stabilan önmeddő fajta: a saját virágpor tömlőfejlődése során gátlást szenved, a bibéken történő behatolás hamar megakad.
- Részlegesen, de stabilan öntermékeny fajta: a saját virágpor tömlőfejlesztése és annak lehatolása a kompatibilis fajta virágporához hasonló.
- A fajta részleges öntermékenysége változó.

3.9.2. Szabadon elvirágzó virágok terméskötődése

Gyümölcskötődési vizsgálatokban általában a legmagasabb kötődési eredményt a szabadmegporzású „kontroll” adja. Ez a kontroll azonban csak arról adhat tanúbizonyságot, hogy egy adott ültetvény fajtatársítása megfelelő-e. Egy kísérleti ültetvényben ahol soronként vagy gyakran néhány fánként fajtaváltás van, gyakorlatilag nincs információs értéke a szabad megporzású kontrollnak, hiszen a magas kötődési értékért több fajta is felelős lehet, éppen az nem derül, ki hogy melyik fajta az igazán megfelelő pollenadó.

Soltész (2002) szerint szabatosabb: szabadon megporzódott virágok, vagy szabadon elvirágzó virágok terméskötődéséről beszélni, hiszen az eredményben benne lehet az ön- és idegenmegporzásból kimaradt virágok parthenokarp terméskötődése is.

A gazdaságos termésmennyiséghez szükséges kötődést célszerű a ténylegesen betakarított gyümölcsök és az összes virág tekintetében megadni. Termésbiztonsági és termésbecslési megközelítésben azonban a gyakorlat megköveteli a természetes gyümölchullási periódusokat követően is a gyümölcskötődés értékelését.

Nagyméretű fák 3-5%-os kötődést is megfelelőnek ítélték, az intenzitás növelésével, illetve a fák méretének csökkenésével ez az érték (virágűrűségtől függően) 15-20% is lehet (Soltész, 2002). Nem szabad összekeverni azonban a szabadmegporzásnál és az irányított megporzási kísérletekben alkalmazott irányelveket és kötődési értékeket, keresztezési kísérletekben ugyanis virágzatonként gyakran csak 2-2 virágot termékenyítenek meg.

3.9.3. Keresztezés

Wertheim (1996) módszertani összefoglaló munkája alapján, ahhoz hogy megfelelő információt kapjunk pollenadónak való alkalmasságról, kombinációnként 100 virág keresztezésére van szükség 10 fán elosztva. Amennyiben korlátozott növényanyag áll rendelkezésre (a gyakorlati tapasztalat szerint a legtöbb esetben), 5-5 fa 2-2 ágán is elvégezhető a keresztezés. Wertheim (1996) virágzatonként 2-2 virág megporzását javasolja, a középső (csúcsi) és a kései virágok eltávolításával. Ez gyakorlati szempontból is praktikus, hiszen a keresztezést ballon stádiumban levő virágokon célszerű elvégezni. Ilyen stádiumú virágokból pedig akkor találunk a legtöbbet a fák, amikor a virágzatok középső virága (King flower) már kinyílt. Célszerű továbbá a kijelölt ágakon a keresztezésbe be nem vont virágzatok megtartása, annak elkerülése érdekében, hogy a keresztezett virágokon abnormálisan magas kötődési értékeket kapjunk. Más szerzők eltérő virágzatonként keresztezendő virágszámot javasolnak, ami a kísérletek eredményének összevethetésénél nagy körültekintést igényel. Egyetlen konferencián is számos különböző keresztezési módszerről számolnak be a kutatók (17. táblázat).

Eltérő nézőpontok léteznek a keresztezett virágok további megporzódásának védelméről. Általánosan elterjedt a papír, nylon és tüll izolátorok használata. Izolátor használata nélkül a bibék vazelines kezelésével biztosítható, hogy további pollen ne kerüljön a bibére. Egyes szerzők szerint kasztrált virágok esetén nincs szükség semmilyen izolálásra, hiszen a rovarok a kasztrált virágot nem látogatják, a széllel szállított pollennel való megtermékenyülés esélye pedig igen csekély (17. táblázat).

17. táblázat: Keresztezési módszerek sokfélesége; a II Workshop on Pollination (1996) konferencia publikációi alapján

Virágzaton belül megporzott virágok száma / helyzete	Kasztrálás mértéke	Izolálás módja	Vazelines kezelés	Kötődés értékelése	Szerző (év)
2 (középső és kései virágok eltávolítása)	nincs	csak a triploid fajtáknál, mivel azok keresztezését 2 nap múlva megismétli	van	gyenge: 0-4% közepes: 5-9% jó: 10-24% igen jó: 25% felett	Wertheim (1996)
többféle módszer: A: a virágzat összes virágát porozza a nyílás sorrendjében B: a középső virág eltávolítása után a többi beporzása nyílási sorrendben C: az összes virág beporzása az oldalsó virágok nyílásakor D: 3 oldalsó helyzetű virág beporzása E: a középső és egy oldalsó helyzetű virág beporzása	nincs	nylon izolátor	nincs	-	Kellerhalls és Wirthner-Christinet (1996)
-	szirmok eltávolítása	nincs	van	minimum 10% kötődésnél tekintik kompatibilisnek a két fajtát	Papstein és Blazek (1996)
4 (középső és a legkésőbbi virágok eltávolítása)	nincs	kétféle módszer alkalmazása: 1. a megporzást 2-3 nappal később megismételték, vazelint nem használtak 2. egyszeri megporzás után vazelines kezelés		-	Grausland (1996)
3 (kikötés nélkül, de feltehetőleg oldalsó helyzetű virágok)	kétféle módszer: 1. nincs kasztrálás 2. csészelevelek és porzók eltávolítása	nincs	nincs	csak a végső kötődés értékelése	De Witte et al. (1996)
2 vagy 3	nincs	nincs	nincs	-	Keulemans et al. (1996)
2 (kikötés nélkül, de feltehetőleg oldalsó helyzetű virágok)	nincs	nincs	van	csak a végső kötődés értékelése	Putter et al. (1996)

A virágok kasztrálásáról is megoszlik a szakirodalom véleménye, De Witte et al. (1996) szignifikánsan kisebb gyümölcskötődést tapasztalt ugyanazon keresztezési kombináció esetén a virágok kasztrálása mellett, mint kasztrálás nélkül.

Legtöbb szerző a ballon stádiumban végzett keresztezést ajánlja, Wertheim (1996) triploid fajták esetén, a petesejt későbbi érése miatt, két nappal később a keresztezés megismétlését javasolja.

A termesztés szempontjából a végső kötődési érték, vagyis a ténylegesen betakarítható gyümölcsök aránya a mérvadó, ugyanakkor Wertheim (1996) utal a virágzás utáni, illetve a júniusi hullás utáni kötődésértékelés fontosságára. Soltész (2002) szerint az interfertilitás pontos tisztázása szempontjából a terméskötődést a megporzás után 3-4 héten belül célszerű kimutatni, mert a befolyásoló tényezők bonyolult hatását (pl. időjárás, tápanyag ellátottság, növényvédelmi lépések esetleg hiányosságai) később nem tudjuk kiszűrni. Minél inkább a végső terméskötődést vesszük alapul, annál inkább csak a megporzandó fajta tulajdonságainak teszteléséről van szó, kevésbé az idegentermékenyülés hatásának pontos megítéléséről.

3.9.4. Pollentömlőfejlesztő képesség / pollen-életképesség

Egy fajta pollenadónak való alkalmasságát nagyban meghatározza pollenjének minősége is. Almatermésűeknél közismert a triploid fajták gyenge pollenminősége, ezért ezek a fajták nem alkalmasak más fajták pollenadójának.

A pollen életképességről első megközelítésben mikroszkópos vizsgálattal győződhetünk meg. A kicsi deformált, összezsugorodott pollenszemek nem életképesek (Stösser et al. 1996).

A pollen-életképesség vizsgálatára Heslop-Harrison és Heslop-Harrison (1970) módszere javasolható (vizsgálat 2 mg ml^{-1} aceton oldatban); Marks (1954) kármínecetsavas festéssel vizsgálta a pollen életképességet. A tömlőfejlesztési-képesség vizsgálatára a legtöbb szerző különböző töménységű szacharóz oldatot javasol. Bellani et al. (1997) 5-10-15-20%-os szacharóz oldatba helyezett alma pollent, a legjobb tömlőfejlesztési eredményt a 15%-os töménység adta. Grausland (1996) és Wertheim (1996) szintén 15%-os szacharóz oldatot javasol az alma pollentömlő-fejlesztésének vizsgálatára, az utóbbi szerző szerint 25%-os csírázás alatt gyengén csírázónak tekinthető egy fajta pollenje. Janick et al. (1996) a 10%-os szacharóz oldattöménységet tartja a legmegfelelőbbnek. Thompson és Batjer (1950) a vizsgálati közeghez 10 ppm bór hozzáadása után magasabb tömlőfejlesztési-százalékot tapasztalt.

Hugard (1978) 54-82%, Bellani et al. (1997) pedig különböző kezelések hatására 70-90% közötti pollentömlő-fejlesztést tapasztalt almánál. Fischer (2002) 10%-ban, Ro (1929 cit. Nyéki, 2008) pedig 15%-ban, határozza meg a minimális pollentömlő-fejlesztési szintet ahhoz, hogy egy fajta pollenadónak alkalmas lehessen. Nyéki (1980) szerint 30% alatti pollentömlő-fejlesztés esetén egy fajta rossz pollenadó, az igazán jó pollenadó fajta pollenje 70% feletti tömlőfejlesztést produkál.

Stösser et al. (1996) jelzi, hogy a gyümölcskötődési vizsgálatok és az egyéb pollen életképesség, illetve pollentömlő-fejlesztési vizsgálatok eredményei nincsenek mindig összhangban egymással. Soltész (2002) szerint sincs szoros összefüggés a virágpor *in vitro* pollentömlőfejlesztési-képessége és a későbbi terméskötődés között, sőt a fajtára jellemző pollenproduktum sem mindig utal a termékenyítőképességre. Ugyanannak a fajtának a virágpora eltérő mértékben fejleszt pollentömlőt a különböző fajták virágainak bibéin, éppen ezért fontos azt is vizsgálni, hogy a virágpor *in vivo* körülmények között hogyan csírázik. *In vivo* körülmények között emellett még számos, az eredmények összehasonlíthatóságát nehezítő tényező befolyásolja a pollentömlő-fejlesztést (pl. hőmérséklet, fák kora, kondíciója, virág fejlettsége).

3.9.6. Idegentermékenyülés, interkompatibilitás / interinkompatibilitás

Az idegentermékenyülés szerepére már a 19. sz. elején felhívták a figyelmet. A termékenyülési vizsgálatok Waite (1899) munkája nyomán indultak meg.

Almafajták kölcsönös termékenyüléseért vagy inkompatibilitásáért a növényvilágban számos családnál, fajnál előforduló multiallélikus lokusz, az S-lokuszt szabályozza (De Nettancourt, 1997). Ennek megfelelően a pollen és a bibe S-alléljainak egyezése szerint három kompatibilitási változat lehetséges:

- Teljesen kompatibilis kombináció: a pollen és a bibe két sterilitási génje teljesen eltérő, mindegyik pollentömlő áthatolhat a bibeszálban.
- Félig kompatibilis kombináció: a pollen és a bibe egyik sterilitási génje azonos, a pollentömlők egy része elakad a bibeszálban, a másik fele akadálytalanul növekedhet
- Teljesen inkompatibilis kombináció: a pollen és a bibe két sterilitási génje azonos, egyik pollentömlő sem tud lehatolni a bibeszálban.

A világ számos kutatóhelyén vizsgálják régi és új fajták S-allél szerkezetét egyaránt, jelenleg S-allél szerkezet szempontjából az almafajták legteljesebb listáját Hegedűs (2008) review munkája foglalja össze.

3.9.7. A termékenyülés kifejeződése a gyümölcsminőségben / metaxénia

Régóta ismert a metaxénia, azaz a megtermékenyített fajta gyümölcsén az apai virágpor hatása, amely különösen egyes évjáratokban számottevő mértékben jelentkezik, s ráirányítja figyelmünket e tényező fontosságára.

A xenia kifejezést több mint száz éve Focke (1881) írta le először, növényi hibridek című írásában (az eredeti német cím: Die Pflanzen-Mischlinge): „Széles körben elterjedt a nézet, miszerint a keresztezés hatása az új egyedben mutatkozik meg az ivari egyesítésből származóan, de mindennapi körülmények között nem igazán érthető, hogy e hatások a gyümölcsön is látszanak, ami a magasabb rendű növényeknél az anyanövény része. A hibridizáció és az idegen pollennel való megtermékenyítés révén keletkező kinézetbeli különbségek, két különálló fogalom. Ezért azt javaslom, hogy az ilyen pollennek tulajdonított normálistól eltérő kinézetet és színezetet bizonyos növényi részeken nevezzük xeniának – valami, ami a pollenadó ajándéka a pollen fogadó felé.”

Az alapfogalom meghatározása után Focke a xeniának két külön formáját definiálta: az egyik a gyümölcs formális változásait, a másik a gyümölcs színének változását okozó jelenség. Azóta a megfigyelők hozzátettek különböző karaktereket, mint például az édesség, cukortartalom és érési idő. A belső összetételt illetően a cukron kívüli elemek, mint például olajok, aminosavak, fehérjék és tannin az analitikai módszerek fejlődésével később kerültek fel a listára.

Focke megfigyelése óta eltelt immár 125 év, számos kutató vizsgálta a jelenséget, a xenia kifejezés mellett megjelent a metaxénia fogalma is, majd megindult a két fogalom összekeveredése. Némely definíció egyenesen ellentmond a többinek, mások átfedésben vannak egymással, de nem teljesen precízen.

Gyümölcsök anyai eredetű szöveteire tett pollenhatások megmagyarázása nyilvánvalóan nehezebb, mint a sejtfúzióval létrejövő részeknél. A metaxéniát kiváltó okokat teljesen még nem ismerjük. Swingle (1928) feltételezi, hogy a magok által termelt hormonok váltják ki. A xenia ma is létező jelenség, de csak kevéssel értjük jobban, mint Swingle idejében. A probléma abban rejlik, hogy a fogalmak körül kiterjedt nyelvészti vita folyik, ugyanakkor a háttérben lezajló mechanizmusokat alig ismerjük. Leginkább a kettős megtermékenyítés biztosíthatja az embrióban és az endospermiumban lejátszódó xeniás jelenségek megértését.

A xenia terminológiát gyakran használják embrió és endospermium hatásokra olyan fajok gyümölcsénél, ahol a magház szövege gazdaságilag nem értékes, míg a metaxénia kifejezést olyan gyümölcsökre, ahol a húsos magház, és járulékos szövetek gazdaságilag

fontosak. A fehérjedús magvakban, mint a kukorica, vagy egyéb gabonafélék magjainál, a xeniat az endospermiumban látjuk kifejeződni. Az exalbuminos magvaknál (pisztácia, pecan dió) a xenia az embrióban fejeződik ki. Húsos gyümölcsöknél, mint például a datolya vagy az alma, metaxéniat találunk az anyai eredetű szövetekben, a termőlevélen, és a járulékos szöveteken. Úgy látszik a xenia és a metaxénia fogalmak megkülönböztetése szempontjából fontosabb az, hogy az ember a magnak és gyümölcsnek melyik részét tartja gazdaságilag értékesnek, mint a növény felépítése vagy fiziológiája (Denney, 1992).

A metaxénia jelentőségével az almatermésűeknél több szerző is foglalkozott, így például Bach (1928), Nebel (1930) és Husz (1942). Höstermann (1924), Muth és Voigt (1928), illetve Krumbholz (1932) elutasítják, valamint Tufts és Hansen (1933), akik metaxéniat nem találtak. Wertheim és Schmidt (2005) elismeri a metaxénia jelenség létezését, de nem tulajdonít neki gyakorlati jelentőséget.

Kovács (1976) beporzási vizsgálatokat végzett két évben. Anyafajtának az 'Egri Piros' fajtát használta. Kísérlete innovatív voltát abban látta, hogy az anyaként használt jól öntermékenyülő fajtán mesterséges öntermékenyítést alkalmaztak, így az addigi kísérletekhez képest reprezentatív kontrollt kaptak, tehát az idegen virágpor spontán virágzásával nem kellett számolnia. Vizsgálata során a gyümölcsméret, -alak és -szín mellett a héjszerkezet és érési idő tekintetében is tapasztalt metaxénias hatásokat.

Tóth et al. (1985) *Malus* fajok pollenadóként való alkalmasságát vizsgálták Helvécian 4 egymást követő évben. Általánosan megfigyelhető volt a *Malus* pollenadók kedvező hatása a húskeménységre. Bizonyos kombinációkban a 'Jonathan' gyümölcse nyitott csészéjű, más esetekben a gyümölcs kocsánya rövidebb és vékonyabb lett. A 'Golden Delicious'-nél és a 'Staymared'-nél néhány kombinációban kiemelkedően hosszú kocsány fejlődött.

Nyéki (1972) körtefajtákon tanulmányozta a metaxénia megjelenését. Véleménye szerint a gyümölcsök nagysága és alakja genetikailag meghatározott, de tág határok között mozoghat, melyet a pollenadó fajtán kívül számos egyéb biotikus és abiotikus tényező befolyásolhat, így e faktorok hatása módszertanilag a metaxénia vizsgálatoknál sem küszöbölhető ki teljes mértékben, és a kérdések tanulmányozását is nagyon megnehezíti. Megfigyelték, hogy az egyes fajták pollenje évről-évre függetlenül, tendenciájában azonos hatást fejtett ki a megporzott fajták gyümölcseire. Ezek a változások kifejeződésre jutnak a gyümölcs hosszúságában, legnagyobb átmérőben, nyakhosszban, az alak- és nyakrészmutato megváltozásában. A metaxénia már a megporzás után, a gyümölcsfejlődés korai stádiumában is jól megfigyelhető volt.

Az irodalmi források elemzése alapján összegezhetjük, hogy a korábbi kutatások milyen metaxéniás hatásokat mutattak ki eddig:

- gyümölcsalak és bordázottság
- gyümölcsméret
- gyümölcsszíneződés és parabevonat
- gyümölcshús színeződés
- gyümölcshús szilárdság
- lédúság
- héjvastagság és -szerkezet
- érési idő
- íz és aroma
- a gyümölcsök kémiai összetétele (pH, sav, cukor, száraz anyag, olajok, fehérjék, aminosavak)
- tárolhatóság megváltozása
- csésze nyitottsága vagy zártsága (almatermésűeknél).

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a gyümölcs alakja, nagysága színe, érési ideje és tárolhatósága fajtára jellemző, tekintet nélkül arra, hogy milyen volt a pollenadó fajta. Ezek a felsorolt fajtatulajdonságok a gyümölcsök esetében nagyon változóak, amit a metaxéniás hatások mellett a tápanyagfelvétel, a klíma, a magok száma stb. is kiválthatnak. A metaxéniás megváltozásoknál a mérhető különbségek legtöbbször igen kicsik. A metaxéniát nehéz kimutatni és bizonyítani, nagyszámú gyümölcsöt kell megvizsgálni. A vizsgálatok eredményei legtöbbször ellentmondóak. A metaxéniát azonos fertilitású fajtakombinációkban kell elemezni. A metaxéniás hatás minden apafajtánál más és más lehet. Egy fajtakombinációban csak egy, vagy több tulajdonságban is jelentkezhet. A jövőben minden fontosabb fajtakombinációt metaxéniára is vizsgálni kell. E vizsgálatok alapján kell a legjobb pollenadó fajtákat kiválasztani. Mindezek figyelembevételével a metaxénia egyes fajtáit tudatosan felhasználhatjuk bizonyos fajták áruértékének javítására (Nyéki, 1972, 1980). A jelenség háttérében meghúzódó mechanizmusokat pedig módszeres vizsgálatoknak kell a jövőben alávetni.

3.10. Fajtatársítási javaslatok kidolgozása

Ültetvények létesítésekor, gazdaságos termésmennyiség és –minőség elérése céljából az eddigiekben ismertetett kritériumok figyelembevételével megfelelő fajtatársításra kell törekedni.

Pollenadó fajta kiválasztásakor az egyik legfontosabb kritérium, hogy a megporzandó fajttal együtt virágozzon, ami megfelelő virágsűrűség esetén az alma esetén legalább 50%-os virágzási idő egybeesést jelent. Emellett a pollenadó fajta termékenyítőképessége a másik fő szempont. Pollenadónak olyan fajta alkalmas, mely évről évre rendszeresen és bőven virágzik, portokjaiban könnyen kiszóródó, életképes pollen bőségesen képződik.

A gyakorlatban azonban a legtöbb esetben a pollenadó fajta termésére is számítunk, így nem klasszikus pollenadó, megporzandó kapcsolatról van szó, hanem az ültetvénybe kölcsönösen megporzandó fajtákat telepítünk. Emiatt nagy hangsúlyt kap a pollenadó fajta termesztési és áruértéke is. Az ültetvény egy tábláján belül különösen fontos a társított fajták termesztéstechnológiai alkalmasságának egyezősége, melyek Soltész (1980) szerint a következők:

- Ökológiai igény
- Tápanyag- és vízhasznosító képesség
- Tenyészterület-igény, koronaforma-alkalmasság
- Alanyigény
- Növényvédelmi igény
- Gyümölcszedés ideje, szedési időnyossza, érésmenet
- Gépi betakarításra való alkalmasság (almánál nincs gyakorlati jelentősége)
- Szállíthatóság
- Alkalmazkodás az extenzív illetve az intenzív körülményekhez.

Ültetvények fajtatársításának, és a fajták elhelyezésének számos változatát dolgozta ki Soltész (1997). Bármilyen elrendezésben is létesítünk ültetvényt, figyelembe kell venni a pollenadótól való maximális távolságok irányelvét, melyet Soltész (1997) alma esetén 10-25 méterben határoz meg. Blazek (1996) 20 soros (80 méter széles) 'Golden Delicious' fajtablokkokban vizsgálta a termés mennyiség alakulását. A fajta öntermékenyülése és a szélbeporzás kizárása mellett is tapasztalt gyümölcskötődést, noha a fajtablokk közepe felé szignifikánsan csökkent a termés mennyiség.

A termesztett fajták ploiditásának figyelembevételével általánosan elfogadott a következő három fajtatársítási változat (Tóth, 2001):

- Legalább két diploid árufajta
- Triploid fajtá(k) és legalább két diploid árufajta
- Fajtatiszta ültetvény *Malus* sp. pollenadókkal.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. A kísérlet helye

A szabadföldi vizsgálatokat (virágzásdinamikai megfigyelések, öntermékenyülési hajlam vizsgálata, keresztezések) a Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar Kísérleti Üzem és Tangazdaságában két helyszínen végeztük.

Szigetcsépen (ÉSZ 47°15'; KH 18°58') az ültetvény 1997-ben, 4 × 1,5 m térállásban létesült M9 alanyon, a fákat huzalos támrendszer mellett karcsú orsó koronaformára nevelték (4. ábra és 3. melléklet).

Soroksáron (ÉSZ 47°23'; KH 19°08') a 2003-ban 3,5 × 1 m térállásban M9 alanyon telepített ültetvényben, a fákat huzalos támrendszer mellett szintén karcsú orsó koronaformára nevelték. Mindkét ültetvény csepegtető öntözőberendezéssel felszerelt, de csak a soroksári ültetvényben végeztünk rendszeres vízpótlást (4. ábra és 4. melléklet).



4. ábra: A szigetcsépi ültetvény 2003-ban virágzás idején (balra);
és a soroksári ültetvény 2009-nyarán (jobbra)

Mindkét kísérleti helyszín az Alföld északnyugati részén, a Duna öntésterületén helyezkedik el, így a talajok nagy része a Duna meszes homokhordalékán képződött. Szintén mindkét területre jellemző a száraz, gyakran aszályos alföldi klíma.

Szigetcsép a Duna öntésteraszán helyezkedik el, melynek fizikai talajtípusa homokos vályog. Humusztartalma 0,7-1,9 közé esik, a talaj pH-ja magas (7,8-7,9), Ca tartalma szintén magas. A termőréteg vastagsága megfelelő, humusztartalma 0,8-1,4%. Az ültetvényben rendszeresen mérik a meteorológiai adatokat, melyek szerint az elmúlt 50 év átlagában az évi

középhőmérséklet 10,8 °C, a napsütéses órák száma 1998 óra, és 520 mm csapadék hullik a területre átlagosan évente.

A soroksári ültetvény talaja alacsony kalciumtartalmú homokos vályogtalaj, mészkoncentráció 2,5% körüli. A talaj pH-ja 7,7-es, arany-féle kötöttsége (K_A) 24. A terület évi átlaghőmérséklete 11,3 °C, napsütéses órák száma 2079 óra, az átlagos éves csapadékmennyiség 560 mm (Stefanovits, 1963; Major, 1997; Szász, 1997; Tőkei és Szász, 1997).

A virágzás megindulásához szükséges hőösszegszámítást a Soroksári ültetvényben felszerelt meteorológiai állomás adatai alapján végeztük el (Pessl Instruments, 2009).

4.2. A vizsgálatba vont fajták

Kísérleteinkben varasodás-rezisztens almafajtákat és több betegséggel szemben ellenálló hazai fajtajelölteket vizsgáltunk (18. táblázat), melyeknek kísérleteink szempontjából lényeges tulajdonságait az irodalmi áttekintés fejezetben, táblázatos formában foglaltuk össze. (ld. 3.3 fejezet; 2-7 táblázatok).

18. táblázat: Vizsgálatba vont fajták

Magyar fajtajelöltek	Fogékony kontroll fajták	Német rezisztens fajták	USA-ból származó rezisztens fajták	Francia rezisztens fajták	Csehországi rezisztens fajták
MR-03	Golden Reinders Delicious	Reanda	Freedom	Baujade	Produkta
MR-09		Reglindis	Liberty	Florina	Rajka
MR-10		Reka	Prima	X6398	Resista
MR-11	Idared	Remo	Priscilla		Rubinola
MR-12		Renora			Topaz
MR-13		Resi			
		Retina			
		Rewena			

4.3. Virágzási tulajdonságok vizsgálata

4.3.1. Virágzásdinamikai megfigyelések

Pirosbimbós stádiumban - több fa több ágán - fajtánként összesen 200-500 virágot jelöltünk ki. A kiválasztott ágakat faiskolai címkével jelöltük. Wertheim (1996) módszerei alapján a hosszú vesszők oldalának virágzását kizártuk a megfigyelésekből. A virágzás teljes ideje alatt naponta követtük nyomon a kijelölt ágakon a bimbók, a kinyílt virágok és az elnyílt virágok arányát. A megfigyeléseket mindig a reggeli órákban, ugyanabban a fajtasorrendben végeztük

(Tóth et al., 1975). Bimbónak tekintettük a virágokat egészen a virágbimbó-fakadás fenofázis végéig, amikor a szirmok még zártak és az ivari szervek szabad szemmel nem láthatóak. Elnyílt virágnak azokat a virágokat tekintettük, amelyekben a portokoknak több mint fele elszáradt. A megfigyeléshez használt adatlap az 5. mellékletben található.

Az adatokat az összevethetőség érdekében százalékos formában kezeltük, vagyis a bimbók, kinyílt virágok és elnyílt virágok számát az összes megfigyelt virág százalékában fejeztük ki.

Virágzásdinamikai megfigyeléseket Szigetcsépen 2006-2009, Soroksáron 2007-2009 között végeztünk.

4.3.2. Virágzási időcsoportok kialakítása

A virágzásfenológiai megfigyelések során mért adatok közül a kinyílt virágok aránya alapján a fajtákat és fajtajelölteket virágzási időcsoportokba soroltuk. Összhangban a szakirodalomban leggyakrabban használt csoportosítással, mi is négy csoportot alakítottunk ki (korai, középkorai, középkései és kései). A csoportok elkülönítéséhez az adatokat az SPSS statisztikai programcsomag segítségével, klaszteranalízissel is értékeltük (Vargha, 2007). A változók számát tekintve három változatban futtattuk le a statisztikai értékeléseket:

- sokváltozós: a naponta megfigyelt, kinyílt virágok arányai voltak a változók
- háromváltozós: a virágzáskezdet napja, a legnagyobb arányú kinyílt virágok napja, és a virágzástartam alapján
- kétváltozós: a virágzáskezdet napja és a legnagyobb arányú kinyílt virágok napja alapján

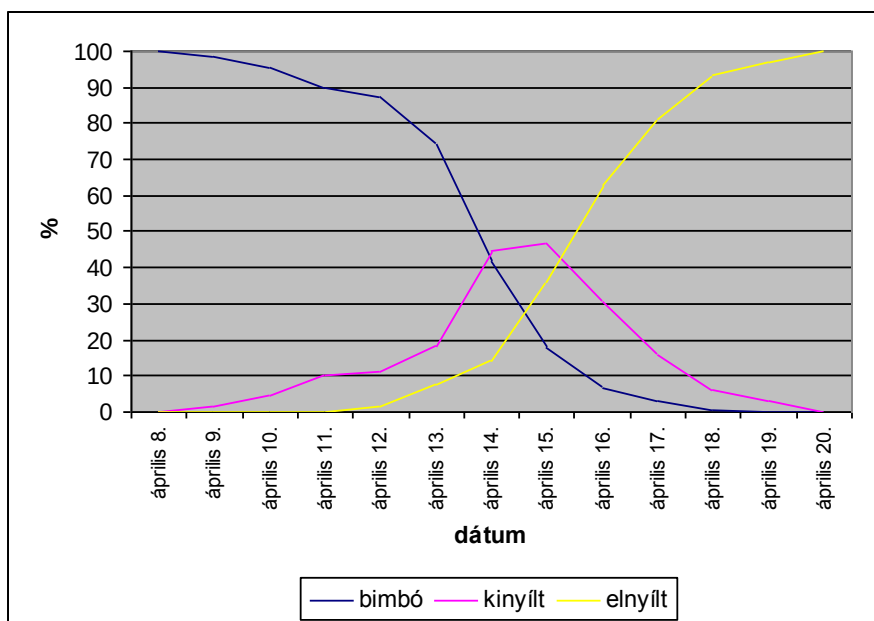
Elsősorban a sokváltozós klaszteranalízis eredményeit vettük figyelembe, mert ez követi legjobban a virágzás tényleges dinamikáját, a másik két módszer kiegészítő jellegű, és tulajdonképpen hasonló eredményeket produkált, mint a sokváltozós értékelés. A csoportok kialakítása az átlagtávolságok módszerével történt (Gaál, 2004).

Tekintve, hogy négy virágzási időcsoportba szeretnénk volna sorolni a vizsgálatba vont fajtákat, a klaszteranalízist is 3-5 csoport kialakítására állítottuk be. Az eredmények közül a 4 csoportot vettük figyelembe, de az 5 klaszter kialakítása indokolt lehet olyan évszakokban, amikor egy fajta igen kései, vagy igen korai virágzása miatt külön csoport kialakítására lehet szükség.

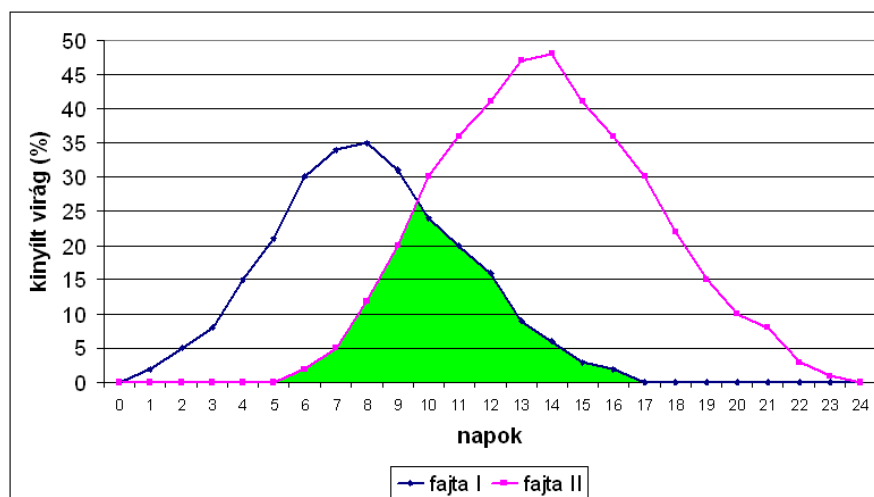
4.3.3. Együttvirágzás értékelése

A vizsgálatba vont fajták együttvirágzását virágzási fenogramjaik (5. ábra) egymásra helyezésével határoztuk meg. A fenogramokon a kinyílási görbék közös területe mutatja meg, hogy egy adott fajta virágzása hány százalékban fedi le egy másik fajta virágzását (6 ábra). A területek kiszámításának leegyszerűsítésére a MATLAB szoftverrel programot készítettünk.

A közös terület kiszámításának pontos menetét az eredmények c. fejezetben ismertetjük, mivel az általunk kidolgozott módszer a korábban használtakhoz képest sokkal pontosabb meghatározást tesz lehetővé, valamint a művelet elvégzésének idejét is töredékére csökkentettük; a kidolgozott módszert új tudományos eredménynek tekintjük.



5. ábra: A 'Topaz' fajta virágzási fenogramja (Szigetcsép 2007)



6. ábra: Két fajta együttvirágzásának mértéke

4.4. Termékenyülési viszonyok vizsgálata

4.4.1. Öntermékenyülés és parthenokarpia mértékének meghatározása

Pirosbimbós stádiumban - több fa több ágán - fajtánként összesen 100-150 virágot jelöltünk ki. Az öntermékenyülési vizsgálatra kijelölt virágokat virágnyílás előtt legkésőbb hólyagstádiumban, de inkább pirosbimbós állapotban izoláltuk (7. ábra). Izolátorként pergamen zacslókat használtunk, mivel a tüllhálónál biztosabb izolációt ad, és az időjárás viszontagságainak is jobban ellenáll (Nyéki, 1996). A pergamen izolátorokat csak a teljes szíromhullás után távolítottuk el. Ezzel kiküszöböltük az idegen virágpor bibére kerülését. Igaz így a méhmegporzás lehetőségét is kizártuk, de a szél mozgatóereje, valamint zacskók mindennapos megrázása minden bizonnyal megteremtette a saját virágpor bibére jutásának lehetőségét.

A gyümölcskötődési adatokat az összevethetőség érdekében százalékos formában kezeltük, vagyis a kötődött gyümölcsök mennyiségét az összes megfigyelt virág százalékában fejeztük ki. A gyümölcskötődést a természetes gyümölcshullási periódusoknak megfelelően (tisztuló hullás után, a júniusi hullást követően és a szüret előtt) három időpontban végeztük el. A megfigyeléshez használt adatlap a 6. mellékletben található.

Mivel a gyümölcsök telmagtartalmát nem volt lehetőségünk vizsgálni, az öntermékenyülésből és partenokarpiából származó gyümölcsöket együttesen kezeltük.

Öntermékenyülési vizsgálatokat három évben végeztünk Szigetcsépen 2007-2009 között.



7. ábra: Öntermékenységi vizsgálatra izolált gally (Soroksár 2009)

4.4.2. Keresztezés – idegentermékenyülés vizsgálata

Keresztezési kísérletekbe csak olyan virágokat vonhatunk be, amelyek még ki nem nyíltak, bibéikre más fajta virágpora nem kerülhetett. Éppen ezért a keresztezést ballon stádiumban levő virágokon végeztük. A Gyümölcstermő Növények Tanszéken kidolgozott módszernek megfelelően virágzatonként 2-2, oldalsó helyzetű virágot kasztráltunk, csipesszel eltávolítottuk a szíromleveleket és a portokokat. Az alma bogernyő virágzatában a középső virág (king flower) nyílik először, a laterális helyzetűek pedig később, ugyanakkor egyöntetűbben nyílnak. Az idő rövidsége mellett a másik korlátozó tényező a rendelkezésre álló növényanyag volt. Célunk így az volt, hogy a rendelkezésre álló ágakon minél több virágzatot tudjunk megtartani keresztezésre, és egy-egy keresztezési kombináció lehetőleg kettő, legfeljebb három ágon elférjen. A megporzást egyszer végeztük el, egy éven keresztül fagyasztóban tárolt pollennel. A keresztezési kísérletekben izolátort nem alkalmaztunk. A gyümölcskötődést a 4.4.1. fejezetben ismertetett három időpontban értékeltük.

A megporzáshoz fogvájó illetve fültisztító pálcikát használtunk, a megporzást végző egyén „ügyességétől” függően (8. ábra). Az előbbi jóval pollentakarékosabb, míg az utóbbi sokkal látványosabb, kezdő beporzóknak ezt ajánlatos használni.



8. ábra: Keresztezési munkafázis: kasztrált virágok megporzása fogvájó segítségével

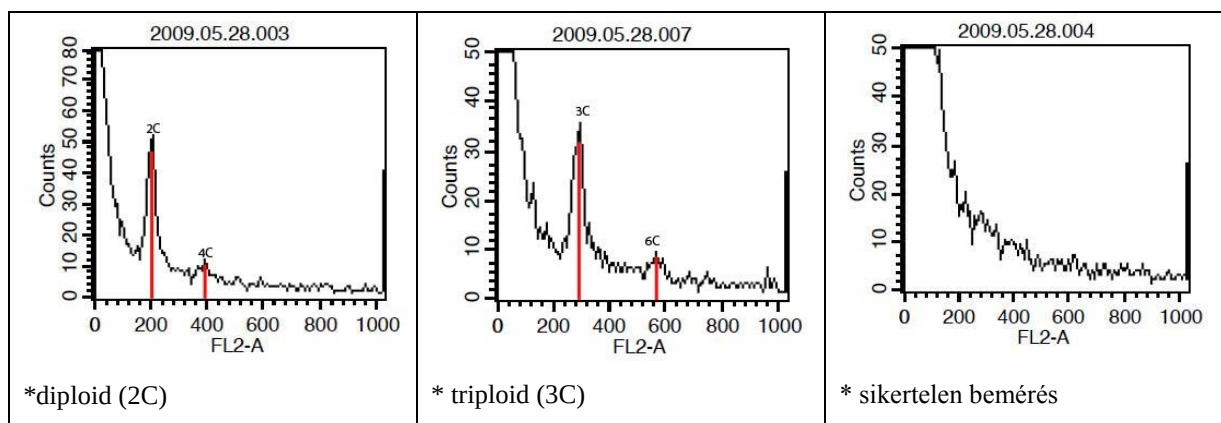
4.4.3. Fajták ploiditásának vizsgálata

Pollenadónak való alkalmasság szempontjából nagy jelentőséggel bír egy fajta ploiditási szintje. A ploiditást a legfrissebb levelek csúcsából készített mintákon áramlási (flow) citométerrel mutattuk ki.

A minták elkészítéséhez két-három darab, növekedésben lévő hajtáscsúcsi legfiatalabb levél csúcsi részét (mintegy 1 cm²-nyi levéldarabot) egy 5 cm átmérőjű Petri csészében borotvapengével 2 ml izoláló puffer jelenlétében apróra daraboltunk. Ezt követően a sejtmagok izolálásához egy széles körben elterjedt izoláló puffert alkalmazunk (Galbraith et al., 1983). Ezt követően a szuszpenziót egy 30 µm-es CellTricks szűrőn (Partec GmbH) átszűrtük, s a minták bemérésig 4°C-on hűtve tároltuk. A DNS jelölésére szolgáló fluoreszcens festéket (propidium-jodid) közvetlenül a mérés előtt adtuk a mintákhoz (20 µl/minta), így a propidium-jodid koncentrációja a mintákban 4 µg/ml. A tényleges méréseket az MTA Szegedi Biotechnológiai Intézet FACSCalibur (Becton Dickinson) áramlási citométerével Kotogány Edit irányításával végeztük el.

A módszer kidolgozása során 2008-ban megállapítottuk, hogy mindig az intenzíven növekvő részek (hajtáscsúcs) legfiatalabb – még élénkzöld színű – leveleit kell a mérésekhez felhasználni. Célszerű a mérési mintákat minél rövidebb időn belül elkészíteni, és előkészítés után azonnal hűtőben tárolni. Sikeres mérést végül is 2009 májusában tudtunk végezni.

Forgács (2009) szerint az áramlási citométeres mérés elve, hogy diploid növény esetén a sejtciklus DNS replikációt megelőző G1 fázisban lévő sejtekből izolált sejtmagok a 200-as, a DNS replikációján átesett G2 fázisú sejtekből izolált sejtmagok pedig ennek dupláján, a 400-as sávon adnak jelet. Triploid növények esetén a G1-es fázisúak a 300-as, G2 fázisúak pedig a 600-as sávon adnak jelet. Nem megfelelő minta előkészítés vagy tárolás esetén a csúcsok nem láthatók, mivel a mintákban túl sok a „szennyező” anyag (9. ábra).



9. ábra: Áramlási citométerrel mért tipikus mérési eredmények

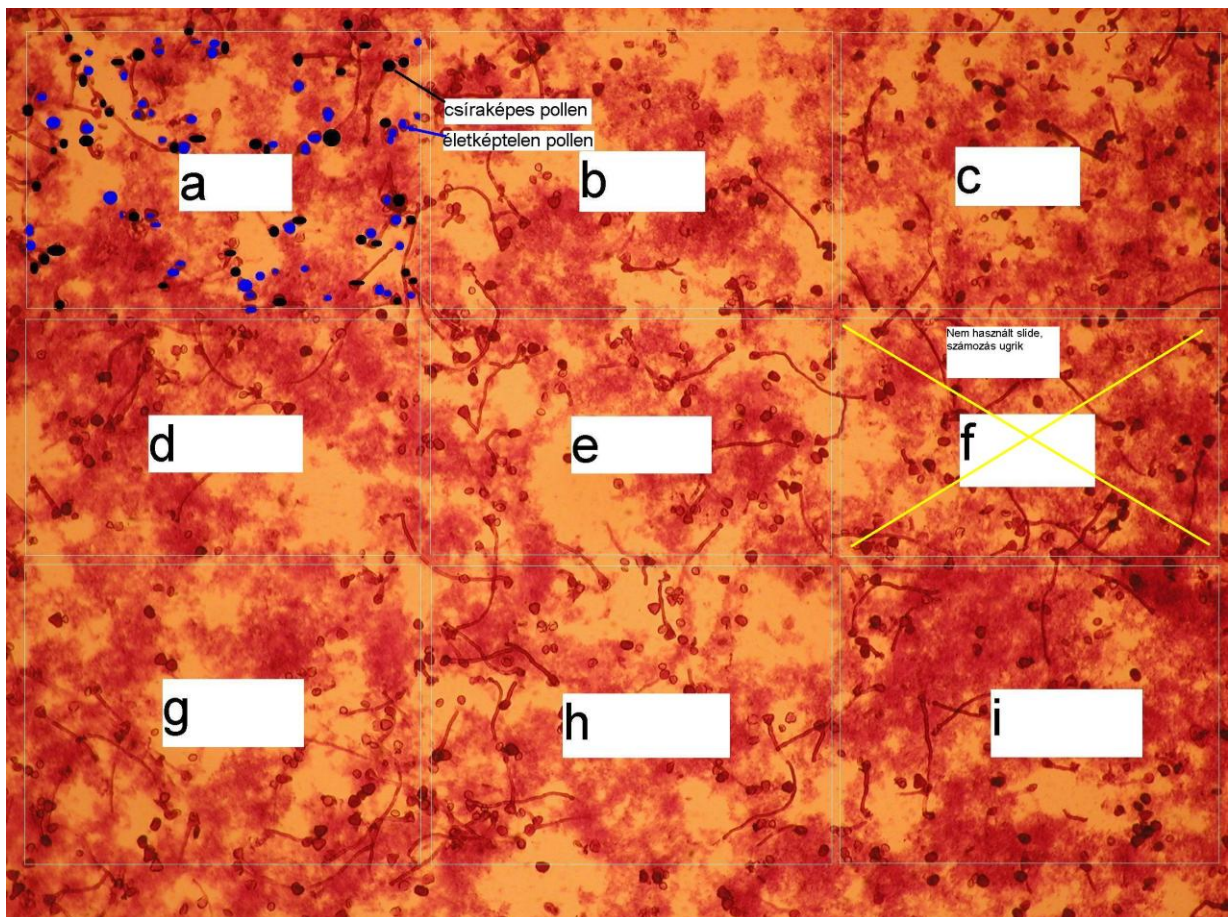
4.4.4. Pollentömlő-fejlesztési vizsgálatok

Pollentömlő-fejlesztési vizsgálatokat *in vitro* körülmények között végeztünk. Noha a keresztezésekhez fagyasztóban (-20 °C; CaCl közeg) egy évig tárolt pollent használtunk, a pollentömlőfejlesztési-képességet frissen szedett pollen esetén határoztuk meg, hiszen természetes körülmények között a szabadmegporzódásban az adott évi pollennek van jelentősége. (Vizsgálattal bizonyítottuk ugyanakkor, hogy a tárolás során számottevően nem csökken a pollentömlőfejlesztési-képesség.)

A vizsgálatokhoz ballon stádiumban leszedett virágokból kinyertük a portokokat, és két-három napig szobahőmérsékleten szárítottuk. A portokok felrepedése után tárgylemezre helyeztünk egy csekély mennyiségű pollent (5-6 portok szétnyomásával). Wertheim (1996) módszere alapján 10%-os szacharóz oldatot cseppentettünk a tárgylemezre. Ezután szobahőmérsékleten, 6 órát hagytunk a mintáknak a pollentömlő-fejlesztés megindulására. Kiszáradás ellen szükség esetén óránként újra cseppentettünk rájuk a szacharóz oldatból. A hat óra letelte után egy-egy csepp kármin-ecetsavval megfestettük és lezártuk a mintákat, ezzel megállítottuk a pollentömlők további növekedését is. A pollentömlőfejlesztési-képességet csak néhány nap száradás után érdemes vizsgálni.

Mikroszkóp alatt 4× nagyításon fotót készítettünk a mintákról. A fotókat kinagyítottuk és egyszerű rajzprogrammal (Microsoft Windows / Paint) 9 nagyjából egyforma részre osztottuk. „Parcellánként” kék festéssel jelöltük a pollentölőt nem fejlesztő és fekete festéssel a tömlőt fejlesztő pollen szemeket (10. ábra). Fajtánként mintegy 400-500 pollenszemet vizsgáltunk meg, ennek megfelelően 3-8 „parcella” vizsgálata volt szükséges, a mintában található pollen sűrűsége alapján. A pollentömlőfejlesztési-képességet százalékos értékben határoztuk meg. A „parcelláknak” csak a könnyebb átláthatóságban volt szerepük, statisztikai értékelés szempontjából nem bizonyultak használhatónak, hiszen az hogy mennyi pollen kerül egy egy-parcellába a véletlen műve, nem ad információt egy fajta tényleges pollentömlőfejlesztési-képességéről.

A kísérletet 2007-ben és 2009-ben Szigetcsépen frissen szedett pollennel végeztünk, illetve 2008-ban az egy éve fagyasztóban tárolt pollen tömlőfejlesztő-képességét ellenőriztük.



10. ábra: Pollentömlőfejlesztési-képesség értékelése mikroszkóp alatt készített felvétel alapján

4.5. Gyümölcsminőség vizsgálata / metaxénia értékelése

Metaxénia vizsgálatokat – vagyis a pollenadó fajta tulajdonságainak megnyilvánulását a gyümölcs küllemi és beltartalmi paramétereiben – az irányított keresztezésekől származó gyümölcsökön tudtunk végezni (ld. 4.4.2 fejezet). A dolgozatban a 2008-as évben az MR-09 fajtajelöltre történt keresztezéseiből származó gyümölcsök metaxéniás vizsgálatainak eredményeit mutatjuk be. E kombinációkban 8-10 gyümölcsöt sikerült vizsgálnunk.

A keresztezésekből származó gyümölcsöket a tanszék változatlan légterű (VL) hűtőtárolójában tartottuk az utolsó minta begyűjtéséig, így a laboratóriumi méréseket egyszerre tudtuk elvégezni. Mivel öntermékenységből származó kontroll nem állt rendelkezésre (az alma önmeddőségéből adódóan!) a keresztezési kombinációkhoz az anya- és apafajták 10 darabos – szabadon elvirágzó virágaiból kötődött – gyümölcsmintáit, mint reprezentatív átlagmintát használtuk kontrollként.

Metaxénia vizsgálataink keretében a gyümölcsök küllemi és beltartalmi tulajdonságait is vizsgáltuk. A gyümölcsök legnagyobb átmérőjét, magasságát és kocsányhosszúságát számítógéphez csatlakoztatható, Mitutoyo CD-15DC típusú digitális tolómérővel, milliméter

pontossággal mértük le. A gyümölcsök fedőszín-borítottságának mértékét a százalékos értékben, 5%-os pontosságú becslésével határoztuk meg.

A hússzilárdság méréséhez 11,1 mm-es fejű ellátott Magness-Taylor penetrométert használtunk (11. ábra). A gyümölcsök legszélesebb peremén egymással szemközt, az almák napos (jól színeződött) és az árnyékos (kevésbé színeződött) oldalán, a héjat lehámoztuk akkora felületen, hogy a penetrométer nyomófeje a gyümölcshúsba akadálytalanul behatolhasson. A gyümölcshús szilárdságát a műszerről kg/cm^2 dimenzióban olvashatjuk le. A mértékegység SI megfelelője ($\text{kg} \times \text{m}^{-2} \times 10^{-4}$) lenne, azonban a gyakorlatban mindenütt a műszerről leolvasható mértékegységgel találkozhatunk, hazai és nemzetközi publikációkban egyaránt ebben a mértékegységben fejezik ki a húskeménységet.

A refrakciót a gyümölcshúsból gyümölcscentrifuga segítségével kinyert homogén, szűrt gyümölcsléből, ATAGO Palette PR-101 típusú digitális refraktométerrel Brix% (g/100g) mértékegységben mértük meg.

Szintén homogén, szűrt gyümölcsléből határoztuk meg a gyümölcsök savtartalmát. 5 cm^3 almalevet titráló lombikba mértünk pipettával, ezt desztillált vízzel tízszeresére hígítottuk, s néhány csepp fenolftalein indikátor hozzáadása után rózsaszín átesapásig titráltuk (11. ábra). A savtartalmat az alábbi képlet segítségével határoztuk meg:

$$\text{Sav}\% = \frac{\text{NaOH fogyás (cm}^3\text{)} \times \text{NaOH faktor} \times \text{almasav egyenérték} \times \text{hígítás}}{\text{bemért minta (cm}^3\text{)}} \times 100$$



11. ábra: Húskeménység (balra) és savtartalom (jobbra) műszeres meghatározása

A statisztikai értékelés során többféle próbát alkalmaztunk, a mintaelemszám nagysága és a szórások azonossága vagy különbözősége függvényében, illetve annak tükrében, hogy az adatok normáloszlást követnek vagy sem.

Ahol a nagy mintaelemszám, illetve az adatok normál eloszlása lehetővé tette varianciánálízist alkalmaztunk (Baráth, 1996b). Azonos szórások esetén a Tukey, különböző szórások esetében a Games-Howell teszt eredményeit vettük figyelembe. Bizonyos kombinációkban a mintaelemszám kevesebb volt, és a szórások sem egyeztek meg. Itt a nem paraméteres próbák közül a Kruskal-Wallis próbát alkalmaztuk az összes kombináció együttes értékeléséhez, illetve a csoportok kialakításához, ennél pontosabb eredményt kaptunk azonban a Mann-Whitney próbával, páronként összehasonlítva a kombinációkat, ahol szükséges volt (Baráth, 1996a). Amely paraméter esetében az eredmény a grafikonokról egyértelműen leolvasható volt, statisztikai bizonyítást nem alkalmaztunk.

5. EREDMÉNYEK

5.1. Virágzási sajátosságok vizsgálatának eredményei

5.1.1. A virágzási idő hossza

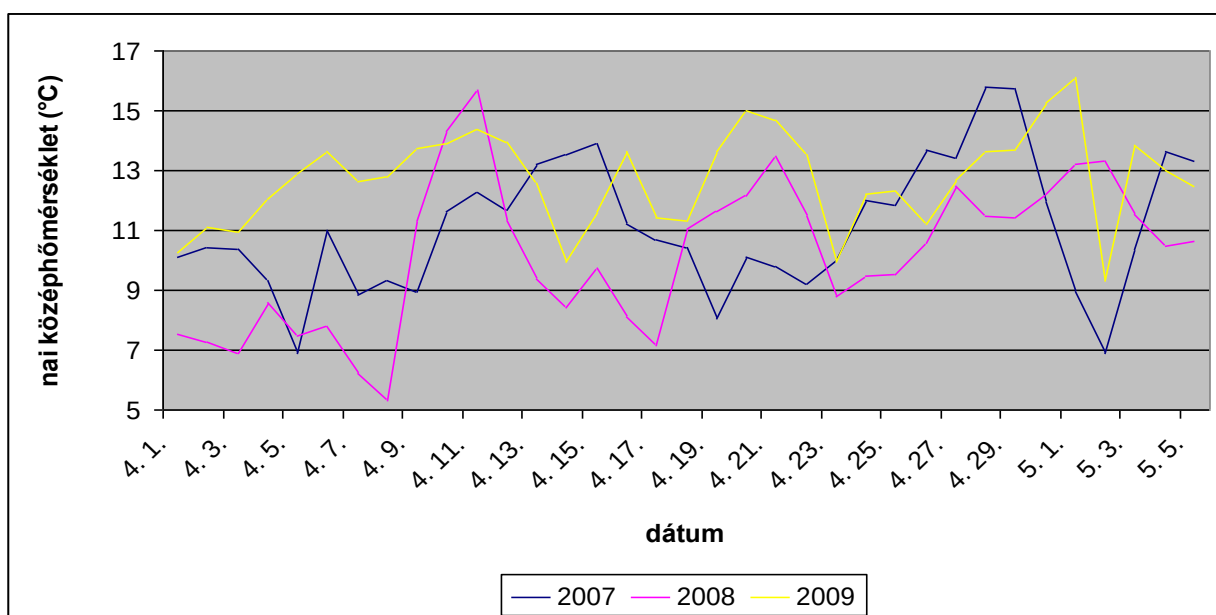
A négy vizsgálati évben eltérő hosszúságú volt a virágzási idő hossza a teljes fajtaszortiment (19. táblázat) és az egyes fajták tekintetében is (20. táblázat). Mivel a két vizsgálati helyen csak részben azonos fajtacsoportot vizsgáltunk, illetve a különböző évjáratokban az egyes fajták virágzási idejének hossza is eltérő volt, a 20. táblázatban a fajtákat származási országok szerint csoportosítottuk, azon belül pedig betűrendbe soroltuk.

19. táblázat: A virágzási idő hossza a vizsgált évjáratokban

Vizsgálat helye	Vizsgálati év	Virágzási idő hossza a vizsgált fajták tekintetében		Virágzási időtartam (nap)			
				legrövidebb		leghosszabb	
		intervallum	nap	fajta	nap	fajta	nap
Szigetcsép	2006	április 4-30.	27	Reka	15	Topaz	19
	2007	április 9-26.	18	Priscilla Produkta Reka Resi Golden Reinders	9	MR-03	14
	2008	április 10. - május 2.	23	Liberty MR-09 MR-12 MR-10 Topaz	12	Reglindis Priscilla	17
	2009	április 12-26.	15	Reglindis MR-13 Prima Idared MR-09	8	Retina Rajka Topaz Produkta Freedom MR-10 Golden Reinders Priscilla	10
Soroksár	2007	április 9-26.	18	Prima MR-12	11	Reglindis	16
	2008	április 10. - május 3.	24	MR-11	12	Remo	20
	2009	április 11-25.	15	Reglindis	8	MR-10 Freedom	11

20. táblázat: Az egyes fajták virágzási idejének hossza a vizsgált évjáratokban

fajta	Szigetcsép				Soroksár		
	2006	2007	2008	2009	2007	2008	2009
Reanda	-	-	-	-	-	18	10
Reglindis	18	13	17	8	16	14	8
Reka	15	9	15	9	13	18	9
Renora	18	10	14	9	-	-	-
Remo	-	-	-	-	-	20	-
Resi	16	9	15	9	-	-	-
Resista	18	11	14	9	-	-	-
Retina	18	11	15	10	-	-	-
Rewena	-	-	-	-	-	18	10
Produkta	17	9	14	10	-	-	-
Rajka	-	11	-	10	-	-	-
Rubinola	16	11	13	9	-	-	-
Topaz	19	11	12	10	-	-	-
Freedom	18	10	15	10	14	17	11
Liberty	18	11	12	9	-	-	-
Prima	18	11	15	8	11	16	10
Priscilla	18	9	17	10	-	-	-
Baujade	18	11	15	9	-	-	-
Florina	-	-	-	-	-	14	10
X6398	16	10	16	9	-	-	-
MR-03	-	14	-	9	12	14	9
MR-09	17	10	12	8	14	11	9
MR-10	17	13	12	10	15	18	11
MR-11	18	11	-	-	12	12	10
MR-12	17	-	12	9	11	17	10
MR-13	17	-	13	8	15	15	10
Golden Reinders	-	9	-	10	-	-	-
Idared	18	10	13	8	13	-	9
átlag	17,38	10,64	14,05	9,13	13,27	15,86	9,71



12. ábra: A virágzás ideje alatt mért napi középhőmérsékletek (Soroksár 2007-2009)

A 2006-os és 2008-as évjáratra elnyúltabb virágzási periódus volt jellemző, és bár az egyes fajták virágzási ideje is hosszabb volt, a virágzási időcsoportok jobban elkülöníthetővé váltak, ami egyben azt is jelenti, hogy a szomszédos virágzási időcsoportba tartozó fajták kölcsönös beporzása kérdésessé válik. A 2007-es és 2009-es évjáratban a gyors felmelegedés hatására a virágzás is gyorsabban lezajlott a teljes fajtasortimentet tekintve.

2007-2009 között rendelkezésünkre állnak a virágzás ideje alatti napi középhőmérsékletek. A soroksári ültetvényben elhelyezett meteorológiai állomás mérési adatait az internetre továbbítja (Pessl Instruments, 2009). A virágzási idő alatt mért hőmérsékleti adatokat az 12. ábrán mutatjuk be.

A három évjáratban mindössze két nap eltérést tapasztaltunk a legkorábban virágzásnak induló fajták virágzáskezdetében. 2007-ben és 2009-ben a virágzást megelőző napok magasabb hőmérséklete indíthatta be a virágzást, míg 2008-ban a virágzást megelőző napok viszonylag alacsonyabb hőmérséklete (5-7 °C) utáni hirtelen felmelegedés (14-16 °C) hatására indulhattak virágzásnak az almafák. Nem találtunk azonban összefüggést a virágzáskezdet időpontja, illetve a virágzáskezdet napjáig felhalmozott hőösszeg között (21. táblázat). A virágzás megindulásához szükséges hőösszeg számítás, a hasznos hőmérséklet, illetve a számítás kezdőnapjának megállapításához véleményünk szerint legalább 10 éves adatsor segítségével lehetne modellt felállítani.

21. táblázat: A legkorábban virágzásnak induló fajták az egyes évjáratokban Soroksáron

kezdőnap	hasznos napi középhőmérséklet	hőösszeg		
		2007	2008	2009
január 1.	0°C felett	567,2	382,5	407,7
	5°C felett	444,0	276,7	310,9
január 16.	0°C felett	491,1	379,2	407,7
	5°C felett	384,5	276,7	310,9
március 1.	0°C felett	327,0	251,8	346,3
	5°C felett	327,0	251,8	345,8
március 15.	0°C felett	215,2	171,0	273,3
	5°C felett	215,2	171,0	272,9

Forrás: Pessl Instruments (2009)

A virágzás tartama az összes fajta tekintetében összhangban áll az átlaghőmérséklet alakulásával. Leggyorsabban a 2009-es évben zajlott le a virágzás; mindössze 15 napig tartott (19. táblázat). Ebben az évben volt a legmelegebb időjárás a virágzás ideje alatt, néhány nap kivételével 11-15 °C között alakultak a napi középhőmérsékletek. 2008-ban tapasztaltuk a legelhúzódóbb virágzást, az összes vizsgált fajta tekintetében 24-napig tartott. A virágzás időszakában, ebben az évben legtöbbször 7-11 °C közötti napi középhőmérsékleteket mértek.

5.1.2. A vizsgálatba vont fajták és fajtajelöltek virágzási ideje és sorrendje

Vizsgálataink során, Szigetcsépen, négy éven át (2006-2009 között) közel azonos fajtacsoportot vizsgáltunk. Soroksáron 2007-2009 között egy kevesebb fajtából álló csoporton végeztük el a virágzásfenológiai megfigyeléseket. A 22-25. táblázatok a vizsgált fajtacsoport virágzásdinamikáját mutatja be a 2006-2009 között szigetcsépi megfigyeléseink alapján, a 26-28. táblázatok pedig a 2007-2009 közötti soroksári megfigyelések eredményeit tartalmazzák. A táblázatok alatt mindig feltüntetjük a klaszteranalízis által kialakított fajtacsoportosítást; a 13-16. ábrák a szigetcsépi, míg az 17-19. ábrák a soroksári megfigyelések statisztikai dendogramjait tartalmazzák.

A táblázatokban az adott napon megfigyelt kinyílt virágok százalékos arányát tüntetjük fel. Szürkével jelöltük a fővirágzás időszakát, amikor 25% felett volt a kinyílt virágok mennyisége. Bizonyos fajták virágai, egyes évjáratokban hosszabb ideig vannak kinyílt állapotban, vagy ha gyorsabb lefutású a virágzás, a fővirágzás időszakában nagyobb, akár 50% felett is lehet a kinyílt virágok aránya. Ezeket az értékeket piros kiemeléssel jelöltük. Egyes fajták virágai gyorsabban elvirágzanak, így előfordulhat, hogy még a fővirágzás időszakában sem éri el a kinyílt virágok aránya a 25%-ot. Ezeknél a fajtáknál azokat a napokat tekintettük fővirágzásnak amikor a kinyílt virágok aránya a legnagyobb értéket eléri. A 25%-os érték alatti fővirágzást zöld kiemeléssel jelöltük.

A virágzási sorrendet a fővirágzás alapján állapítottuk meg, mivel a fajták együttvirágzása, illetve kölcsönös pollenellátása szempontjából ez az időszak a legmeghatározóbb.

A négy szigetcsépi illetve a három soroksári vizsgálati évben nem tapasztaltunk teljesen azonos virágnyílási sorrendet, ugyanakkor a legtöbb fajta viszonylag stabil helyet foglal el a virágzási sorrendben, a vizsgált fajtacsoporton belül (29-30. táblázat).

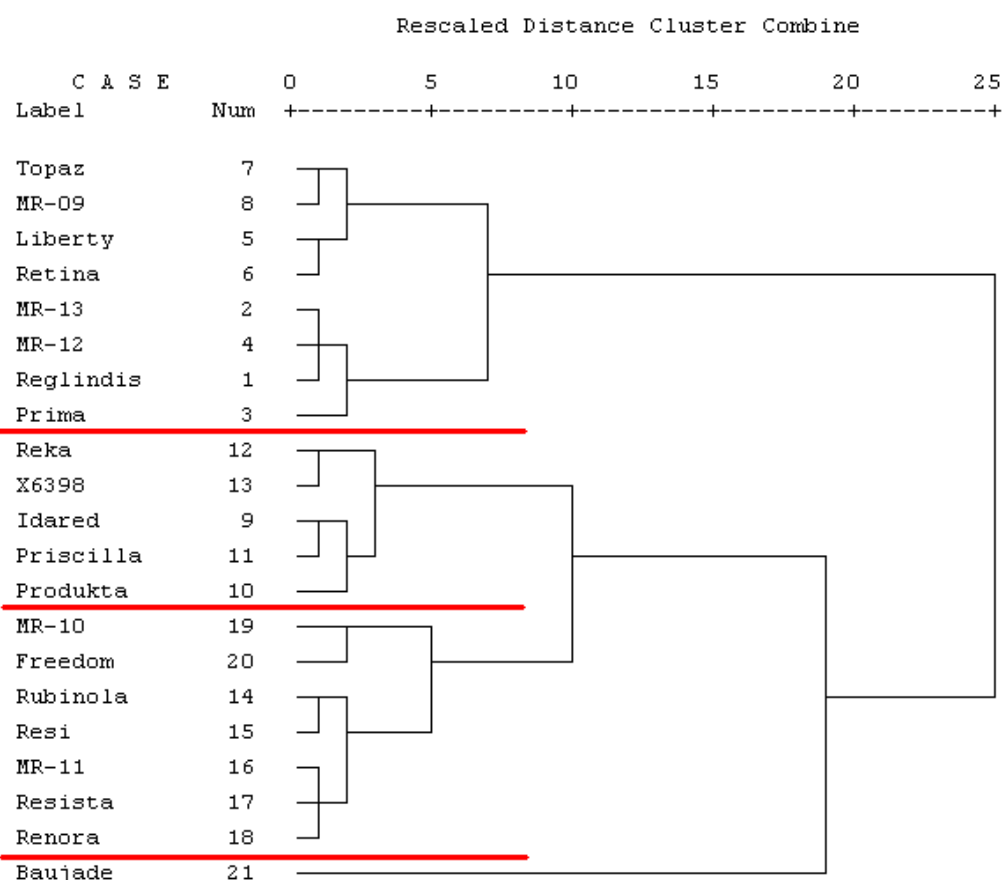
A legstabilabb virágzási idejű fajták alkalmasak lehetnek további virágzásfenológiai vizsgálatok referencifajtáiként. Mivel a rezisztens almafajták körét kevesen vizsgálták, közülük referencifajták kijelölése hiánypótló a fenológiai kutatások terén.

Eredményeink közül a 'Reglindis' és a 'Baujade' fajtákra vonatkozókat emelnénk ki elsősorban. A 'Reglindis' Szigetcsépen stabilan minden évben a legkorábbi virágzású fajtának bizonyult, és a soroksári vizsgálatban is a korai virágzási csoportba sorolódott, mindössze a 'Prima' fajta és az MR-12, illetve MR-13 fajtajelöltek előzték meg egy-egy évjáratban (30. táblázat).

22. táblázat: A vizsgálatba vont fajták virágzásdinamikája (Szigetcsép 2006)

fajta	4. 4.	4. 5.	4. 6.	4. 7.	4. 8.	4. 9.	4. 10.	4. 11.	4. 12.	4. 13.	4. 14.	4. 15.	4. 16.	4. 17.	4. 18.	4. 19.	4. 20.	4. 21.	4. 22.	4. 23.	4. 24.	4. 25.	4. 26.	4. 27.	4. 28.	4. 29.	4. 30.
Reglindis	2	4	8	17	21	24	35	33	27	23	20	17	14	9	5	3	2	1									
MR-13	2	3	6	11	17	23	28	34	35	24	20	17	12	8	6	4	2										
Prima	1	4	9	13	17	20	24	45	42	23	21	18	15	10	6	4	2	1									
MR-12		2	5	9	15	21	24	30	33	33	22	17	15	11	8	5	1	1									
Liberty			3	8	11	17	21	25	30	33	31	28	22	20	16	12	8	4	3	1							
Retina		1	4	7	16	20	22	23	28	31	34	22	20	16	11	9	7	5	2								
Topaz			2	5	8	14	20	24	26	30	35	32	24	19	20	17	12	8	6	3	1						
MR-09			1	6	9	15	20	22	23	29	40	37	24	20	17	15	10	6	2								
Idared					2	5	8	13	20	24	28	25	25	20	18	16	14	10	8	5	3	1					
Produkta					1	6	10	15	21	23	38	40	24	20	17	15	10	8	4	2	1						
Priscilla						2	5	7	13	23	35	31	22	21	18	14	11	9	6	5	3	3	1				
Reka							1	6	10	18	26	33	27	22	20	19	17	14	10	6	2						
X6398								3	8	16	25	29	33	31	22	20	16	14	12	8	4	2	1				
Rubinola								3	6	12	19	26	30	33	38	31	21	16	12	8	5	3	2				
Resi							2	4	9	15	20	23	26	35	39	22	20	16	13	7	4	1					
MR-11							3	5	7	10	17	21	30	33	34	29	24	20	17	16	11	8	5	3			
Resista								1	7	10	16	20	24	33	39	34	24	21	20	18	13	10	6	4	1		
Renora								3	8	13	19	21	23	30	30	34	31	22	19	16	12	10	8	3	2		
MR-10									2	4	7	11	19	23	30	35	31	20	16	12	10	8	5	4	2		
Freedom									1	6	10	16	20	22	24	30	38	30	24	20	17	15	9	6	4	1	
Baujade											2	5	8	17	23	27	35	34	30	28	24	20	16	11	8	3	1

*szürke kiemelés: fővirágzás időszaka (25% feletti a kinyílt virágok aránya)



13. ábra: Klaszteranalízis által kialakított virágzási időcsoportok (Szigetcsép 2006)

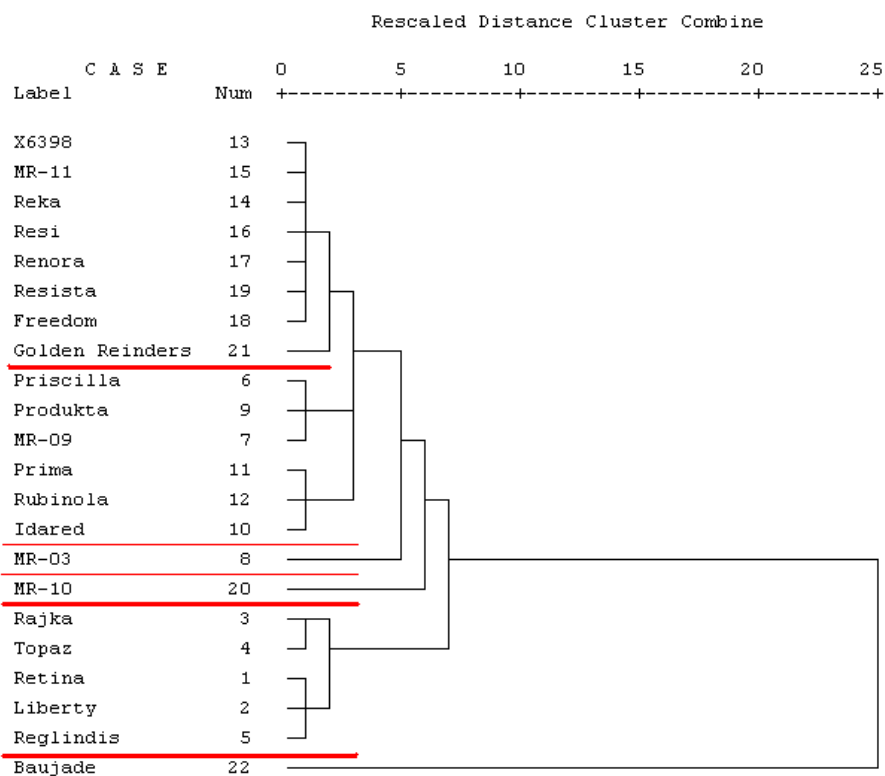
23. táblázat: A vizsgálatba vont fajták virágzásdinamikája (Szigetcsép 2007)

fajta	4.9.	4.10.	4.11.	4.12.	4.13.	4.14.	4.15.	4.16.	4.17.	4.18.	4.19.	4.20.	4.21.	4.22.	4.23.	4.24.	4.25.	4.26.
Reglindis	1	4	11	20	33	39	43	20	8	9	5	4	3					
Liberty	1	4	9	12	29	38	31	26	13	6	1							
Rajka	2	5	10	7	25	39	39	35	17	9	4							
Retina	1	3	7	13	23	33	22	11	5	6	3							
Topaz	1	5	10	11	18	44	47	30	16	6	3							
Priscilla			1	1	7	19	19	9	3	3	3							
MR-09				2	8	20	21	20	16	15	11	5	2					
Prima		1	5	7	13	27	32	38	26	14	7	2						
MR-03		1	8	15	22	25	55	53	42	28	22	16	9	7	4			
Produkta				1	5	7	28	16	7	7	6	3						
Idared		1	5	11	5	9	36	51	18	6	3							
X6398				5	10	14	29	34	25	17	13	5	2					
Rubinola			3	5	15	34	49	45	28	9	7	3	1					
Reka				1	5	16	31	41	29	21	14	7						
Freedom					4	14	29	43	31	25	23	11	7	2				
MR-11			1	4	8	13	23	37	30	13	11	6	3					
Resi					1	10	18	36	34	22	15	8	2					
Renora					2	8	20	38	36	28	22	13	6	2				
Resista					3	5	18	39	43	36	21	13	7	4	1			
MR-10						3	17	30	36	43	32	25	18	13	9	7	3	1
Golden Reinders						1	14	29	42	54	30	13	4	3				
Baujade								4	6	12	20	22	30	30	33	20	13	5

*szürke kiemelés: fővirágzás időszaka (25% feletti a kinyílt virágok aránya)

zöld kiemelés: a fővirágzás időszakában nem éri el a kinyílt virágok aránya a 25%-ot.

piros kiemelés: 50% feletti a kinyílt virágok aránya



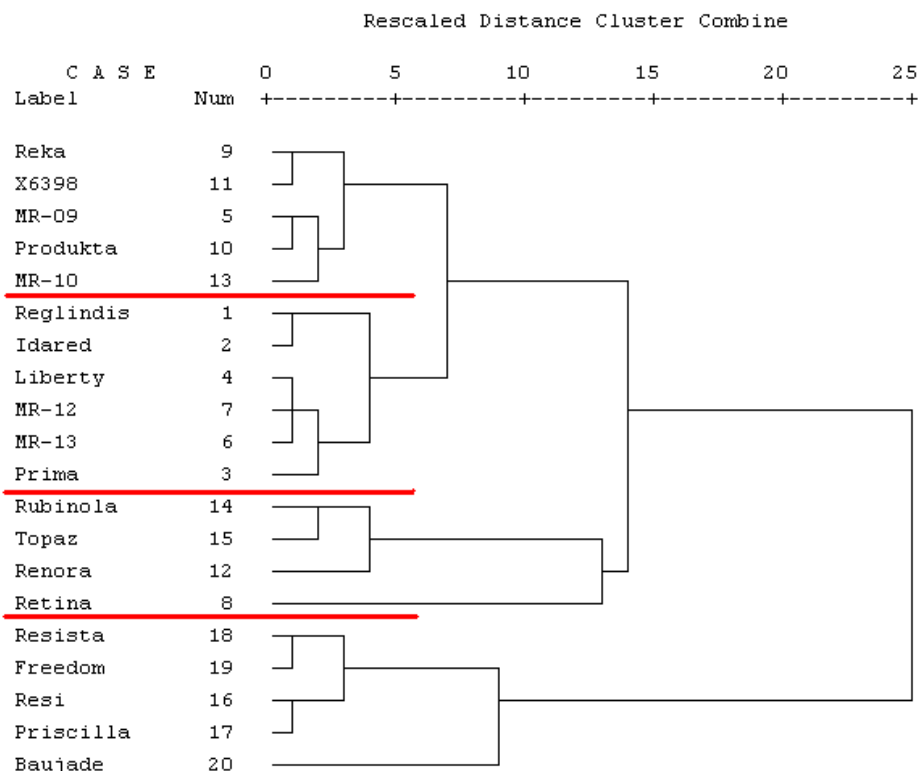
14. ábra: Klaszteranalízis által kialakított virágzási időcsoportok (Szigetcsép 2007)

24. táblázat: A vizsgálatba vont fajták virágzásdinamikája (Szigetcsép 2008)

fajta	4.10.	4.11.	4.12.	4.13.	4.14.	4.15.	4.16.	4.17.	4.18.	4.19.	4.20.	4.21.	4.22.	4.23.	4.24.	4.25.	4.26.	4.27.	4.28.	4.29.	4.30.	5.1.	5.2.	5.3.
Reglindis	1	2	5	12	22	35	36	30	25	20	17	14	11	10	6	3	2							
Idared		1	3	8	15	26	33	31	28	25	20	12	7	2										
Prima		1	3	5	12	24	34	35	22	10	9	8	6	5	3	1								
Liberty				1	4	12	28	31	26	10	8	7	6	5	2									
MR-12			1	3	8	16	27	36	35	17	7	6	5	3										
MR-13				2	5	13	26	35	33	20	18	12	9	5	3	1								
Retina			1	3	8	16	25	37	43	50	40	35	26	20	12	6	2							
MR-09				1	3	5	13	26	31	20	18	11	7	2	1									
Produkta				1	3	8	19	23	29	25	23	19	14	10	6	4	2							
X6398				1	4	8	16	23	26	30	28	22	21	20	15	12	8	4	2					
Reka				1	3	8	16	22	28	30	25	18	22	20	12	6	3	1						
MR-10					1	3	7	15	26	30	28	23	16	5	4	2								
Renora				1	3	5	9	13	50	35	30	25	20	10	8	4	2							
Topaz						2	4	12	16	30	40	37	30	10	4	2	1							
Rubinola						1	3	8	12	20	41	43	35	20	12	6	4	2						
Priscilla							3	6	10	15	22	28	35	30	25	20	17	14	12	10	6	3	1	
Resi						2	4	6	10	15	18	28	33	30	25	20	12	7	3	1				
Freedom									1	6	15	25	32	30	30	26	21	17	13	10	6	4	2	
Resista									1	3	8	22	37	40	32	26	22	18	13	10	6	2		
Baujade										1	5	6	15	25	30	32	30	26	23	20	15	11	6	3

*szürke kiemelés: fővirágzás időszaka (25% feletti a kinyílt virágok aránya)

piros kiemelés: 50% feletti a kinyílt virágok aránya

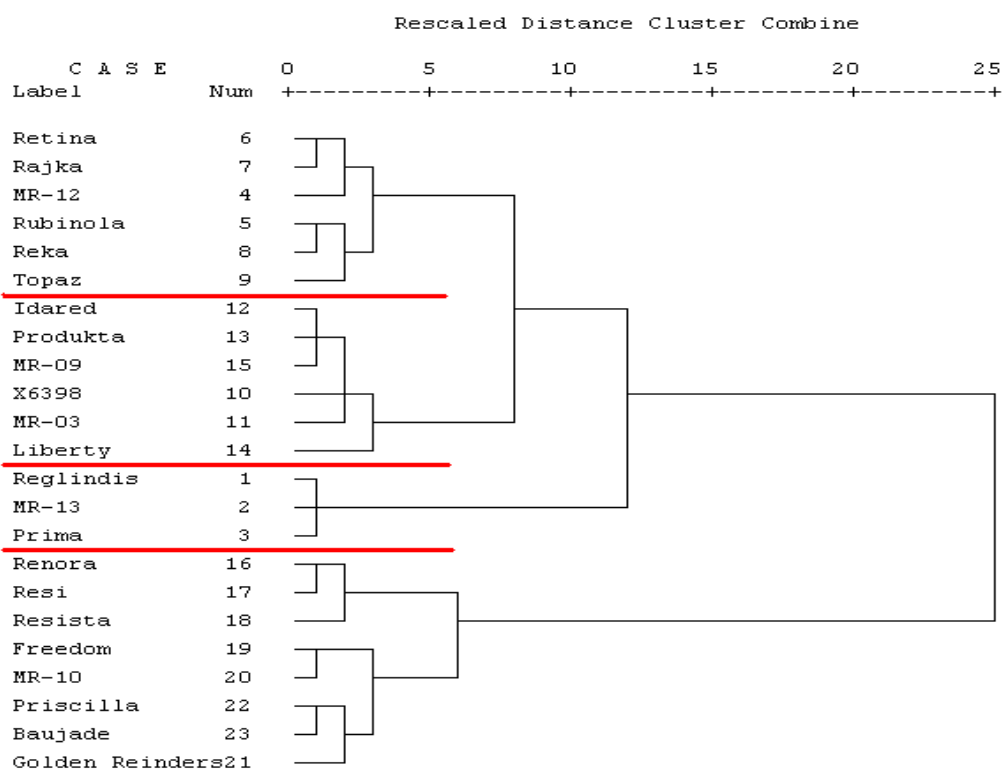


15. ábra: Klaszteranalízis által kialakított virágzási időcsoportok (Szigetcsép 2008)

25. táblázat: A vizsgálatba vont fajták virágzásdinamikája (Szigetcsép 2009)

fajta	4.12.	4.13.	4.14.	4.15.	4.16.	4.17.	4.18.	4.19.	4.20.	4.21.	4.22.	4.23.	4.24.	4.25.	4.26.
Reglindis	3	8	16	29	41	27	13	5							
MR-13	2	6	16	27	31	25	16	6							
Prima	2	5	8	25	41	33	9	5							
MR-12		3	10	25	38	39	30	17	8	1					
Rubinola		1	5	10	28	53	35	12	4	2					
Retina	3	5	12	19	27	44	29	11	8	2					
Rajka	4	8	13	18	27	36	30	12	7	2					
Reka		1	4	9	26	40	34	14	4	1					
Topaz		2	7	13	21	53	40	21	12	3	1				
X6398			1	4	9	33	25	12	8	4	2				
MR-03			2	9	21	29	27	18	12	7	1				
Idared			2	3	11	26	31	20	7	1					
Produkta				2	4	26	27	18	12	5	3	1	1		
Liberty				1	7	31	35	34	18	6	3	1			
MR-09				1	9	23	31	27	14	7	2				
Renora					4	18	30	32	32	17	12	6	1		
Resi					5	10	22	33	33	18	10	4	1		
Resista					2	11	20	32	45	18	12	7	3		
Freedom					5	11	19	30	32	26	20	14	8	2	
MR-10					1	7	19	28	33	33	23	11	6	2	
Golden Reinders						1	7	17	33	26	11	8	5	2	1
Priscilla						4	11	20	31	32	22	15	6	3	1
Baujade							6	11	25	29	26	11	7	4	1

*szürke kiemelés: fővirágzás időszaka (25% feletti a kinyílt virágok aránya)
piros kiemelés: 50% feletti a kinyílt virágok aránya



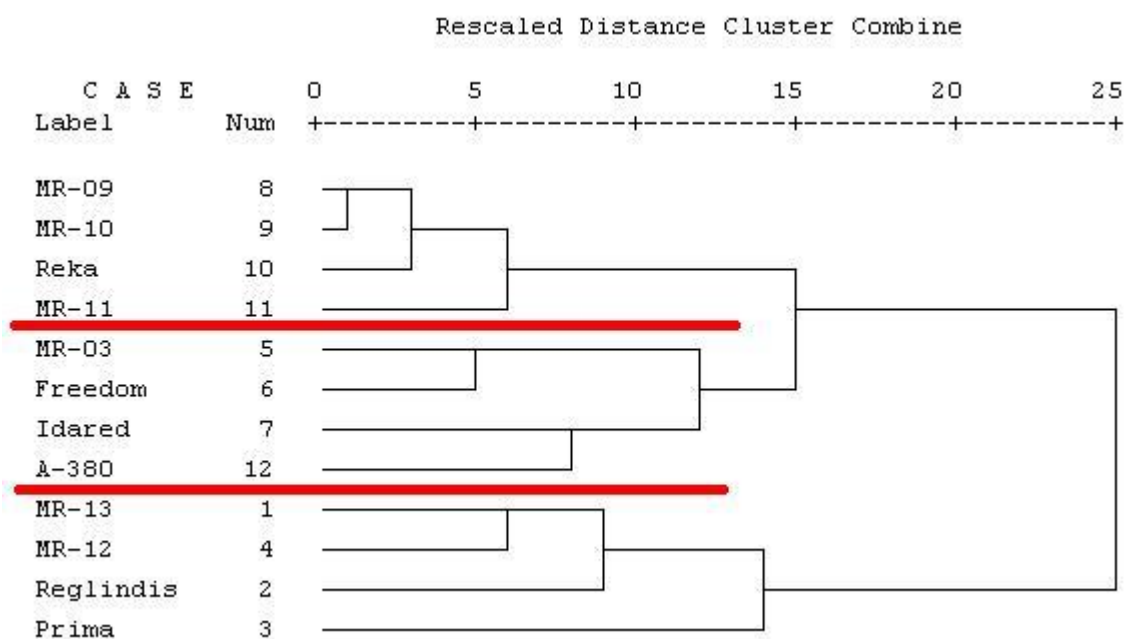
16. ábra: Klaszteranalízis által kialakított virágzási időcsoportok (Szigetcsép 2009)

26. táblázat: A vizsgálatba vont fajták virágzásdinamikája (Soroksár 2007)

fajta	4. 9.	4. 10.	4. 11.	4. 12.	4. 13.	4. 14.	4. 15.	4. 16.	4. 17.	4. 18.	4. 19.	4. 20.	4. 21.	4. 22.	4. 23.	4. 24.	4. 25.	4. 26.
Prima			1	3	4	13	31	42	34	25	20	4	1					
Reglindis		2	4	6	8	18	19	28	24	22	24	16	11	8	6	3	1	
MR-13	1	4	9	11	15	16	24	26	20	17	14	9	5	3	1			
MR-12			2	5	10	14	19	34	28	20	8	5	4					
MR-03				1	4	7	15	31	30	32	28	23	18	9	3			
Freedom					1	5	19	28	32	23	30	31	15	10	8	5	3	1
MR-11					1	3	15	25	15	23	22	12	10	7	4	1		
Reka					1	4	8	14	11	14	12	15	12	9	6	4	1	
MR-09				1	2	3	8	16	17	19	22	20	18	9	5	3	1	
Idared				4	2	5	11	21	22	38	23	18	8	4	3	1		
A-380					1	2	7	18	22	33	37	13	15	12	9	5	3	
MR-10				1	0	2	8	14	14	18	20	20	17	13	7	4	2	1

*szürke kiemelés: fővirágzás időszaka (25% feletti a kinyílt virágok aránya)

zöld kiemelés: a fővirágzás időszakában nem éri el a kinyílt virágok aránya a 25%-ot.



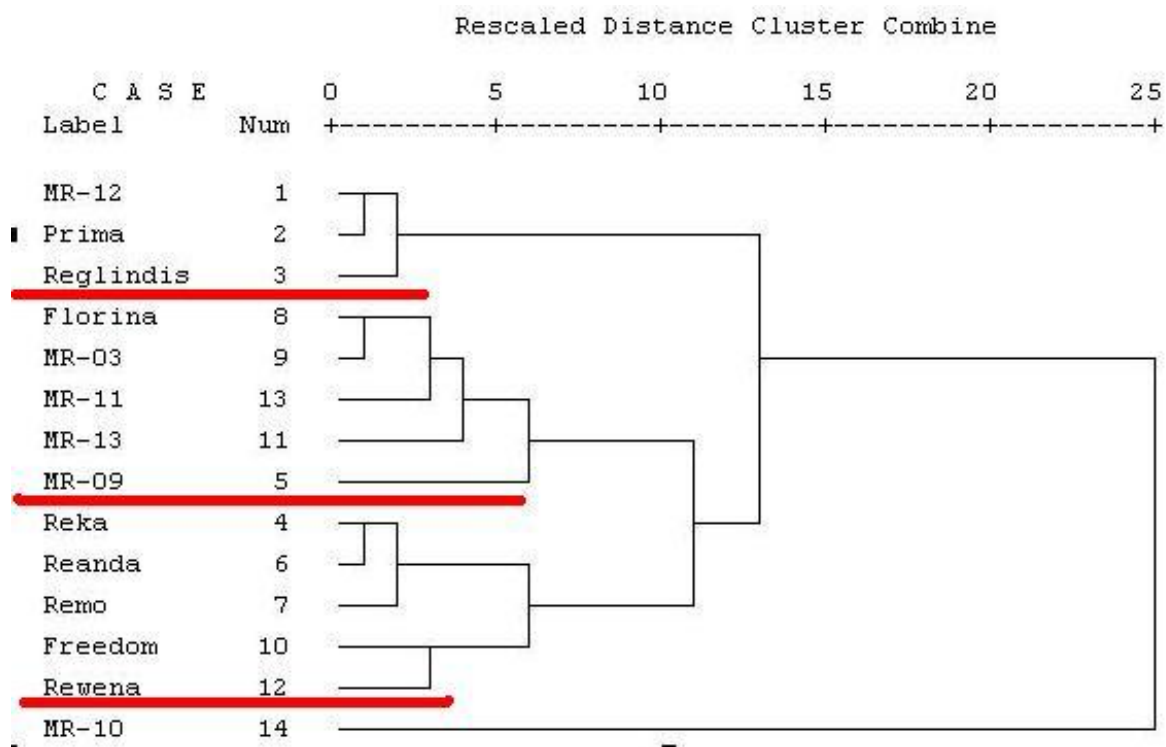
17. ábra: Klaszteranalízis által kialakított virágzási időcsoportok (Soroksár 2007)

27. táblázat: A vizsgálatba vont fajták virágzásdinamikája (Soroksár 2008)

fajta	4. 10.	4. 11.	4. 12.	4. 13.	4. 14.	4. 15.	4. 16.	4. 17.	4. 18.	4. 19.	4. 20.	4. 21.	4. 22.	4. 23.	4. 24.	4. 25.	4. 26.	4. 27.	4. 28.	4. 29.	4. 30.	5. 1.	5. 2.	5. 3.
Prima	2	4	8	11	19	27	25	28	14	15	17	14	10	6	3	1								
MR-12	2	4	10	14	20	25	30	25	21	16	10	11	6	5	4	3	1							
Reglindis	2	6	11	16	22	28	33	38	35	21	19	17	9	3										
MR-09				1	5	8	11	16	17	15	12	11	5	1										
Reka			1	3	5	8	11	13	14	14	8	12	11	8	8	5	4	3	2	1				
Reanda			1	3	5	7	9	17	19	23	19	18	14	11	11	7	6	4	2	1				
Remo			2	4	7	10	13	15	17	20	23	21	15	14	15	12	9	7	7	6	4	1		
Florina			2	5	6	8	9	15	21	40	26	17	14	9	5	2								
MR-03				2	3	7	12	16	23	38	40	36	28	19	11	7	2							
Freedom						2	7	12	13	24	22	22	22	19	22	16	13	10	9	5	2	1		
MR-11				1	1	2	3	6	9	17	27	29	17	6	4									
MR-13		1	4	8	10	11	13	16	14	20	25	26	14	11	6	2								
Rewena				1	1	2	2	5	6	9	24	32	21	21	18	15	10	8	6	5	3			
MR-10							1	2	4	11	16	33	41	49	54	41	27	14	10	5	3	2	1	1

*szürke kiemelés: fővirágzás időszaka (25% feletti a kinyílt virágok aránya)

zöld kiemelés: a fővirágzás időszakában nem éri el a kinyílt virágok aránya a 25%-ot.

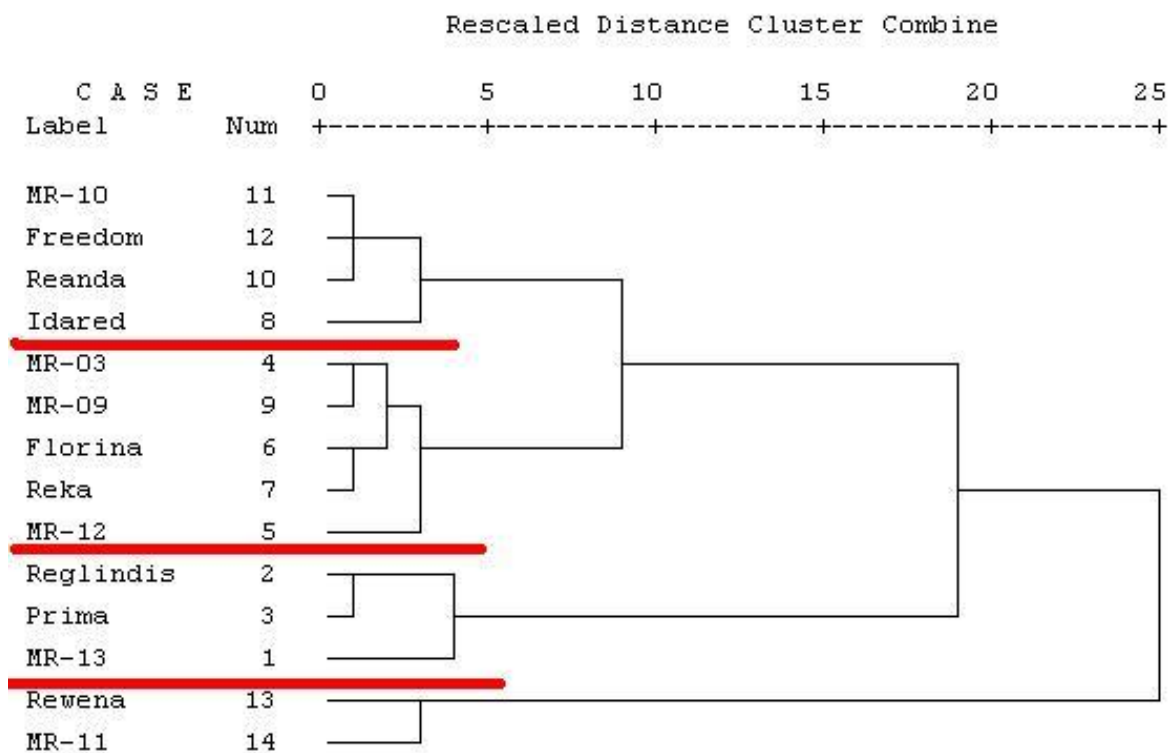


18. ábra: Klaszteranalízis által kialakított virágzási időcsoportok (Soroksár 2008)

28. táblázat: A vizsgálatba vont fajták virágzásdinamikája (Soroksár 2009)

fajta	4. 11.	4. 12.	4. 13.	4. 14.	4. 15.	4. 16.	4. 17.	4. 18.	4. 19.	4. 20.	4. 21.	4. 22.	4. 23.	4. 24.	4. 25.
MR-13	5	11	23	40	46	34	26	17	9	3					
Reglindis		3	16	26	42	38	26	15	3						
Prima	2	6	10	19	34	35	23	11	6	2					
MR-03			1	5	14	32	31	21	14	4	2				
MR-12		3	7	14	24	39	40	26	15	6	2				
Florina				1	16	30	38	32	23	16	7	4	1		
Reka			3	11	21	28	41	30	21	11	3				
Idared				3	13	26	38	42	33	19	10	3			
MR-09			1	7	15	24	29	27	18	8	2				
Reanda				3	10	19	29	40	40	26	15	7	2		
MR-10				2	8	15	23	35	39	29	19	11	5	2	
Freedom					6	18	25	35	37	33	16	10	6	3	1
Rewena					2	7	15	25	39	39	28	19	8	2	
MR-11						2	8	18	28	38	36	26	19	11	1

*szürke kiemelés: fővirágzás időszaka (25% feletti a kinyílt virágok aránya)



19. ábra: Klaszteranalízis által kialakított virágzási időcsoportok (Soroksár 2009)

29. táblázat: A vizsgálatba vont fajták virágzási sorrendje Szigetcsépen

sorsz.	2006	2007	2008	2009
1	Reglindis	Reglindis	Reglindis	Reglindis
2	MR-13	Liberty	Idared	MR-13
3	Prima	Rajka	Prima	Prima
4	MR-12	Retina	Liberty	MR-12
5	Liberty	Topaz	MR-12	Rubinola
6	Retina	Priscilla	MR-13	Retina
7	Topaz	MR-09	Retina	Rajka
8	MR-09	Prima	MR-09	Reka
9	Idared	MR-03	Produkta	Topaz
10	Produkta	Produkta	X6398	X6398
11	Priscilla	Idared	Reka	MR-03
12	Reka	X6398	MR-10	Idared
13	X6398	Rubinola	Renora	Produkta
14	Rubinola	Reka	Topaz	Liberty
15	Resi	Freedom	Rubinola	MR-09
16	MR-11	MR-11	Priscilla	Renora
17	Resista	Resi	Resi	Resi
18	Renora	Renora	Freedom	Resista
19	MR-10	Resista	Resista	Freedom
20	Freedom	MR-10	Baujade	MR-10
21	Baujade	Golden Reinders		Golden Reinders
22		Baujade		Priscilla
23				Baujade

* sárga: stabil virágzási idejű referenciafajta

zöld: viszonylag stabil virágzási idejű (referencia)fajta a virágzási időszak közepén

piros: a vizsgálati évek többségében stabil virágzási idejű fajta

kék: instabil virágzási idejű fajta

30. táblázat: A vizsgálatba vont fajták virágzási sorrendje Szigetcsépen

sorsz.	2007	2008	2009
1	Prima	Prima	MR-13
2	Reglindis	MR-12	Reglindis
3	MR-13	Reglindis	Prima
4	MR-12	MR-09	MR-03
5	MR-03	Reka	MR-12
6	Freedom	Reanda	Florina
7	MR-11	Remo	Reka
8	Reka	Florina	Idared
9	MR-09	MR-03	MR-09
10	Idared	Freedom	Reanda
11	A-380	MR-11	MR-10
12	MR-10	MR-13	Freedom
13		Rewena	Rewena
14		MR-10	MR-11

* sárga: stabil virágzási idejű referenciafajta

piros: a vizsgálati évek többségében stabil virágzási idejű fajta

A 'Baujade' fajta mind a négy vizsgálati évben a legkésőbbi virágzási idejű fajtának bizonyult. Volt olyan évjárat is (2007), amikor annyira elkülönült a fajta virágzása a többi vizsgált fajtaétól, hogy a statisztikai értékelés (klaszteranalízis) külön csoportként kezelte a

'Baujade'-ot. Ez egyrészt alkalmassá teszi a fajtát referenciafajtaként való alkalmazásra, másrészt előrejelzi az esetleges termékenyülési problémáit.

További varasodás-rezisztens almafajták virágzásfenológiai tulajdonságait vizsgáló kísérletekben tehát a fentebb említett két fajta bevonását javasoljuk, ezzel megfelelő keretet adhatunk a megfigyeléseknek, és elkerülhetjük a többi fajta téves besorolását; kiküszöbölhetjük például az egyébként közép-korai virágzási idejű fajták korai csoportba való sorolását.

Nehezebb feladat a virágzási időszak közepéről megfelelő referenciafajtát választani. Bár kevésbé stabil, de viszonylag megbízhatóan a középidőszakban virágzik a 'Produkta' fajta. Szintén a középidőszakban virágzik az X6398 kódszámú francia fajtajelölt, amely azonban fajta-elismerési folyamatban nem szerepelt jól, így természetesen nem javasoljuk referenciafajtaként.

Helyesen megválasztott referenciafajtákkal könnyen besorolhatjuk a viszonylag stabil virágzási idejű fajtákat, mint például a 'Freedom' vagy a 'Prima', melyek az évjáratok többségében a virágzási időszak azonos szakaszában nyílnak. A labilis virágzási idejű fajták, mint például a 'Priscilla' virágzási csoportba való besorolása több éves megfigyeléssel is csak nehezen megadható.

5.1.3. Virágzási időcsoportok

A virágzási időcsoportok kialakítását a sokváltozós klaszteranalízisek eredményei alapján végeztük el az egyes évjáratokban. A statisztikai értékelés a legtöbb esetben támogatta és megerősítette az általunk – a fővirágzás alapján – kialakított fajtasorrendet. Ugyanakkor több vizsgált évjáratban a középkései és kései csoportok elkülönítésében több helyen is felülbírált a klaszteranalízis az általunk kialakított csoportosítást, amire számítottunk is, mivel a virágzási időben előrehaladva, a fajtatulajdonság dominanciája mellett az időjárási viszonyok (léghőmérséklet, borultság, csapadék, szél) egyre erősebben befolyásolják a virágzás lefolyását. Mindezt az alkalmazott sokváltozós statisztikai értékelés sokkal érzékenyebb tudta követni.

A 2008-as szigetcsépi megfigyeléseink alapján (24. táblázat) mutatjuk be, hogy a klaszteranalízis (15. ábra) pontosabb virágzási időcsoportba sorolásra képes. Az egyetlen eltérés a két csoportosítás között a 'Retina' fajta besorolásában történt. Mivel mi a fővirágzás alapján rendeztük sorba a fajtákat (fővirágzásnak azokat a napokat tekintettük, amikor a kinyílt virágok aránya 25% feletti volt), a 'Retina' fajta a korai csoportba került. Ugyanakkor a fajtára ebben az évjáratban elnyúltabb virágzás volt jellemző, virágai tovább maradtak

kinyílt állapotban. Fővirágzása ennek megfelelően a vizsgált fajtasorban egyedülállóan hét napig tartott, volt olyan nap, amikor 50%-ot is elért a kinyílt virágok aránya. A klaszteranalízis azonban nem csak a fővirágzás alapján rendezte sorba és csoportosította a fajtákat. Ennek a sokváltozós értékelésnek köszönhetően kitűnt, hogy bár korábban virágzásnak indult a fajta, és fővirágzása is korábban kezdődött, ami miatt mi a korai csoportba soroltuk volna, valójában virágnyílásának zöme a középkései csoportba sorolt fajtákkal ('Renora', 'Topaz', 'Rubinola') nagyobb átfedést mutat.

A 31. táblázatban foglaltuk össze, hogy az egyes évjáratokban a vizsgált fajták és fajtajelöltek melyik virágzási időcsoportba sorolódtak. A 32. táblázatban pedig fajtánként adjuk meg azoknak a virágzási időcsoportját, melyekről legalább négy megfigyeléssel rendelkezünk. A vastagon szedett virágzási időcsoport a fajtára legjellemzőbb csoportot jelöli, vagyis azt a virágzási időcsoportot, melyben a megfigyelések során a legtöbbször sorolódtak.

Ez a 'Baujade' esetében kizárólag kései, minden vizsgálati évben ebbe a csoportba sorolódtak. A 'Reglindis' és 'Prima' fajta is nagy valószínűséggel véglegesen virágzási csoportba sorolható, hat esetben sorolódtak a korai és csak egyszer a középkorai csoportba. Bizonyos fajták virágzási ideje kevésbé stabil, a 'Reka' fajta például az évek többségében középkorai virágzású volt, de egy évjáratban a középkései, egyben pedig a kései csoportba sorolódtak. Ezt jelzi a táblázat stabilitás című oszlopa is a 'Reka' fajta esetében 5-1-1. Azoknál a fajtáknál, ahol több virágzási időcsoport egyenlő arányban fordult elő a vizsgálati években, a fajtákat a két csoport közötti átmenetnek tekinthetjük. A 'Resi' és 'Resista' fajták a középkései és kései virágzási időcsoportban egyaránt 2-2 évjáratban fordultak elő. Ezeknél a fajtáknál célszerű tehát mindkét virágzási időcsoportot feltüntetni, különös tekintettel arra, hogy fentebb már hivatkoztunk a két virágzási időcsoport elkülönítésének nehézségeire.

Összességében csak kevés fajtáról mondható el, hogy négy éves virágzásfenológiai vizsgálat alapján biztonságosan egy végleges virágzási időcsoportba besorolható. Számos fajta esetében további vizsgálatok elvégzéséig célszerűnek tartjuk a két virágzási időcsoport megadását, javasoljuk az általuk bevezetett súlyozás alkalmazását is azokra a fajtákra, amelyek az évjáratok többségében egy időcsoportba tartoztak, és csak kevés évjáratban sorolódtak a szomszédos csoportba. A három esetleg négy virágzási időcsoportban is előforduló fajták besorolását semmiképp sem javasoljuk 10 éves vizsgálatok elvégzése előtt, de ezek a fajták fajtajellegükből adódóan valószínűleg később is csak átmeneti csoport meghatározással lesznek besorolhatók, virágzási idejük instabilitása miatt fajtatársításkor nagyobb körültekintést fognak igényelni.

31. táblázat: A klaszteranalízis által kialakított virágzási időcsoportok

	Szigetcsép				Soroksár		
	2006	2007	2008	2009	2007	2008	2009
korai	Topaz	Rajka	Reglindis	Reglindis	Prima	MR-12	Reglindis
	MR-09	Topaz	Idared	MR-13		Prima	Prima
	Liberty	Retina	Liberty	Prima		Reglindis	MR-13
	Retina	Liberty	MR-12				
	MR-13	Reglindis	MR-13				
	MR-12		Prima				
	Reglindis						
	Prima						
középkorai	Reka	Priscilla	Reka	Retina	MR-13	Reka	MR-03
	X6398	Produkta	X6398	Rajka	MR-12	Reanda	MR-09
	Idared	MR-09	MR-09	MR-12	Reglindis	Remo	Florina
	Priscilla	Prima	Produkta	Rubinola		Freedom	Reka
	Produkta	Rubinola	MR-10	Reka		Rewena	MR-12
		Idared		Topaz			
		MR-03					
középkésői	MR-10	X6398	Rubinola	Idared	MR-03	Florina	MR-10
	Freedom	MR-11	Topaz	Produkta	Freedom	MR-03	Freedom
	Rubinola	Reka	Renora	MR-09	Idared	MR-11	Reanda
	Resi	Resi	Retina	X6398	A-380	MR-13	Idared
	MR-11	Renora		MR-03		MR-09	
	Resista	Resista		Liberty			
	Renora	Freedom					
		Golden Reinders					
		MR-10					
késői	Baujade	Baujade	Resista	Renora	MR-09	MR-10	Rewena
			Freedom	Resi	MR-10		MR-11
			Resi	Resista	Reka		
			Priscilla	Freedom	MR-11		
			Baujade	MR-10			
				Priscilla			
				Baujade			
				Golden Reinders			

32. táblázat: A vizsgálatba vont fajták és fajtajelöltek virágzási időcsoportja, és stabilitása

fajta	virágzási időcsoport	megfigyelések száma	stabilitás
Reglindis	korai-középkorai	7	6-1
Prima	korai-középkorai	7	6-1
MR-12	korai-középkorai	6	3-3
Retina	korai-középkorai-középkései	4	2-1-1
Topaz	korai-középkorai-középkései	4	2-1-1
MR-13	korai-középkorai-középkései	6	4-1-1
Liberty	korai-középkései	4	3-1
MR-09	korai-középkorai-középkései-kései	7	1-3-1-1
Produkta	középkorai-középkései	4	3-1
Reka	középkorai-középkései-kései	7	5-1-1
Rubinola	középkorai-középkései	4	2-2
X6398	középkorai-középkései	4	2-2
Idared	korai-középkorai-középkései	6	1-2-3
MR-03	középkorai-középkései	5	2-3
Freedom	középkorai-középkései-kései	7	1-4-2
Renora	középkései-kései	4	3-1
MR-11	középkései-kései	5	3-2
MR-10	középkorai-középkései-kései	7	1-3-3
Resi	középkései-kései	4	2-2
Resista	középkései-kései	4	2-2
Priscilla	középkorai-kései	4	2-2
Baujade	kései	4	4

5.1.4. A vizsgálatba vont fajták és fajtajelöltek együttvirágzásának meghatározására kidolgozott módszer

A fajták együttvirágzásának megállapítására Soltész (1992) EV-1 módszerét fejlesztettük tovább. Mi is a virágzási fenogramokat helyeztük egymásra, és a két fajta kinyílási görbéinek közös területe, illetve ennek aránya az egyes fajták görbéi által lefedett teljes területhez viszonyítva adta meg a fajták együttvirágzásának mértékét.

A módszer kidolgozását és pontosítását a 'Liberty' fajta és MR-10 fajtajelölt példáján keresztül szeretnénk bemutatni. 2007-ben a 'Liberty' a korai, az MR-10 a középkései csoportba sorolódott. Ha összevetjük a két fajta virágzásdinamikáját (33. táblázat), azt tapasztaljuk, hogy a 'Liberty' virágainak mindössze 6%-a virágzott el, mire az MR-10 virágozni kezdett. Az MR-10 virágainak ugyanakkor mindössze 7%-a maradt bimbós állapotban, amikor a 'Liberty' már teljesen elvirágzott. Ezen téves értelmezés alapján tehát a két fajta együttvirágzása 90% feletti lenne, vagyis a két fajta kiváló pollenadója lehetne egymásnak.

33. táblázat: A Liberty és MR-10 virágzásdinamikája (bimbók, kinyílt- és elnyílt virágok %-a) (Szigetcsép 2007)

Fajta / virágnyílási állapot	dátum																			
	4. 8.	4. 9.	4. 10.	4. 11.	4. 12.	4. 13.	4. 14.	4. 15.	4. 16.	4. 17.	4. 18.	4. 19.	4. 20.	4. 21.	4. 22.	4. 23.	4. 24.	4. 25.	4. 26.	4. 27.
Liberty bimbó	100	99	96	91	86	65	44	28	10	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liberty kinyílt	0	1	4	9	12	29	38	31	26	13	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Liberty elnyílt	0	0	0	0	2	6	18	41	64	78	93	99	100	100	100	100	100	100	100	100
MR-10 bimbó	100	100	100	100	100	100	97	80	60	38	16	12	7	5	2	0	0	0	0	0
MR-10 kinyílt	0	0	0	0	0	0	3	17	30	36	43	32	25	18	13	9	7	3	1	0
MR-10 elnyílt	0	0	0	0	0	0	0	2	10	25	42	56	68	77	84	90	93	97	99	100

* piros = átfedés

sárga = virágnyílás

szürke = fővirágzás (25% feletti virágnyílás)

zöld = elvirágzott mire a másik fajta virágolni kezdett

kék = bimbós mikor a másik fajta már elvirágzott

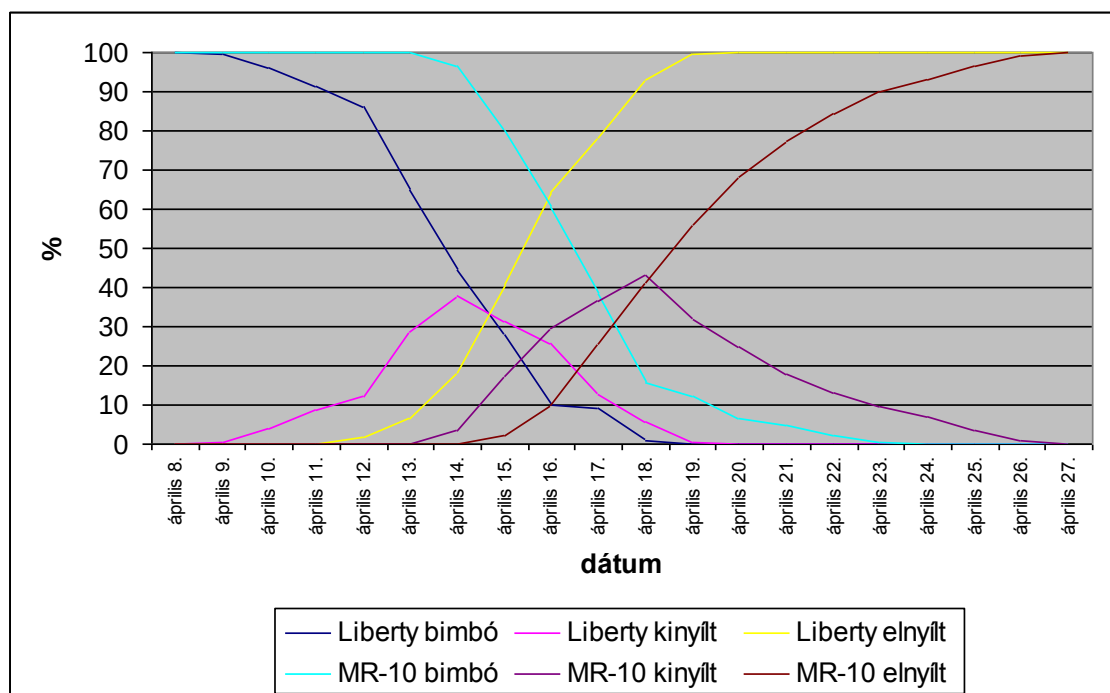
A 20. ábrán is jól látszik azonban, hogy az előbbi értelmezés félrevezető, hiszen a két fajta virágzása jóval kisebb arányban esik egybe. Vegyük csak a virágzási görbéket figyelembe, ahol öt nap eltérést figyelhetünk meg. A fenogramokról az is leolvasható, hogy a 'Liberty' fajta virágainak közel 70%-a elnyílt, mire az MR-10 a fővirágzás fenofázisába lépett, illetve az MR-10 virágainak még több mint 60%-a bimbós állapotban volt, mikor a 'Liberty' már túljutott a fővirágzás fenofázisán. Ezen értelmezés alapján már csak 30-40% átfedést mutat a két fajta.

A legpontosabb eredményt mégis akkor kapjuk, ha a kinyílási görbék közös területét az egyes fajták területéhez arányosítjuk. Mindezt korábban Nyéki (1989) planiméterrel, Soltész (1992) pedig milliméterpapír segítségével számolta ki.

Felismertük, hogy a fenogramok kinyílási görbéi tulajdonképpen lineáris interpoláció révén (két egymást követő napon mért értékek egyenes vonallal történő összekötése) egymást követő trapézok összessége, melyek területe egyszerűen kiszámítható. Két fajta kinyílási görbéje, illetve ezek közös területe valójában ugyanilyen trapézok halmaza, melyek területének kiszámítása sem jelent különösebb gondot, a metszéspont(ok) koordinátáinak meghatározása után. Így a közös terület és az egyes fajták területének aránya is egyszerűen kiszámítható lesz, a fajták együttvirágzása ebből %-osan kifejezhető.

A számítás pontos menetét terjedelmi okokból, és mert a kísérlet szempontjából csak segédeszköz jellegű a 7. mellékletben vezetjük le. Mindenesetre egy adott évjáratban 20-25 vizsgált fajta esetén adatbevitellel együtt mintegy 1 órás munkával meghatározhatjuk a

virágzási idők átfedését az összes fajtapárra vonatkozóan. (Ez például 21 fajtánál 420 fajtapárt jelent!!!)



20. ábra: A Liberty és MR-10 virágzási fenogramja (Szigetcsép 2007)

5.1.4.1. A vizsgálatba vont fajták és fajtajelöltek együttlirágzása

A 34-37. táblázatokban mutatjuk be vizsgált fajták együttlirágzását a négy szigetcsépi vizsgálati év alapján, a 38. táblázatban pedig az együttlirágzás mértékét a négy vizsgálati év átlagában. Hasonlóan a soroksári megfigyelések eredményeit a 39-41. táblázatokban évjáratonként, a 42. táblázatban pedig a három év átlagában mutatjuk be. A táblázatok oszlopaiban a pollenadó fajták szerepelnek, a hozzá tartozó értékek megmutatják, hogy a vízszintes sorokban szereplő megporzandó fajta virágzási idejét hány százalékban fedik le. Így például 2006-ban az MR-13 virágzása 92%-ban fedte le a 'Reglindis'-ét, míg a 'Reglindis' 97%-ban fedte az MR-13 virágzási idejét.

Az együttlirágzás mértéke alapján négy kategóriát alakítottunk ki, a táblázatokban ez alapján alkalmaztunk színes kiemelést:

- 25% alatti átfedés esetén a fajta pollenadónak alkalmatlan (piros kiemelés)
- 26-50% közötti átfedés esetén a fajta pollenadónak való alkalmassága kérdéses, csak kedvező évjáratokban lehet megporzást kiegészítő jelentősége (sárga kiemelés)
- 51-75% közötti átfedés esetén a fajta pollenadónak megfelelő (kék kiemelés)
- 76% feletti átfedés esetén a fajta pollenadónak kiválóan megfelel (zöld kiemelés)

34. táblázat: Fajták együttvirágzása (Szigetcsép 2006)

			pollenadó fajta																		
			1							2			3							4	
			Reglindis	MR-13	Prima	MR-12	Liberty	Retina	Topaz	MR-09	Produkta	Priscilla	Reka	Rubinola	Resi	MR-11	Resista	Renora	MR-10	Freedom	Baujade
megporzandó fajta	1	Reglindis		92	92	86	79	83	73	72	55	45	40	34	38	35	32	35	22	25	13
		MR-13	97		98	92	83	86	77	77	58	47	42	35	39	36	33	36	22	26	14
		Prima	89	90		87	79	82	74	74	56	46	41	34	38	36	33	36	23	26	14
		MR-12	90	92	95		90	92	83	82	63	52	48	39	43	40	37	40	26	29	17
		Liberty	71	71	74	78		90	94	92	77	68	60	52	55	51	49	52	37	40	26
		Retina	79	78	81	84	95		92	90	74	64	56	49	53	47	45	48	33	37	25
		Topaz	63	64	67	68	90	83		93	80	72	68	58	61	57	54	56	42	46	32
		MR-09	64	65	69	69	91	85	96		83	70	64	55	58	55	50	53	38	42	28
	2	Produkta	58	57	60	62	88	80	96	96		84	77	67	71	67	61	64	47	51	35
		Priscilla	53	52	55	58	87	78	96	91	94		89	78	81	78	75	79	59	63	45
		Reka	46	46	49	52	76	67	90	82	85	88		88	90	88	81	85	67	70	52
	3	Rubinola	34	33	36	37	57	52	67	62	65	68	77		100	95	94	92	74	74	56
		Resi	31	30	32	33	49	45	57	53	56	57	64	85		85	83	82	66	69	57
		MR-11	32	31	34	34	51	45	60	56	58	61	70	86	95		95	94	76	81	63
		Resista	29	28	30	31	47	41	54	49	51	57	63	82	90	92		94	79	82	66
		Renora	31	30	32	33	50	44	57	51	54	60	65	80	88	90	94		78	83	68
		MR-10	25	24	27	28	45	39	54	48	51	56	65	82	90	93	99	100		96	81
		Freedom	23	22	24	25	40	35	48	42	45	49	56	67	76	80	84	86	78		83
	4	Baujade	12	12	13	14	26	24	34	28	30	35	41	51	63	63	69	71	66	83	

* piros = átfedés 25% alatti; sárga = 26-50% közötti átfedés; kék = 51-75% közötti átfedés; zöld = átfedés 76% feletti

** 1 = korai; 2 = középkorai; 3 = középkései; 4 = kései

35. táblázat: Fajták együttvirágzása (Szigetcsép 2007)

			pollenadó fajta																		
			1					2						3						4	
			Reglindis	Liberty	Rajka	Retina	Topaz	Prima	MR-09	Priscilla	MR-03	Produkta	Rubinola	Reka	Freedom	MR-11	Resi	Renora	Resista	MR-10	Baujade
megporzandó fajta	1	Reglindis		82	83	63	86	66	49	32	83	40	73	51	48	52	43	42	40	39	15
		Liberty	97		96	73	95	79	54	37	87	43	78	58	54	57	46	46	44	41	10
		Rajka	87	85		65	94	80	52	34	91	39	84	63	59	63	54	54	51	41	13
		Retina	100	98	98		96	80	59	51	92	55	83	59	55	65	43	43	39	35	15
		Topaz	90	85	94	64		76	50	34	90	40	85	59	55	59	50	50	48	39	11
	2	Prima	76	78	89	59	84		66	38	100	46	94	81	77	79	66	68	69	58	17
		MR-09	83	77	83	63	80	95		54	100	67	92	93	90	100	82	82	79	74	32
		Priscilla	100	98	100	100	100	99		100	82	100	91	83	94	72	79	66	57	19	
		MR-03	54	48	56	38	56	57	39	21		26	63	54	61	48	47	57	62	56	25
		Produkta	100	92	94	88	96	99	100	67	100		100	100	96	96	85	87	82	75	30
		Rubinola	74	67	81	53	82	82	56	33	98	40		73	69	69	58	59	57	51	19
	3	Reka	62	60	73	45	68	85	67	36	100	48	87		96	85	83	84	82	75	27
		Freedom	52	49	60	37	56	71	57	29	100	41	73	84		75	78	90	89	81	32
		MR-11	69	65	81	55	76	91	80	41	100	52	92	94	94		86	88	85	76	27
		Resi	59	54	71	37	66	78	67	32	100	46	79	94	100	87		99	97	91	33
		Renora	49	45	59	31	54	67	56	29	100	40	67	80	97	75	83		99	89	35
		Resista	43	39	52	26	48	63	50	23	100	34	60	71	88	67	75	91		89	35
		MR-10	33	30	34	19	31	42	37	16	73	25	43	52	65	48	56	66	71		48
	4	Baujade	15	9	13	10	10	15	20	7	40	12	20	23	31	21	25	32	34	59	

* piros = átfedés 25% alatti; sárga = 26-50% közötti átfedés; kék = 51-75% közötti átfedés; zöld = átfedés 76% feletti

** 1 = korai; 2 = középkorai; 3 = középkései; 4 = kései

36. táblázat: Fajták együttvirágzása (Szigetcsép 2008)

			Pollenadó fajta																	
			1					2				3				4				
			Reglindis	Prima	Liberty	MR-12	MR-13	MR-09	Produkta	Reka	MR-10	Renora	Topaz	Rubinola	Retina	Priscilla	Resi	Freedom	Resista	Baujade
megporzandó fajta	1	Reglindis		70	56	61	68	70	65	64	53	46	46	43	77	39	40	27	24	18
		Prima	98		77	84	81	85	68	66	55	41	43	38	87	36	38	22	19	15
		Liberty	100	98		98	99	97	86	84	64	50	52	47	99	44	47	25	23	18
		MR-12	94	91	83		93	97	74	71	56	45	47	44	99	33	35	19	19	12
		MR-13	94	80	76	84		95	84	81	67	57	59	51	100	45	46	29	24	17
	2	MR-09	93	80	71	84	91		78	75	62	52	54	44	97	40	40	23	19	12
		Produkta	88	65	65	66	82	79		97	78	74	73	66	100	59	59	42	39	29
		Reka	75	55	55	54	68	66	84		71	79	68	71	99	64	64	50	47	33
		MR-10	83	61	56	57	76	73	91	96		88	88	78	100	67	67	48	38	24
	3	Renora	54	34	33	34	48	46	64	79	66		81	88	97	71	70	54	49	34
		Topaz	61	40	39	41	57	55	73	78	75	93		92	97	71	71	53	46	25
		Rubinola	52	33	32	35	44	41	59	74	60	91	83		96	78	76	59	59	38
		Retina	60	48	43	50	56	57	57	66	49	65	56	62		46	46	36	32	22
	4	Priscilla	38	25	24	21	32	29	43	54	42	59	52	63	59		82	85	81	63
		Resi	47	32	31	27	39	36	52	65	50	71	62	74	70	98		83	78	57
		Freedom	28	17	15	13	22	18	33	45	32	49	42	52	49	91	74		93	76
		Resista	25	14	13	13	18	15	30	42	25	43	36	51	43	86	69	92		75
		Baujade	19	11	10	8	13	9	22	29	15	30	19	32	28	65	49	73	72	

* piros = átfedés 25% alatti ; sárga = 26-50% közötti átfedés; kék = 51-75% közötti átfedés; zöld = átfedés 76% feletti

** 1 = korai; 2 = középkorai; 3 = középkései; 4 = kései

37. táblázat: Fajták együttvirágzása (Szigetcsép 2009)

			pollenadó fajta																			
			1			2						3				4						
			Reglindis	MR-13	Prima	MR-12	Rubinola	Retina	Rajka	Reka	Topaz	MR-03	Produkta	Liberty	MR-09	Renora	Resi	Resista	Freedom	MR-10	Priscilla	Baujade
megporzandó fajta	1	Reglindis		89	88	85	65	80	83	63	65	61	35	48	36	28	26	25	27	24	13	7
		MR-13	97		87	90	71	87	88	68	71	64	51	50	43	34	31	31	32	29	15	10
		Prima	97	88		95	73	88	89	72	74	59	36	41	38	29	27	26	28	24	23	7
	2	MR-12	71	68	71		80	89	84	80	84	67	50	57	57	45	36	35	36	33	28	14
		Rubinola	61	61	62	90		91	87	87	96	72	52	61	55	46	37	36	36	32	27	13
		Retina	71	70	70	96	86		96	80	87	68	50	59	58	52	36	34	35	31	25	15
		Rajka	75	73	73	92	84	98		79	84	70	51	59	58	46	37	35	36	32	26	15
		Reka	67	66	69	100	99	95	93		97	82	60	72	62	52	42	41	42	37	31	14
		Topaz	53	53	55	83	83	80	75	75		70	53	65	60	52	45	44	45	41	29	19
	3	MR-03	68	65	59	91	86	87	87	87	97		76	87	79	71	59	57	58	53	46	28
		Produkta	50	66	47	87	80	81	81	81	94	96		99	97	92	77	75	76	70	61	38
		Liberty	50	47	39	72	68	69	67	71	82	81	72		83	81	71	68	67	62	48	38
		MR-09	45	48	42	85	72	81	79	73	91	87	84	99		88	77	76	77	72	50	37
	4	Renora	26	29	25	51	46	55	47	46	60	60	60	73	67		89	89	87	84	67	51
		Resi	27	30	25	46	41	42	42	42	58	55	56	72	65	100		98	95	91	73	55
		Resista	24	26	22	40	36	36	37	36	51	48	49	62	58	89	88		92	88	72	57
		Freedom	23	25	21	37	33	34	34	34	47	44	45	55	53	79	77	83		94	81	67
		MR-10	20	23	19	34	30	30	31	30	44	41	42	51	50	77	75	80	95		84	68
		Priscilla	13	14	21	33	28	28	28	29	34	41	42	45	40	70	68	75	93	96		80
		Baujade	8	11	7	20	17	21	20	16	27	30	32	43	36	65	63	73	94	95	98	

* piros = átfedés 25% alatti ; sárga = 26-50% közötti átfedés; kék = 51-75% közötti átfedés; zöld = átfedés 76% feletti

** 1 = korai; 2 = középkorai; 3 = középkései; 4 = kései

38. táblázat: Fajták együttvirágzásának átlagos értéke (Szigetcsép 2006-2009)

		pollenadó fajta																				
		Reglindis	Prima	Liberty	Retina	Topaz	MR-09	Produkta	Priscilla	Reka	Rubinola	Resi	Resista	Renora	MR-10	Freedom	Baujade	MR-13	MR-12	MR-11	Rajka	MR-03
megporzandó fajta	Reglindis		79	66	76	67	57	49	32	55	54	37	31	38	34	32	13	83	77	43	83	72
	Prima	90		69	79	69	66	52	36	65	60	42	37	43	40	38	13	86	88	57	89	79
	Liberty	79	73		83	81	82	69	49	68	61	54	46	57	51	47	23	72	82	54	81	84
	Retina	77	70	74		83	66	59	47	65	70	44	38	52	37	41	19	68	76	56	97	80
	Topaz	67	59	69	81		64	62	51	70	79	57	48	63	49	50	22	58	64	58	85	80
	MR-09	71	72	85	82	80		78	53	76	66	64	56	69	62	58	27	68	79	77	81	94
	Produkta	74	68	86	87	90	93		68	89	78	73	64	79	68	66	33	68	71	82	88	98
	Priscilla	51	50	64	66	70	65	65		66	67	76	74	72	63	81	52	33	37	86	64	70
	Reka	62	64	66	77	81	69	69	55		86	70	63	75	63	64	32	60	69	87	83	91
	Rubinola	55	53	54	73	82	53	54	51	78		68	61	72	54	60	32	46	54	82	84	85
	Resi	41	42	51	49	61	55	52	65	66	70		89	88	74	87	50	33	35	86	57	77
	Resista	30	32	40	37	47	43	41	59	53	57	80		80	70	89	58	24	28	80	44	74
	Renora	40	39	50	57	63	55	54	57	67	70	83	82		79	80	47	36	39	83	53	80
	MR-10	40	37	45	47	54	52	52	56	61	58	72	72	83		76	55	41	40	71	32	57
	Freedom	31	33	40	39	48	43	41	63	55	56	77	87	76	71		64	23	25	78	47	72
	Baujade	14	12	22	21	23	23	24	51	27	30	50	62	49	59	70		12	14	42	16	35
	MR-13	96	88	70	91	69	72	64	36	64	52	39	29	42	39	29	14		88	36	88	64
	MR-12	85	86	77	94	71	78	62	38	66	54	38	31	43	38	28	14	84		40	84	67
	MR-11	51	62	58	50	68	68	55	51	82	89	90	90	91	76	87	45	31	34		81	100
	Rajka	81	76	72	82	89	55	45	30	71	84	45	43	50	37	47	14	73	92	63		80
	MR-03	61	58	68	62	76	59	51	34	70	74	53	59	64	54	59	27	65	91	48	72	

* piros = átfedés 25% alatti; sárga = 26-50% közötti átfedés; kék = 51-75% közötti átfedés; zöld = átfedés 76% feletti

** sötétzöld kiemelés = fajta vizsgálata 4 évben; közepes zöld kiemelés = fajta vizsgálata 3 évben; világoszöld kiemelés = fajta vizsgálata 2 évben

39. táblázat: Fajták együttvirágzása (Soroksár 2007)

			pollenadó fajta									
			1	2			3		4			
			Prima	Reglindis	MR-13	MR-12	MR-03	Freedom	MR-11	Reka	MR-09	MR-10
megporzandó fajta	1	Prima		79	72	79	78	75	60	40	52	46
	2	Reglindis	70		77	69	82	84	71	54	66	62
		MR-13	74	88		75	71	70	62	47	55	52
		MR-12	95	93	88		83	81	68	48	56	50
	3	MR-03	69	82	62	62		95	68	51	69	63
		Freedom	63	80	58	57	90		65	52	68	67
	4	MR-11	78	100	79	73	99	100		73	88	80
		Reka	64	98	74	64	93	100	91		98	98
		MR-09	65	92	67	58	96	100	85	75		92
		MR-10	58	87	64	52	89	100	79	77	94	

* piros = átfedés 25% alatti; sárga = 26-50% közötti átfedés; kék = 51-75% közötti átfedés; zöld = átfedés 76% feletti

** 1 = korai; 2 = középkorai; 3 = középkései; 4 = kései

40. táblázat: Fajták együttvirágzása (Soroksár 2008)

			pollenadó fajta													
			1			2					3					4
			Prima	MR-12	Reglindis	Reka	Reanda	Remo	Freedom	Rewena	Florina	MR-03	MR-09	MR-11	MR-13	MR-10
megporzandó fajta	1	Prima		92	97	54	62	67	49	38	63	60	51	44	70	33
		MR-12	90		96	52	57	60	44	32	58	58	48	38	65	28
		Reglindis	76	76		39	53	52	43	30	53	52	39	34	56	24
	2	Reka	84	82	78		98	100	84	68	87	90	71	62	89	61
		Reanda	71	66	77	72		97	86	70	86	91	56	57	83	61
		Remo	61	56	61	59	78		84	73	68	77	46	49	74	66
		Freedom	45	41	51	50	69	85		83	58	74	35	50	60	80
		Rewena	41	35	41	47	66	85	97		51	77	29	56	58	93
	3	Florina	72	67	77	64	85	85	71	54		94	55	66	84	46
		MR-03	50	49	55	48	66	70	67	59	69		41	50	65	55
		MR-09	100	98	100	91	98	100	76	55	97	97		68	98	47
		MR-11	73	65	72	66	83	89	91	87	97	100	57		95	77
		MR-13	79	74	80	64	81	90	73	60	83	87	55	64		53
	4	MR-10	21	19	20	25	34	46	56	56	26	43	15	30	30	

* piros = átfedés 25% alatti; sárga = 26-50% közötti átfedés; kék = 51-75% közötti átfedés; zöld = átfedés 76% feletti

** 1 = korai; 2 = középkorai; 3 = középkései; 4 = kései

41. táblázat: Fajták együttvirágzása (Soroksár 2009)

			pollenadó fajta												
			1			2					3			4	
			MR-13	Reglindis	Prima	MR-03	MR-12	Florina	Reka	MR-09	Reanda	MR-10	Freedom	Rewena	MR-11
megporzandó fajta	1	MR-13		78	72	50	68	48	55	50	43	36	35	26	22
		Reglindis	98		82	58	82	55	64	57	49	39	38	26	21
		Prima	100	94		64	86	61	71	63	53	45	48	30	23
	2	MR-03	86	79	76		100	96	99	92	81	72	71	57	38
		MR-12	83	79	73	71		77	89	74	64	58	57	41	30
		Florina	61	55	53	71	80		90	75	86	81	80	60	50
		Reka	70	64	62	73	93	90		78	76	71	70	50	39
		MR-09	81	74	71	87	99	97	100		88	79	78	58	44
	3	Reanda	48	44	41	53	59	76	67	60		90	89	72	57
		MR-10	41	35	35	48	54	73	64	55	92		95	82	66
		Freedom	40	34	38	47	53	72	63	54	90	95		85	68
4	Rewena	30	24	24	38	39	55	46	42	75	84	87		82	
	MR-11	25	19	18	25	28	45	35	31	58	67	68	81		

* piros = átfedés 25% alatti; sárga = 26-50% közötti átfedés; kék = 51-75% közötti átfedés; zöld = átfedés 76% feletti

** 1 = korai; 2 = középkorai; 3 = középkései; 4 = kései

42. táblázat: Fajták együttvirágzásának átlagos értéke (Soroksár 2007-2009)

		pollenadó fajta												
		MR-13	Reglindis	Prima	MR-03	MR-12	Reka	MR-09	MR-10	Freedom	MR-11	Florina	Reanda	Rewena
megporzandó fajta	MR-13		82	75	70	72	56	53	47	59	49	44	42	29
	Reglindis	77		76	64	76	53	54	42	55	42	36	34	19
	Prima	81	90		67	86	55	55	41	57	42	41	38	23
	MR-03	71	72	65		70	66	67	63	77	52	55	49	39
	MR-12	79	89	86	71		63	59	45	61	45	45	40	24
	Reka	78	80	70	85	80		82	77	84	64	59	58	39
	MR-09	82	89	78	93	85	89		73	85	65	65	62	38
	MR-10	45	47	38	60	42	55	55		84	58	33	42	46
	Freedom	53	55	49	70	50	55	53	81		61	43	53	56
	MR-11	66	63	56	75	55	58	59	75	87		47	47	56
	Florina	48	44	42	55	49	51	44	42	50	39		57	38
	Reanda	44	40	37	48	42	47	39	51	58	38	54		47
	Rewena	29	22	22	38	25	31	24	59	61	46	35	47	

* piros = átfedés 25% alatti; sárga = 26-50% közötti átfedés; kék = 51-75% közötti átfedés; zöld = átfedés 76% feletti

** sötétszürke kiemelés = fajta vizsgálata 3 évben; világosszürke kiemelés = fajta vizsgálata 2 évben

Az egyes évjáratoknál a klaszteranalízis alapján, az 5.1.3 pontban leírtak szerint rendeztük sorba a fajtákat, a négy szigetcsépi és három soroksári megfigyelés alapján számított együttvirágzási átlagértékeket bemutató 38. és 42. táblázatoknál pedig hátrasoroltuk azokat a fajtákat, melyek megfigyelésére csak kevesebb évjáratban volt lehetőségünk.

Megállapíthatjuk, hogy megfelelő fajtasorrend kialakításával az együttvirágzás mértéke alapján kialakított 4 csoport élesen elkülönül, és a várakozásnak megfelelően a virágzási sorrendben a megporzandó fajtától távolodva, a pollenadó fajta átfedése egyre kisebb.

Megkérdőjeleződik ugyanakkor a virágzási időcsoportok gyakorlati alkalmazhatósága. A virágzási időcsoportok ugyanis a vizsgált fajtasorban három helyen éles határvonalat húznak a négy csoport elkülönítésére. Előfordulhat azonban, sőt nagy valószínűséggel megtörténik, hogy a két csoport határán elhelyezkedő egyébként a virágzási sorrendben egymást követő két fajta egymással nagyobb átfedést mutat, mint egy csoport két szélső fajtája. Így például a 2006-ban a középkorai csoportba sorolódott 'Produkta' 83% átfedést mutat a korai csoportba került MR-09-vel, ugyanakkor a szintén korai 'Reglindis' MR-13, vagy 'Prima' 70% alatti átfedést biztosítanak az MR-09 számára (34. táblázat).

A virágzási időcsoportoknak mégis jelentőséget kell tulajdonítanunk, mert több éves adatsornál, ami elengedhetetlen a fajták megfelelő besorolásához, egyszerűbb és áttekinthetőbb képet adnak. A virágzási időcsoport valójában gyakoriságot fejez ki, vagyis azt hogy egy adott fajta az évjáratok többségében melyik csoportba sorolódik. Az MR-13 például a vizsgálati évek többségében a korai csoportba, azon belül viszont változatos helyekre sorolódott; volt olyan év, amikor a legkorábbi virágzású volt, de volt olyan is, amikor a csoport közepe, vége felé sorolódott.

Függetlenül azonban attól, hogy egy fajta a virágzási időcsoportjában hányadik helyet foglalja el, együttvirágzása bármely másik, csoporton belüli fajtával kielégíti az elvárt 50%-os küszöböt. Szomszédos csoportok fajtáira ez az állítás nem minden esetben elmondható, két csoporttal korábbi vagy későbbi fajták között csak az esetek kis százalékában teljesül az elvárt mértékű átfedés. A kései és korai csoport fajtái pedig szinte soha nem érik el az 50%-os átfedést.

Adott évjáratokban bizonyos fajták virágzása elnyúltabb a többi fajtához képest. 2007-ben, Szigetcsépen az MR-03 virágzása tartott a leghosszabb ideig, 14 napig. A többi fajta virágzása 9-13 nap között változott, az egész virágzási időszak 18 napot tett ki az összes vizsgált fajta tekintetében. Ez azt jelenti, hogy az MR-03 virágzása majdnem 80%-át lefedte a teljes virágzási időszaknak. Ennek eredményeként a 'Baujade' fajta kivételével az összes fajta virágzási idejével 50% feletti átfedést biztosított, sőt az MR-10-en kívül a többi fajtával 75%

feletti volt az átfedése. A reciprok megporzás tekintetében azonban az MR-03 számára mindössze 11 fajta biztosított 50% átfedést és egyetlen fajta virágzási ideje sem fedte le 75% felett az MR-03-ét (35. táblázat).

Az MR-13 tehát a 2007-es évjáratban kiváló pollenadónak bizonyulhat az együttvirágzás tekintetében, ugyanakkor számára nem elegendő a vizsgált fajtasorból egyetlen pollenadó alkalmazása.

2008-ban a 'Retina' virágzási ideje nem tartozott a leghosszabbak közé (15 nap), virágai hosszabb ideig voltak életképesek, így fővirágzása – mely hét napig tartott, és volt olyan nap, amikor 50%-ot is elért a kinyílt virágok aránya – nagymértékű átfedést biztosított a legtöbb fajta számára (mindössze három fajta esetében nem érte el az 50%-ot). Ha itt is megvizsgáljuk a reciprok megporzás lehetőségét, hasonlóan a fenti esethez csak kevés fajta biztosított 50% feletti átfedést és egyetlen fajta virágzási ideje sem nyújtott 75% feletti értéket (36. táblázat).

Bizonyos fajták virágzási ideje némelyik évjáratban rövidebb ideig tartott (20. táblázat). Így például 2007-ben a 'Priscilla' és 'Produkta' fajta virágzása 9 napig tartott, virágaik rövidebb ideig voltak életképesek: a 'Produkta' kinyílt virágai egyetlen nap haladták meg a 25%-ot, míg a 'Priscilla' a 25%-os értéket sem érte el fővirágzása alatt (35. táblázat). Ennek köszönhetően a két fajta csak 3 illetve 4 másik fajtával adott 50%-os virágzásiidő-átfedést, de egyetlen esetben sem érte el az átfedés a 75%-os értéket. Ezzel szemben a reciprok megporzódás lehetősége a 'Baujade' kivételével minden fajtával fennáll, a legtöbb fajta 75% feletti virágzási idő átfedést biztosít mind a 'Priscilla' mind a 'Produkta' számára.

Mivel a fajták virágzási idejének hossza sokkal inkább évjáratfüggő (hőmérséklet, csapadék stb.), mint fajtatulajdonság; statisztikailag igazolható következtetés nem vonható le négy év adatsorából. Erre a tulajdonságra nézve általánosságban elmondható, hogy a virágzási időszak közepén nyíló (középkorai-középkései) fajták nagyobb valószínűséggel találhatnak pollenadó partnert, mint a legkorábbi vagy a legkésőbbi fajták. Mindez természetesen vizsgálati körülményeink között állja meg helyét, ahol az ültetvényben 40-50 fajta is szerepel. Fajtatársításnál, ahol egy ültetvénybe 4-5 fajtát telepítünk, sokkal körültekintőbbnek kell lenni erre a tulajdonságra nézve is.

Az 38. táblázat a négy szigetcsépi vizsgálati év átlagában fejezi ki a fajták együttvirágzásának mértékét. A 'Reglindis' és 'Prima' fajták esetén 79 és 90%-os átfedést tapasztaltunk a 4 vizsgálati év átlagában (66 és 76%-os minimum illetve 92 és 98%-os maximum értékek mellett). Ezek fényében e két fajta stabilan jó virágzási idő átfedést biztosít egymás számára.

AZ MR-10 és 'Baujade' fajták esetében átlagosan 55 és 59%-os átfedést számoltunk (24 és 15%-os minimum illetve 81 és 95%-os maximum értékek mellett). E két fajta tehát annak ellenére, hogy a négy vizsgálati év átlagában teljesítette az elvárt 50%-os átfedést valójában csak két évben mutatott kielégítő együttvirágzást.

Az előbb említett két példa rámutat arra, hogy a virágzási sorrendben egymáshoz közel elhelyezkedő, stabil virágzási idejű fajták esetében is körültekintőnek kell lenni az átlagértékek alkalmazásánál. Eltérő virágzási időcsoportba tartozó, illetve instabil virágzási idejű fajták esetében, mint például a 'Priscilla' ez a veszély fokozottan fennáll.

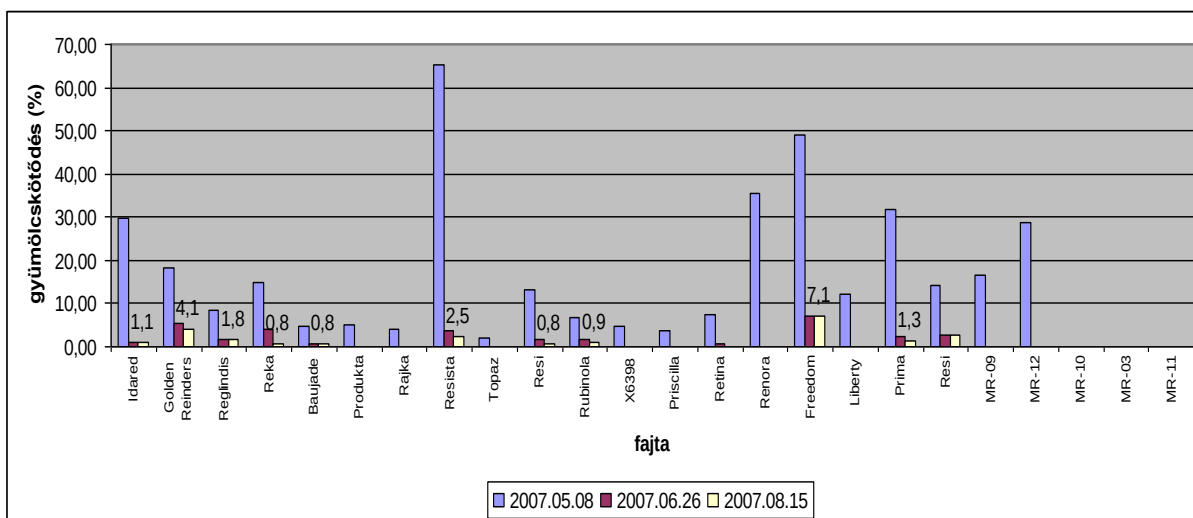
5.2. Termékenyülési viszonyok tisztázása

5.2.1. Öntermékenyülés és parthenokarpia

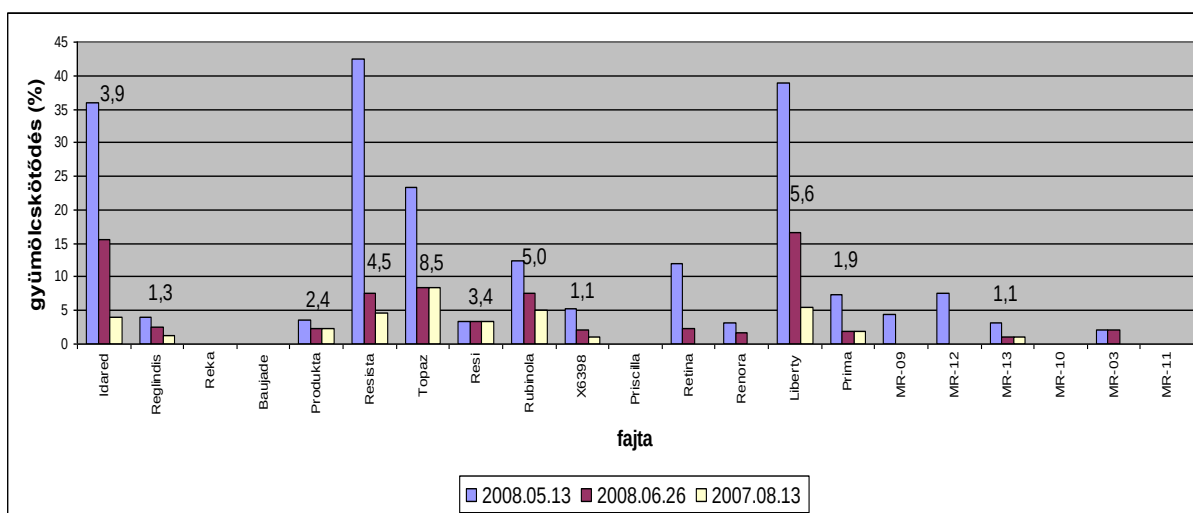
A várakozásoknak megfelelően igen gyenge gyümölcskötődést tapasztaltunk a természetes öntermékenyülési kísérletekben. A 21-23. ábra a három kísérleti évben tapasztalt gyümölcskötődési értékeket mutatja be.

Öntermékenyülési vizsgálatoknál semmi esetre sem célszerű egy igen korai, gyümölcskötődés utáni azonnali értékelés, itt ugyanis bizonyos évjáratokban igen magas értékeket tapasztalhatunk, ami a végső gyümölcskötődésben nem tükröződik. Kiindulási alapnak tekintettük, hogy az alma gyakorlatilag önmeddő, tehát gazdaságos gyümölcsmennyiséget és –minőséget, évről-évre csak idegenmegporzás mellett tud produkálni.

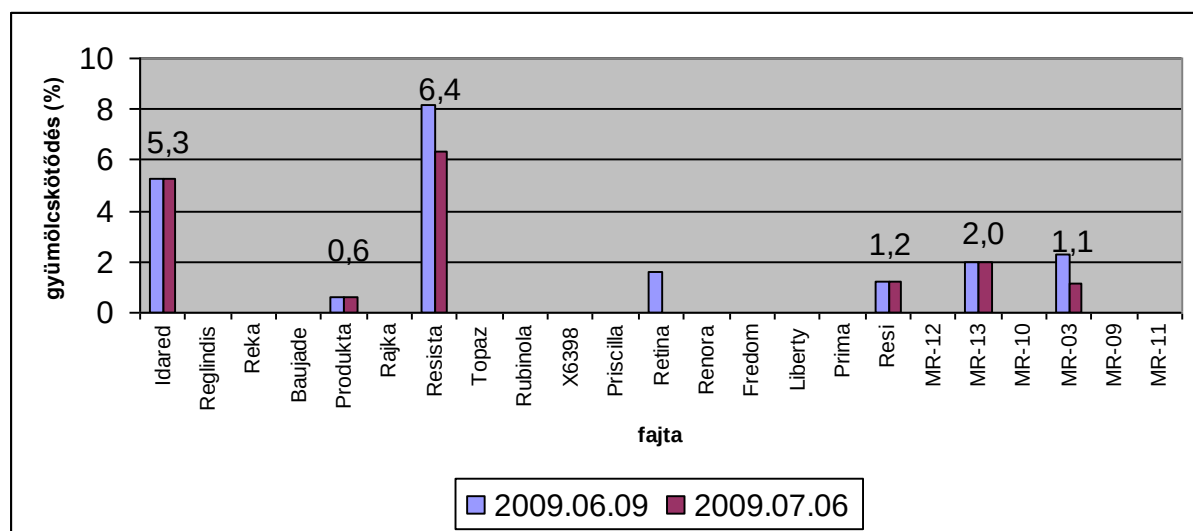
A kezdeti magas értékek az izolátorokban kialakuló sajátos mikroklíma, mint stresszhelyzet eredménye lehet. A stresszhelyzet nagyarányú, öntermékenyülésből és parthenokarpiából származó gyümölcs fejlődését indukálhatja, ugyanakkor e gyümölcsök nagy része rosszul kötődött, az első tisztuló hullás folyamán lehullik.



21. ábra: Gyümölcskötődési értékek természetes öntermékenyülés után (Szigetcsép 2007)



22. ábra: Gyümölcskötődési értékek természetes öntermékenyülés után (Szigetcsép 2008)



23. ábra: Gyümölcskötődési értékek természetes öntermékenyülés után (Szigetcsép 2009)

A második – júniusi – értékelés már mérvadó lehet, mert ekkorra a rosszul kötött gyümölcsök nagy része lehullott, és tapasztalataink szerint a végső (leszüretelhető) mennyiségű gyümölcs marad a termőrészeken (21-23. ábrák).

Vizsgálataink alapján a 'Resista' fajta emelhető ki, mely mindhárom vizsgálati évben figyelemre méltó gyümölcskötődést mutatott (2,5; 4,5 és 6,4%). Ezen kívül az 'Idared', és a 'Resi' volt, mely minden évjáratban legalább 1%-os gyümölcskötődést adott.

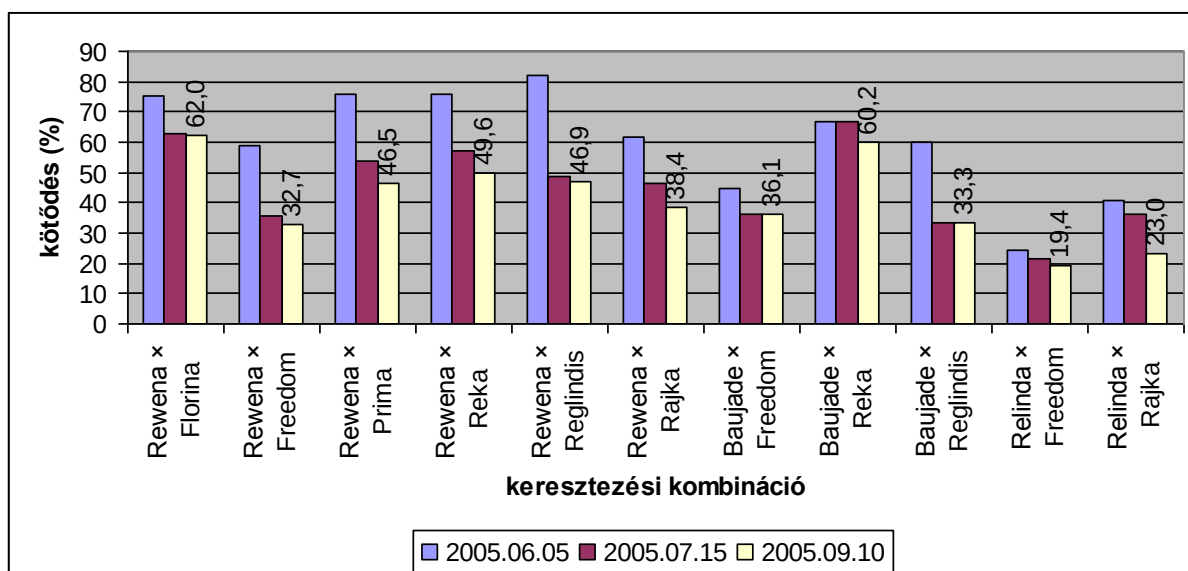
Emellett bizonyos fajták (pl: 'Freedom', 'Topaz') egy-egy évjáratban 5-8%-os kötődést mutattak. Ezek a fajták azonban a többi évjáratban nagyon alacsony kötődést mutattak, vagy egyáltalán nem kötöttek gyümölcsöt öntermékenyülés vagy parthenokarpia útján. A gyümölcskötődési értékek a gyakorlati termesztés szempontjából olyan alacsonynak bizonyultak, hogy statisztikai értékelésnek alávetni nem tartottuk szükségesnek.

A végső gyümölcskötődést a gyümölcsök érése előtt, augusztusban értékeltük, a gyümölcsökben fejlődött magok számát technikai okokból nem tudtuk értékelni, így a parthenokarp gyümölcsök arányát sem tudtuk meghatározni. Véleményünk szerint, további öntermékenyülési kísérletekben a vizsgált fajták parthenokarpiára való hajlamát is ellenőrizni kell.

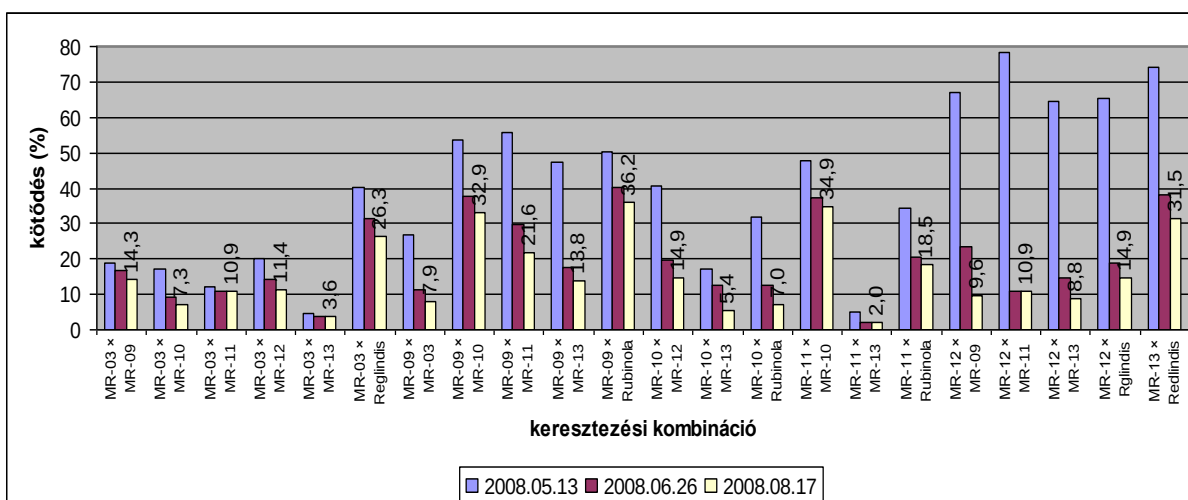
Az izolátorok okozta stressz hatás kiküszöbölése érdekében, érdemesnek tartjuk a későbbiekben mesterséges öntermékenyítési kísérletek elvégzését. Felmerül azonban a kérdés, hogy a virágok kasztrálása vagy az izolátorok használata gyakorol nagyobb stresszhatást a növényekre.

5.2.2. Gyümölcskötődés értékelése irányított megporzás esetén

Rezisztens fajták és fajtajelöltek között három évben (2005-ben Szigetcsépen; 2008-2009-ben Soroksáron) keresztezéseket (8-10. mellékletek), kölcsönös termékenyülési viszonyaik meghatározása céljából. Mivel a munkafolyamat nagyon munka- és időigényes, ugyanakkor a keresztezések elvégzésére mindössze néhány nap, illetve korlátozott növényanyag állt rendelkezésre, csak néhány kiemelt kombinációban végeztük el beporzást, reciprokkeresztezéseket pedig csak a 2009-es évben végeztünk.

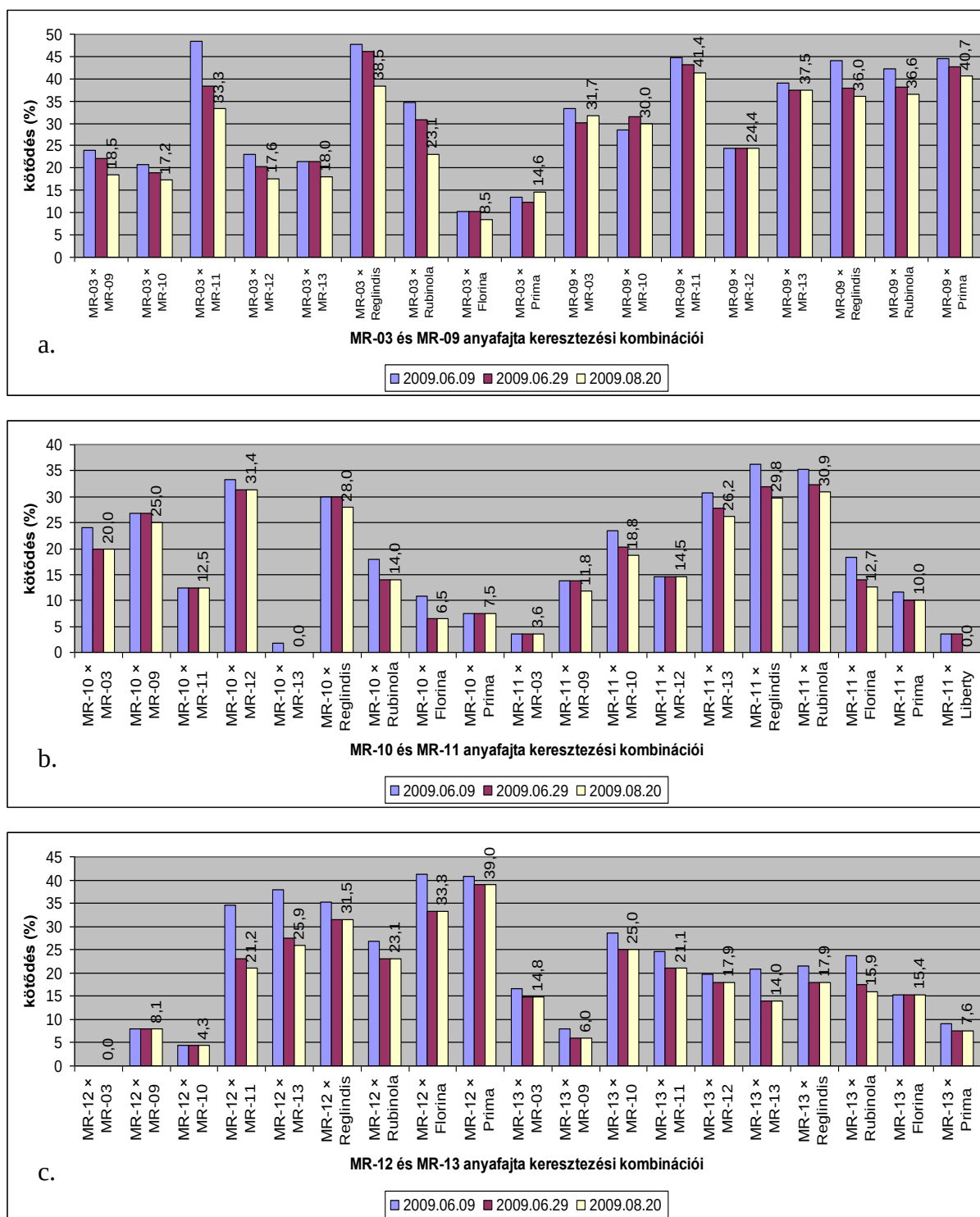


24. ábra: Gyümölcskötődési értékek rezisztens fajták közötti keresztezésből 2005-ben



25. ábra: Gyümölcskötődési értékek rezisztens fajták és fajtajelöltek közötti keresztezésből 2008-ban

Mivel a három évjáratban nem tudtunk azonos kombinációkat keresztezni, az eredmények statisztikai kiértékelésére nem volt lehetőség. A gyümölcskötődést három időpontban, a természetes gyümölchullási periódusokat követően végeztük el, és a 24-26. ábrákon a kötődési értékeket feltüntettük. A grafikonokon az augusztusi kötődés-értékelés eredményeit tüntetjük fel számszerűen is az oszlopok felett. Azért a végső értékeket adjuk meg, mert két fajta kompatibilitási viszonyait a ténylegesen leszüretelhető gyümölcsök aránya mutatja meg, a gyakorlat szempontjából ennek van jelentősége.



26 a-c. ábra: Gyümölcskötődési értékek rezisztens fajtajelöltek közötti reciprok keresztezésekből 2009-ben

Fischer (2002) alapján, 8%-os gyümölcskötődés alatt inkompatibilisnek tekintettük a kombinációt. A 2005-ös évben nem volt ilyen kombináció, a 2008-as évben hat (MR-03 × MR-10, MR-03 × MR-13, MR-09 × MR-03, MR-10 × MR-13, MR-10 × 'Rubinola' és MR-11 × MR-13), a 2009-esben pedig kilenc (MR-10 × MR-13, MR-10 × Florina, MR-10 ×

'Prima', MR-11 $\times$ MR-03, MR-11 $\times$ Liberty', MR-12 $\times$ MR-03, MR-12 $\times$ MR-10, MR-13 $\times$ MR-09 és MR-13 $\times$ 'Prima') ilyen kombináció volt.

Itt meg kell jegyeznünk, hogy 2009-ben a keresztezési munkálatok utolsó napján közvetlenül a keresztezés befejezése után jelentős mennyiségű csapadék hullott. Ez éppen az MR-10 fajtára történő keresztezéseket és az MR-11 $\times$ 'Liberty' kombinációt érinthette, noha több szerző tapasztalt kielégítő kötődést a keresztezés után közvetlenül hullott csapadék ellenére is (Tóth, 2008 szóbeli közlemény; Kovács et al., 2009). Gyenge kötődési eredményt tapasztaltunk az MR-12 anyafajta esetében az MR-03, MR-09 és MR-10 pollenadók esetében, ezt a későbbi ellenőrzés során az anyafa gyenge kondíciójának tudtuk be.

Az esetleges parthenokarpia kimutatása érdekében értékeltük a leszedett gyümölcsökben fejlődött ép (csíráképes) magok számát. Parthenokarpiáról akkor beszélhetünk, ha a gyümölcsben egyetlen kifejlett mag sincsen, vagyis részleges termékenyülés sem történt a keresztezés hatására. Már egy-két kifejlett mag is kompatibilis viszonyt jelez a két fajta között. Az 11. mellékletekben feltüntettük a három keresztezési kísérletben (2005, 2008, 2009) kapott végső (augusztusi) gyümölcskötődési értékek mellett betakarított gyümölcsökben átlagosan fejlődött csíráképes magok számát is. Szórást csak abban az esetben számoltunk, amikor legalább négy gyümölcsöt sikerült megvizsgálnunk. Technikai okokból sajnos 2009-ben az MR-13-ra történt keresztezésekből származó, és néhány másik kombináció gyümölcseit nem tudtuk vizsgálni.

Mivel a három évjáratban különböző kombinációkat kereszteztünk, valamint az egyes évjáratokban eltérő volt a keresztezett virágok száma is, igen változatos volt a betakarított gyümölcsök száma is. Ezért az eredmények statisztikai összehasonlítására nem volt módunk, de statisztikai értékelés nélkül is látszik, hogy parthenokarp (magnélküli) gyümölcsök aránya elenyésző (11. melléklet), különösen, ha azt is figyelembe vesszük, hogy az ilyen gyümölcsökben minden esetben találtunk léha magokat, ami szintén a megtermékenyülés jele (Soltész, 2002).

5.2.3. Fajták ploiditásának vizsgálata

A fajták és fajtajelöltek ploiditásának vizsgálatához áramlási citométeres méréseket végeztünk. Szakirodalmi adatok alapján diploid kontrollként az 'Idared', triploid kontrollként a 'Jonagored' fajtát használtuk. A kontroll fajták a várakozásoknak megfelelően 200-400-as illetve 300-600-as sávon adtak jelet.

Bár a szakirodalom némelyik fajtát triploidként említi, fajtajelölteink között pedig morfológiai adottságaikból eredően korábban mi is triploidnak gondoltunk, az áramlási

citométeres mérés alapján, a 'Jonagorad' kivételével az összes vizsgált fajta diploidnak bizonyult.

Fajtatársítás szempontjából ez a mérési eredmény kedvező, hiszen nem kell a triploid fajták pollensterilitása miatt további pollenadót bevonni.

5.2.4. Pollentömlő-fejlesztési vizsgálatok

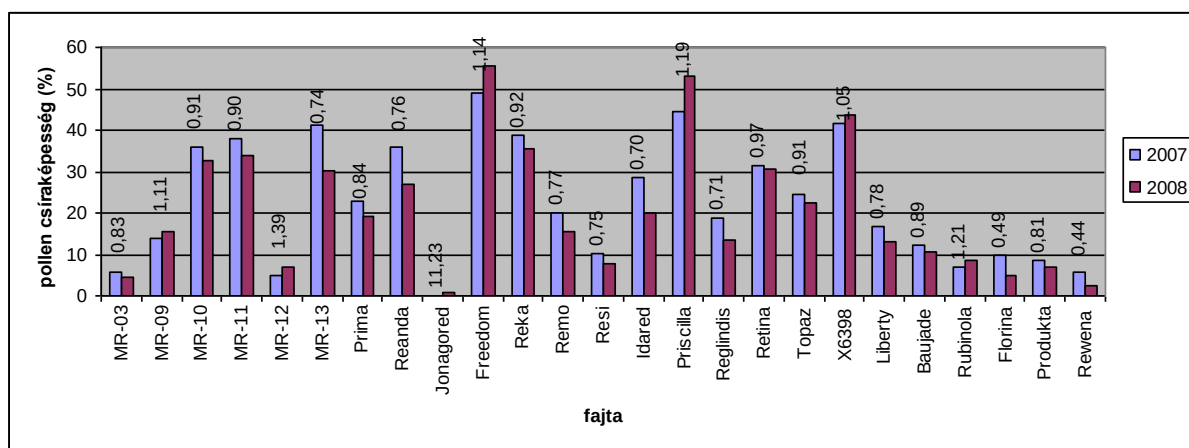
Pollentömlőfejlesztési-képesség vizsgálatainkkal egyrészt szerettünk volna igazolni, hogy az egy évig tárolt pollen megtartja-e tömlőfejlesztési képességét, keresztezésre alkalmas marad-e, másrészt arra voltunk kíváncsiak, milyen tömlőfejlesztési-képesség jellemzi a rezisztens fajták pollenjét frissen szedett minták esetén *in vitro* körülmények között.

A 27. ábrán a 2007-ben szedett, majd egy éven keresztül fagyaszttóban tárolt pollenminták tömlőfejlesztési-képességét szemléltetjük. Látható, hogy a legtöbb fajta nem veszített jelentősen tömlőfejlesztési-képességéből, sőt bizonyos fajták pollentömlőfejlesztési-képessége magasabb értéket mutatott tárolás után, mint előtte. Ez természetesen nem azt jelenti, hogy a tárolás pozitív hatással van a tömlőfejlesztési-képességre, ez az eredmény inkább a mintavétel jellegéből adódhat. Az ábrán az oszlopok felett a friss és tárolt pollen tömlőfejlesztési-erélyének arányát is feltüntettük (a tárolt pollen tömlőfejlesztési-erélye a friss pollen tömlőfejlesztési-erélyéhez viszonyítva). Az arányszámok néhány szélsőséges értéktől eltekintve 0,7-1,4 között alakulnak. Kiugróan magas értéket a 'Jonagored' esetén tapasztaltunk (11,23), ez azonban nem mérvadó, hiszen maga a pollentömlőfejlesztési-erély elenyésző, 1% alatti érték.

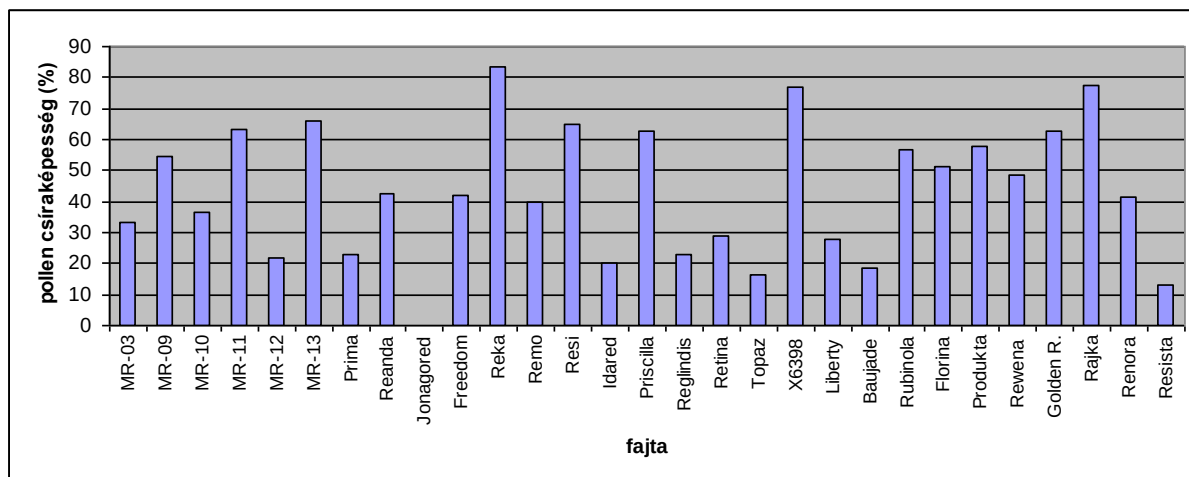
A tárolás hatására a pollentömlőfejlesztési-képesség tehát statisztikailag igazolható mértékben nem csökkent, illetve mivel a keresztezéshez olyan bőséges mennyiségű pollent használtunk fel, ami akár 5%-os pollentömlő-fejlesztés mellett is biztos termékenyülést jelent két kompatibilis fajta esetén.

2009-ben a friss pollenminták esetén, jóval magasabb tömlőfejlesztési értékeket kaptunk (28. ábra), az eredmények szórása jóval nagyobb (21,71), a 'Reka' 83,4-es maximum és a 'Jonagored' 0,7-es minimum értékei között (29. ábra).

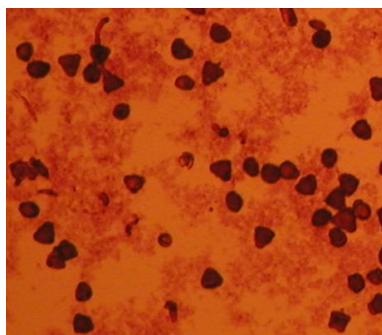
Gyakorlatilag a 'Jonagored' fajta volt az egyetlen, mely az összes kísérletben elenyésző, 1% alatti pollentömlőfejlesztési-erélyt mutatott, pollenadónak alkalmatlan fajtának bizonyult, triploid fajtaként igazolta a szakirodalomban leírt sterilitást. Érdekes eredmény azonban, hogy a szakirodalomban szintén triploidként említett 'Liberty' fajta 2009-ben közel 30%-os pollentömlő-fejlesztést produkált illetve 2007-ben is 15% felett teljesített.



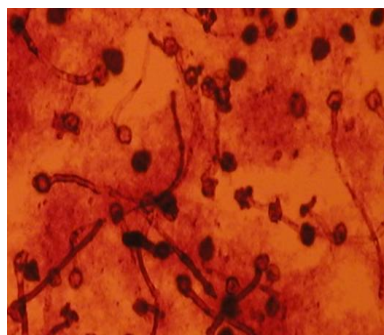
27. ábra: Pollentömlő-fejlesztés alakulása friss (2007) és fagyasztóban tárolt (2008) minták esetén (a két érték aránya az oszlopok felett)



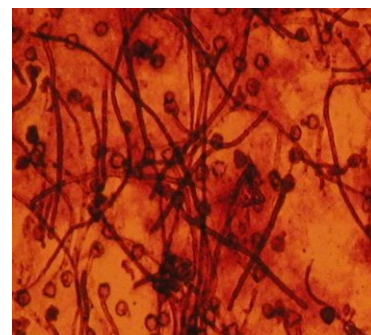
28. ábra: Pollentömlő-fejlesztés alakulása 2009-ben



*Jonagored: igen gyenge pollentömlőfejlesztési-képesség



* Retina: közepes pollentömlőfejlesztési-képesség



* Reka: kiváló pollentömlőfejlesztési-képesség

29. ábra: Különböző tömlőfejlesztési-képességű fajták pollenje

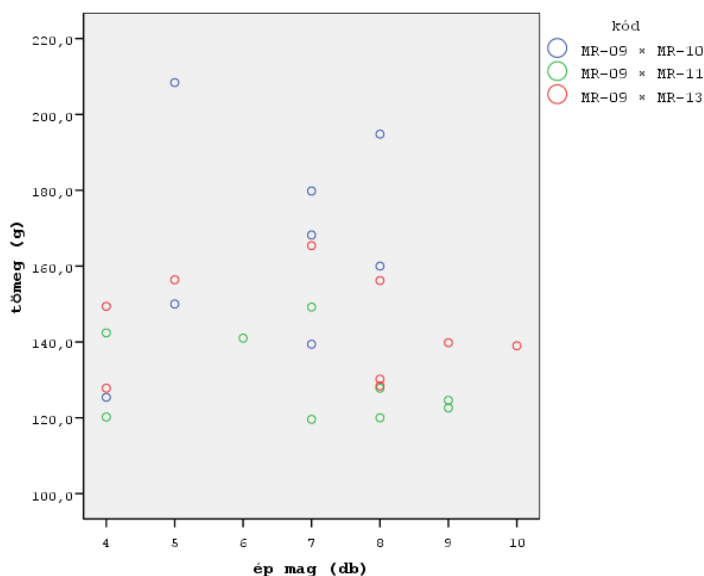
A szakirodalom 15-30% közé teszi a minimális pollentömlő-fejlesztési szintet egy fajta pollenadónak való alkalmasságához. A 15%-os küszöböt figyelembe véve, 2009-ben a triploid 'Jonagored', illetve a 'Resista' kivételével valamennyi fajta alkalmasnak mutatkozott pollenadásra, 2007-ban több fajtajelölt és fajta pollenje gyengébben is elmaradt a 15%-os szinttől.

Mivel a két évjárat között igen nagy eltérések adódtak, a vizsgálat megismétlése elengedhetetlen további évjáratokban.

5.2.5. Gyümölcsminőség / metaxénia értékelése

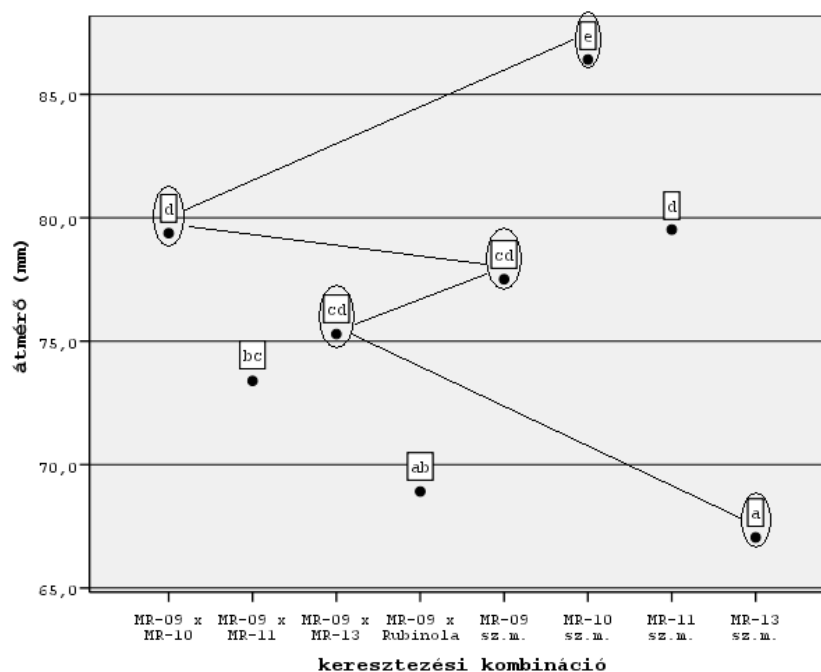
Rezisztens fajták és fajtajelöltek között közel 10000 keresztezést végeztünk el, melyekből az 5.2.2 fejezetben ismertetett 87 kombinációból származó, ezres nagyságrendű gyümölcsön végeztük el a metaxénia vizsgálatokat. Terjedelmi okokból csak néhány kiemelt kombinációval illusztráljuk megfigyeléseink eredményeit. A következőkben a 2008-ban, az MR-09-re történő keresztezésekéből származó gyümölcsök vizsgálati eredményeit mutatjuk be.

A legtöbb kutató egyetért abban, hogy a metaxénia jelenség kialakulásában a magok által termelt hormonok játszanak szerepet. A gyümölcskötődés és a gyümölcsökben található magszám korrelációja azonban inkább utal a két fajta kompatibilitására mintsem metaxéniás hatásra. Kísérletünkben mi sem találtunk összefüggést a gyümölcsönkénti telt magok száma és bármely méretparaméter között. A 30. ábra az MR-09×MR-10; MR-11 valamint MR-13 kombinációk gyümölcsseinek tömegét és a gyümölcsökben fejlődött telt magok számát szemlélteti.



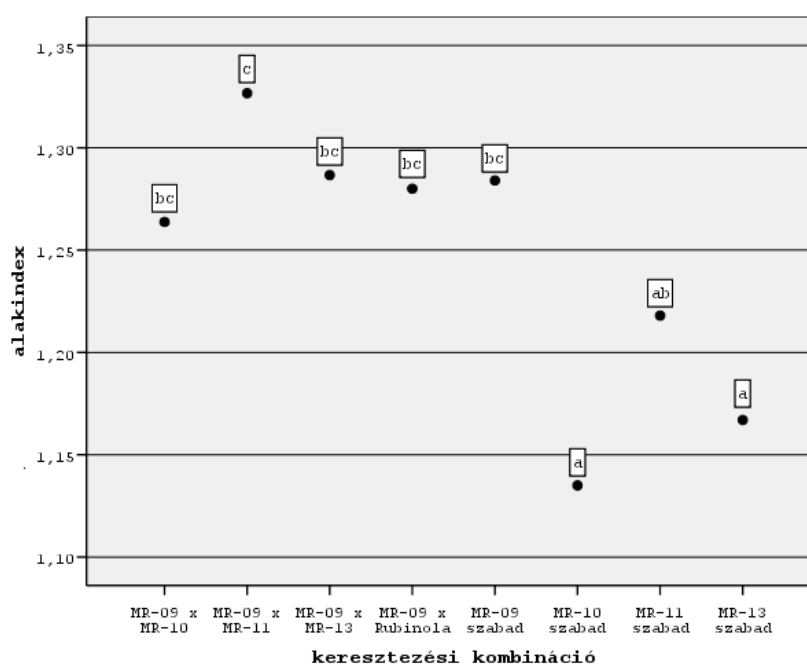
30. ábra: Az MR-09-re történő keresztezésekéből származó gyümölcsök tömege és a bennük telt magok száma

A gyümölcsátmérők alakulásánál metaxénias hatásnak tulajdonítható összefüggést találtunk. A 31. ábrán látható, hogy például az MR-10 pollenadó – az MR-09 kontrollhoz képest – növelte a gyümölcsméretet, az MR-13 pedig a várakozásnak megfelelően csökkentette.



*sz.m: szabad megporzásból származó gyümölcsök

31. ábra: a keresztezésekben származó gyümölcsök átmérője (az adatok felett a Games-Howell próba által kialakított csoportok betűjeleivel)

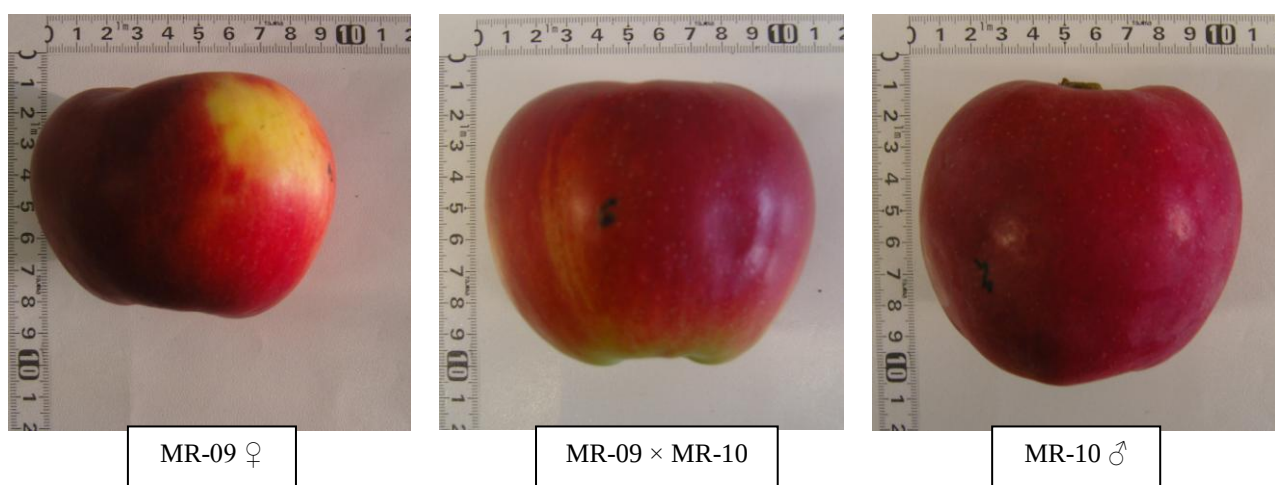


* sz.m: szabad megporzásból származó gyümölcsök

32. ábra: a keresztezésekben származó gyümölcsök alakja (az adatok felett a Tukey próba által kialakított csoportok betűjeleivel)

Hasonló összefüggéseket mutattunk ki a gyümölcsmagasság és a -tömeg tekintetében is, hiszen a három paraméter nagyságrendileg együtt mozog. Apró különbségeket az alakindex-szel (gyümölcsátmérő és magasság hányadosa) tudunk inkább kimutatni. A 32. ábrán jól látszik, hogy a három pollenadó fajta hasonló gyümölcshalakot eredményezett, mint a kontroll minták. Ugyanakkor itt csak az MR-09 x MR 10 keresztezésre igaz, hogy a keresztezésből származó gyümölcsök alakindexe a két szülőfajtnál tapasztalt érték közé esik.

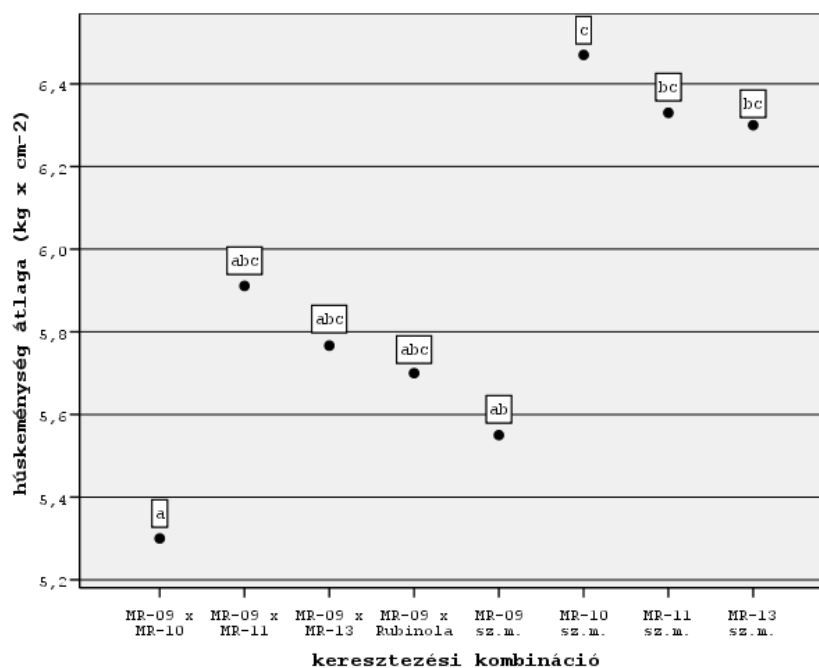
Gyakorlati szempontból ennek lehet jelentősége, hiszen a logisztika jobban preferálja a gömbölyded alakú gyümölcsöket. Így az eredetileg lapítottabb MR-09 fajta gyümölcsei – a válogató gépsor szempontjából – kedvezőbb alaktulajdonságokkal fognak rendelkezni a gömbölydedebb MR-10-zel való keresztezés után (33. ábra).



33. ábra: MR-09 és MR-10 keresztezéséből származó gyümölcs
(alakja a két szülőfajtra jellemző alak közé esik)

Húskeménység tekintetében az MR-11 és MR-13 kedvezően befolyásolta a húskeménységet, ráadásul a keresztezésekből származó gyümölcsök húskeménysége hasonló tendenciát mutatott, mint a kontrolloké (34. ábra).

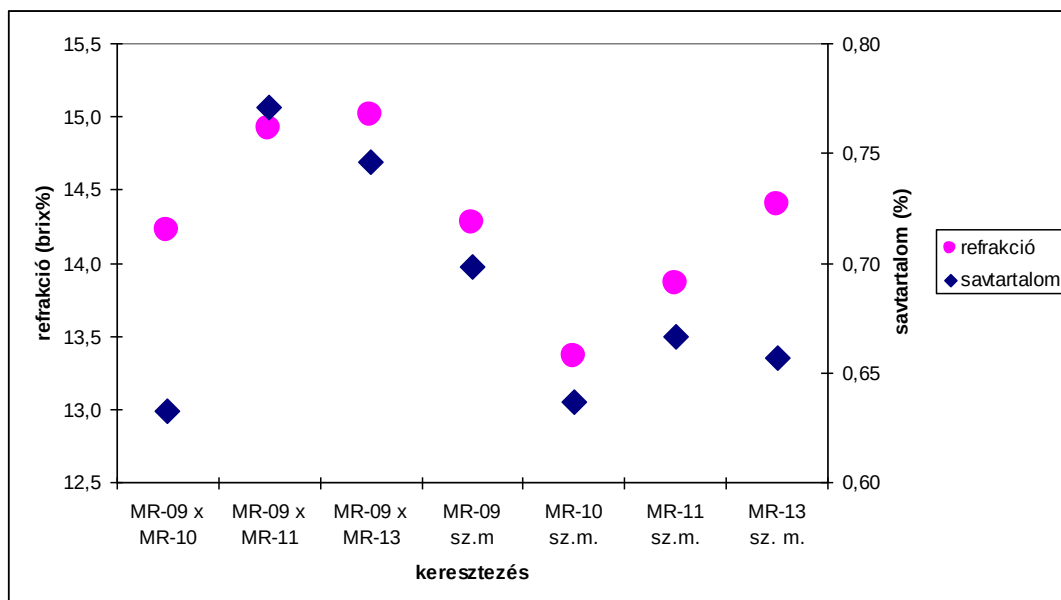
Az MR-10-zel való keresztezés adta a legalacsonyabb húskeménység értéket. A tanszéki nemesítésű fajtajelöltek közül egyrészt ez a legkorábbi érésű, másrészt ebből adódóan Változatlan légterű tárolóban a legrövidebb tárolhatósággal bíró őszi alma. (Noha az MR-13 is korai érésű, tapasztalataink szerint jobban tárolható fajta; gyümölcsminőségét tavaszig megőrzi).



*sz.m: szabad megporzásból származó gyümölcsök

34. ábra: A keresztezésekből származó gyümölcsök húskeménysége (az adatok felett a Games-Howell próba által kialakított csoportok betűjeleivel)

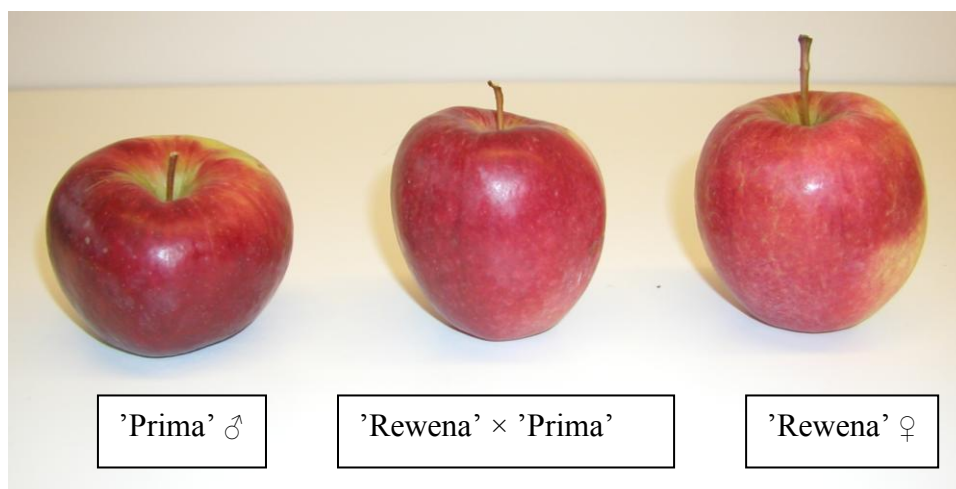
Beltartalmi értékek tekintetében (szárazanyag- és savtartalom) mintha az anyafajta tulajdonságai jobban érvényesültek volna, kivéve az MR-10-zel való keresztezés esetén, ahol érvényesült a pollenadó fajta enyhén alacsonyabb savtartalma a keresztezett gyümölcsükben is (35. ábra).



* sz.m: szabad megporzásból származó gyümölcsök

35. ábra: a keresztezésekből származó gyümölcsök refrakciója és savtartalma

A gyümölcsszín és a kocsányhossz alakulásának metaxéniás befolyásoltságát a 2005-ös keresztezésből származó 'Rewena' × 'Prima' kombináció esetén szeretnék bemutatni (36. ábra). A 'Prima' pollenadó erősebb színeződést, ugyanakkor rövidebb kocsányhosszt eredményezett.



36. ábra: A 'Prima' pollenadó erősebb színeződést, ugyanakkor rövidebb kocsányhosszt eredményezett

6. EREDMÉNYEK MEGVITATÁSA

6.1. A vizsgálatba vont fajták és fajtajelöltek virágzási tulajdonságainak tisztázása

6.1.1. A virágzási idő hossza

A virágzási időre vonatkozó vizsgálati eredményeink megvitatását azzal kezdenénk, hogy a két kísérleti helyszínen a párhuzamos megfigyelések hasonló virágzásdinamikát mutattak. A fajták összességét tekintve 2007-ben és 2008-ban azonos napon kezdődött és fejeződött be a virágzás, míg 2009-ben Szigetcsépen egy nappal későbbre tolódott a folyamat. Fajtákra bontva az is igazolódott hogy a stabil virágzási idejű fajták (pl: 'Reglindis', 'Prima', 'Freedom') virágzásdinamikájában egy-két nap eltérés lehet a két termőhely között, ami a vizsgálati körülményekből adódóan elfogadható eltérés (Ugyanazt a fajtát a két termőhelyen mintegy egy-másfél óra eltéréssel tudtuk vizsgálni). Mindez összhangban áll Hoffmann (1887 cit. Soltész, 1992), Kronenberg (1985) és Singh et al. (2002) megfigyeléseivel, mivel a két termőhely között sem tengerszint feletti magasságban, sem földrajzi szélességben nincs számottevő különbség.

A virágzási idő hossza a 2006-2009 között nagy eltéréseket mutatott (19. táblázat). A 2007-es és 2009-es év enyhe tavasza és a virágzaskori gyors felmelegedése rövidebb, a 2006-os és 2008-as év hűvösebb tavasza pedig elnyúltabb virágzást eredményezett. Soltész (1992) 300 fajta 20 éves megfigyelése alapján a virágzási idő kezdetében 30, a virágzás végében pedig 25 napos eltérést tapasztalt. Kísérletünkben a több mint 20 fajta 4 éves megfigyelése során a virágzási idő kezdetében 8 (2006-ban április 4. és 2009-ben április 12.), a virágzás végében pedig 6 (2007-ben április 26. és 2008-ban május 2.) napos eltérést tapasztaltunk. Természetesen további vizsgálati évek bevonásával a különbségek nőnének, igazán szélsőséges időjárású évjáráttal nem találkoztunk. Tóth (2001) szerint az almafajták teljes virágzása évjárártól függően április 16. és május 20. közé tehető. Az utóbbi két évtizedben azonban jelentősen megváltozott a termesztéstechnológia, az alany- és fajtahasználat megfigyeléseink szerint ez az időszak az elmúlt évtizedben akár két héttel korábbra tehető.

6.1.2. Virágzási sorrend és virágzási időcsoportok

Összhangban Soltész (2002) megfigyeléseivel, egyszer sem fordult elő, hogy akár két évben teljesen azonos lett volna a virágzáskezdet sorrendje. Ez a tény is bizonyítja, hogy bizonyos fajták virágzási ideje stabil, másoké kevésbé az. Virágzásfenológiai megfigyelésekhez stabil

relatív virágzási sorrendű fajták, mint referenciafajták alkalmazása szükséges. Soltész (2002) megfigyelései szerint ilyen fajták a 'Red Delicious', vagy a 'Granny Smith'. Számos kutató nem a virágzási idő stabilitása alapján választ referenciafajtat, hanem egy adott térség fő fajtájához hasonlítja a vizsgálatba vont többi fajtát. Így Bessho et al. (2009) a 'Fuji'-hoz, Keppel (1991) és Lateur (1996) a 'Golden Delicious'-hoz, Kanizadeh et al. (2000) pedig a 'McIntosh'-hoz viszonyítja a lehetséges pollenadó fajták virágzási idejét. Varasodás-rezisztens fajták esetén kevesebb adat áll rendelkezésre a szakirodalomban, igazán jó referenciafajtat pedig nem sikerült ebből a fajtakörből eddig megjelölni. Már a négy éves megfigyelésekből is látszik azonban, hogy a legstabilabb virágzási idejű fajták a 'Reglindis' és a 'Baujade' kiválóan alkalmasak lesznek további virágzásfenológiai megfigyelések referenciafajtaiként. A két fajta bevonása további nagy előnye – a virágzási sorrendben elfoglalt stabil helyen felül – az, hogy az előbbi a legkorábbi, míg az utóbbi a legkésőbbi virágzású fajta, így tulajdonképpen keretet adnak a virágzási szezonnak. Ennek további két okból is nagy jelentősége lehet. Az egyik – mint már fentebb is tárgyaltuk a virágzási időszak évjáratonkénti alakulását – hogy akár e két fajta virágzási idejének megfigyelése megbízható információt adhat a virágzási időszak időbeni eltolódásáról. A másik, hogy mivel stabilan a legkorábbi és legkésőbbi virágzású fajtákról van szó, a virágzási időcsoportok kialakításánál nem eshetünk abba a hibába, hogy a többi fajtát tévesen soroljuk be. Ezzel a gondolattal áttérhetünk a virágzási időcsoportok kialakításának kérdésére.

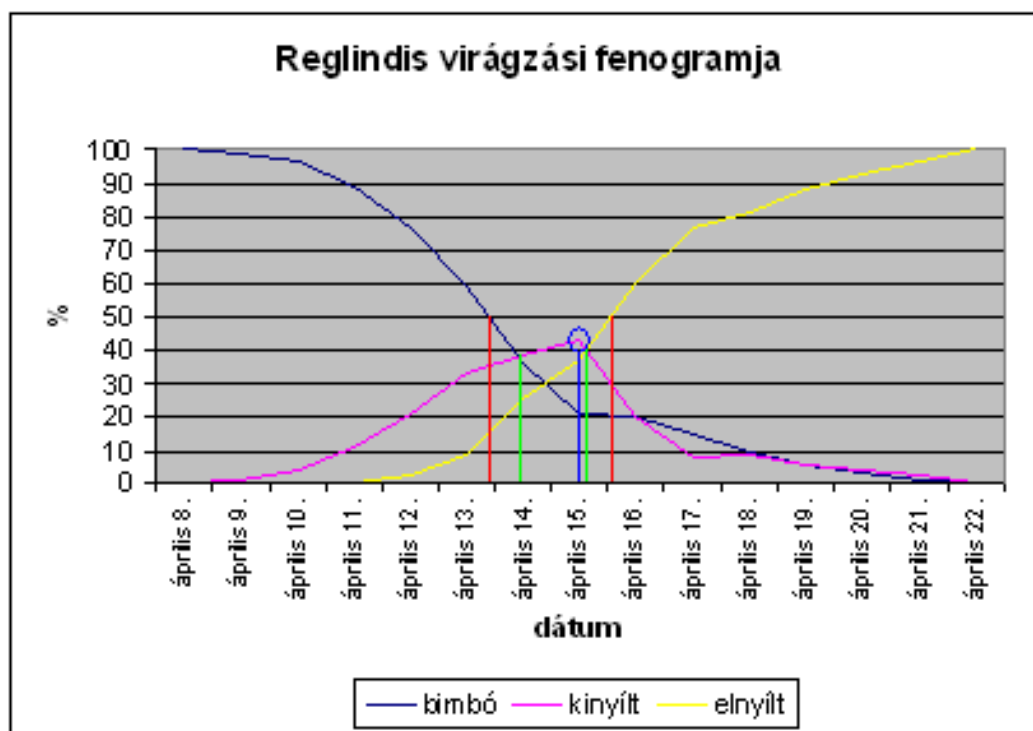
A virágzási időcsoportok kialakításának legfontosabb módszertani kérdése, hogy melyik fenofázis alapján végezzük a csoportosítást? Az UPOV (2005) által kidolgozott, almafajták leíró rendszere a fajtákat virágzáskezdetük alapján csoportosítja, ami stabilabb, mint a fővirágzás relatív sorrendje, ugyanakkor kölcsönös termékenyülés szempontjából a fővirágzási időszakok relatív sorrendjének, és ezáltal egybeesésének sokkal nagyobb a gyakorlati jelentősége, mint a virágzáskezdetek egybeesésének. Javasoljuk tehát a virágzási időcsoportok kialakításánál a fajták fővirágzás szerinti sorbarendezését. Mindez újabb kérdést vet fel: mit tekintünk fővirágzásnak?

Fővirágzás fenofázisának számos meghatározását a 9. táblázatban összegyűjtöttük. A kutatók leggyakrabban a virágnyílás valamilyen %-os értékhez kötik a fővirágzás időszakát, de a szíromhullás kezdetéhez (Faedi és Rosati, 1975) és a laterális virágok nyílásához (Redalen, 1980) és is szokták kapcsolni. Fenogramos ábrázolás esetén könnyen leolvasható a %-os értékhez kapcsolt fővirágzás, így Nyéki (1989) valamint Soltész (1992) fővirágzásnak tekintette azt az időszakot, amikor a kinyílt virágok aránya legalább az 50%-ot elérte. Amennyiben a fenogram a bimbók és elnyílás görbéjét is tartalmazza, a fővirágzási időszakot a bimbó- és elnyílási görbének az 50%-os vonallal való metszési pontjai határozzák meg. Ifjú

(1980) fővirágzásnak azt a napot tekinti, amikor a kinyílt virágok aránya a legmagasabb értéket elérte, de meghatározhatjuk a fővirágzás időszakát a bimbó/kinyílt virág és kinyílt/elnyílt virág görbék metszéspontjai közötti időszakként is. A 37. ábrán látszik, hogy a vizsgált évjáratban a 'Reglindis' fajta kinyílási görbéje nem érte el az 50%-ot, így ez alapján nem tudjuk meghatározni a fővirágzását, a másik három értelmezés pedig három különböző időszakot jelöl meg. A 38. ábrán az is látszik, hogy a virágnyílási görbe csúcsa nem minden esetben esik a bimbó/kinyílt virág és kinyílt/elnyílt virág görbék metszéspontjai közötti időszakra.

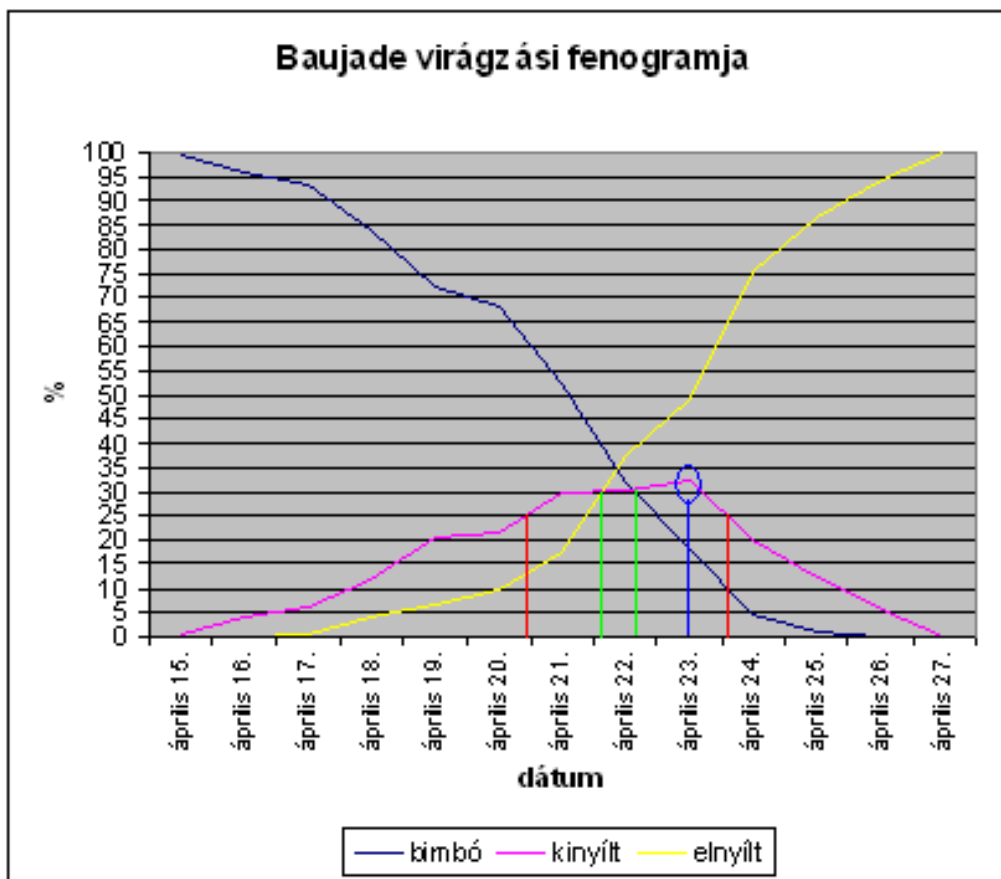
Mindezen okokból egy újabb értelmezést vezettünk be a fővirágzás fenofázisra. Fővirágzásnak tekintettük azt az időszakot, mikor egy fajta virágnyílási görbéje eléri és meghaladja a 25%-ot. Természetesen ez a definíció sem alkalmazható minden fajtára minden évjáratban, ezért a két kiegészítést tettünk a definícióhoz.

- Azoknál a fajtáknál, ahol kinyílási görbe nem éri el a 25%-ot, azt a napot tekintettük fővirágzásnak, amikor a kinyílási görbe a legmagasabb értéket eléri. Amennyiben az ezt megelőző illetve követő napok hasonló magas értékekkel rendelkeztek, ezeket a napokat is a fővirágzás időszakához vettük.
- Azoknál a fajtáknál, ahol a kinyílási görbe az 50%-ot is meghaladta, külön színnel jelöltük az 50%-os szintet meghaladó napokat.



37. ábra: Fővirágzás leolvasása a fenogramról I.

A fajták sorba rendezését követően az előző fejezetben leírtak szerint klaszteranalízist végeztünk. Az általunk sorba rendezett fajtasort négy virágzási időcsoportra osztottuk. Azt tapasztaltuk, hogy 1-2 kivételtől eltekintve, a klaszteranalízis is a mienkkel megegyező csoportosítást alakított ki. Mivel a klaszteranalízis a virágzás során a naponta regisztrált kinyílási %-okat tekintette változónak, és nem csak a fővirágzás alapján hasonlította össze a fajtákat, úgy gondoljuk ez a módszer adja a legjobb megközelítést a virágzási időcsoportok kialakításának.



38. ábra: Fővirágzás leolvasása a fenogramról II.

A klaszteranalízis alkalmas egyébként többféle csoportosítás kialakítására is, vagyis a vizsgált fajtákat csoportosíthatja kettő, de akár tíz csoportba is, alkalmazását tehát ajánljuk minden kutatónak függetlenül attól, hogy hány virágzási időcsoportba szeretné sorolni a vizsált fajtákat, és hogy mit tekint fővirágzás időszakának!

Mi a szakirodalomban legelterjedtebben alkalmazott négy csoportba sorolást alkalmaztuk. Korai, középkorai, középkései és kései csoportokba soroltuk a fajtákat. Megfelelő referenciafajttákkal (stabilan legkorábbi és legkésőbbi virágzású fajták) az egész virágzási időszakot behatároltuk, így az összes vizsgált fajta besorolása a megfelelő csoportba történhetett. Elegendőnek tartjuk a 4 csoport kialakítását, mivel a fajták egyúttvirágzása

szempontjából úgyis az a lényeges, hogy a relatív virágzási sorrendben milyen helyet foglalnak el. Tapasztalataink szerint az azonos virágzási időcsoportba tartozó fajták együttvirágzása az évjáratok nagy többségében kielégítő (50% feletti). A szomszédos virágzási időcsoportba tartozó fajták együttvirágzása gyakran kielégítő, de nem minden évjáratban, a két időcsoport eltérés esetén (Pl. korai - középkései) pedig az évjáratok többségében nem kielégítő a fajták együttvirágzása, társításuk kockázatos.

Mindemellett egyetértünk Soltész (2002) véleményével, miszerint a fajták nagy többségénél nem elegendő a 4-5 éves megfigyelés, ilyen rövid idő alatt csak a legstabilabb virágzási idejű fajták besorolása történhet meg biztonsággal. Mindazonáltal úgy gondoljuk, hogy az általunk referenciafajtának javasolt 'Reglindis' és 'Baujade', valamint néhány további fajta és fajtajelölt besorolása véglegesnek tekinthető (32. táblázat). A többi vizsgált fajta esetében további évjáratok megfigyelését célszerűnek tartjuk, illetve addig e fajták átmeneti besorolását (pl: középkései-kései) javasoljuk. Amennyiben egy fajta a további vizsgálatok után sem egyértelműen besorolható, virágzásának átmeneti jellegére utalva, a kettős, nagyon ingadozó virágzási idejű fajtáknál a hármas csoport meghatározást megtarthatjuk. Ilyen esetben célszerű feltüntetni, hogy az átmeneti jelleg mellett melyik csoportban fordul elő az adott fajta az évjáratok többségében (pl: korai-**középkorai**-középkései). Módszerünk tulajdonképpen hasonlít Soltész (1992) számkulcsos rendszerére, ahol a páratlan számok a stabil, a páros számok pedig az átmeneti virágzási időcsoportokat jelölik. Mivel csak hét virágzásdinamikai adatsor áll rendelkezésünkre, nem zárkozunk el annak lehetősége elől, hogy a mi legkorábbi referenciafajtánknál korábbi, vagy legkésőbbi referenciafajtánknál későbbi virágzási idejű fajta létezik, vagy nemesítés során létrejöhet a rezisztens fajták körében, ezért szükség esetén a korai virágzási csoport előtt egy igen korai, a kései után pedig egy igen kései csoport bevezetése lehetővé teszi az újabb rezisztens fajták besorolását az eddig kialakított kategóriák felrúgása nélkül.

Mivel a virágzási időcsoportok éles határokat húznak a virágzási sorrendben, a két csoport határán elhelyezkedő – egyébként a sorrendben szomszédos – fajták nagy valószínűséggel nagyobb együttvirágzást mutatnak, mint egy csoport két szélső fajtája. A virágzási időcsoportok nem alkalmasak arra, hogy egy fajta pontos helyét megmutassák az időcsoporton belül. Ennek finomítására talán még előnyös is lehet a kevésbé stabil virágzási idejű fajták átmeneti besorolásának megtartása. Végso soron a virágzási időcsoportokra „csak” azért van szükség, mert sokéves vizsgálat alapján gyakoriságot fejeznek ki, egy fajtaleírásban sokkal egyszerűbben kezelhető, az olvasó számára sokkal egyszerűbben értelmezhető információt ad, mint a sok év virágzási sorrendjének értelmezése.

6.1.3. A vizsgálatba vont fajták besorolásának összevetése a korábbi kísérletek eredményeivel

Rezisztens almafajták virágzásdinamikájáról virágzási időcsoportjairól kevesebb szakirodalom áll rendelkezésre, mint a hagyományos fogékony fajtákról.

Fischer (2002) – a mi kísérletünkhöz hasonlóan – négy virágzási időcsoportba sorolta a vizsgált rezisztens fajtákat, ugyanakkor hat éves megfigyelés alapján végleges és határozott besorolást adott a fajtáknak (43. táblázat). A mindkét kísérletben szereplő fajták közül, mi egyedül a 'Reglindis'-t tudtuk véglegesen besorolni, a többi fajtát egyelőre átmeneti virágzási időcsoportokba soroltuk. Ellentmondásos eredmény például, hogy amíg Fischer (2002) szerint a 'Topaz' fajta stabilan középkései virágzási idejű, addig szerintünk inkább a korai időcsoportba tartozik, de több éves megfigyelés alapján sorolódott a középkorai és középkései csoportokba is, tehát labilis virágzási idejű fajtának tekintjük. Fischer (2002) kísérletéből az sem derül ki, hogy mi alapján rendezte sorba a fajtákat, vagyis, hogy a virágzási időcsoportokat a virágzáskezdet, a fővirágzás, vagy a virágzástartam alapján alakította ki.

43. táblázat: Néhány rezisztens fajta virágzási időcsoportja drezdai és szigetcsépi megfigyelések alapján

fajta	besorolás Fischer (2002) szerint	besorolás a Szigetcsépi megfigyelések alapján
Idared	korai	korai-középkorai-középkései
Reglindis	korai	korai-középkorai
Reka	korai	középkorai-középkései-kései
Retina	középkorai	korai-középkorai-középkései
Golden Delicious	középkései	középkései-kései
Renora	középkései	középkései-kései
Resi	középkései	középkései-kései
Topaz	középkései	korai-középkorai-középkései

Blazek és Krelina (2006) 11 cseh nemesítésű rezisztens fajta virágzási idejét figyelte meg, kontrollként további rezisztens és fogékony fajták virágzását is megfigyelték. A megfigyelések módszereiről pontos leírást nem adnak, ábrázolásukból valószínűsíthető, hogy virágzáskezdetnek az első kinyílt virágot tekintik. A virágzási időt 2-6 éves fákon vizsgálták, eredményeik hasznosításánál mindenképp figyelembe kell venni tehát a fiatal fák virágzási sajátosságait. Az általuk vizsgált fajtákat egyöntetűen a korai-középkorai virágzási csoportba sorolták, így például a nálunk középkései-kései 'Resista'-t és 'Golden Delicious'-t is. Véleményünk szerint megfelelő referenciafajta hiányában sorolták be tévesen a fajtákat, és alakítottak ki nem megfelelő számú csoportot, ugyanis a fajták virágzási sorrendje a mi kísérleteinknek nagyjából megfelelnek. Így például a 'Produkta' nálunk is a virágzási sorrend

közepe felé helyezkedik el, valamint a 'Resista' a legkésőbbi virágzási idejű az általuk vizsgált fajtakörön belül.

Papstein és Blazek (1996) ugyanazon a cseh kísérleti állomáson szintén rezisztens fajták virágzási idejét vizsgálták. Pontosabb meghatározást adtak a fenofázisokra, a fajták virágzási idejének átfedését a fővirágzás tekintetében vizsgálták. Továbbá a megfigyeléseket idősebb fákon végezték el, így e kísérlet eredményei jobban hasznosíthatók. Ugyanakkor a vizsgált fajtákat három csoportba sorolták, és az általunk is vizsgált 'Liberty' és 'Resista' fajták a közepes virágzási idejű csoportba kerültek.

A BCE, Gyümölcstermő Növények Tanszékén Tóth Magdolna vezetésével nemesített fajtajelöltek virágzási idejét korábban is értékelték 2003-2005 közötti virágzásfenológiai megfigyeléseiről Tóth (2005a) számol be. Három vizsgálati év alapján az MR-12, MR-13 és MR-09 fajtajelölteket a középkorai, az MR-03, MR-11 és MR-10 fajtajelölteket pedig a középkései csoportba sorolja. Vizsgálataink során megerősítést nyert Tóth (2005a) megállapítása, illetve a fajtajelöltek közötti virágzási idő különbségek árnyaltabb kimutatására volt lehetőségünk. Így az 29-32. táblázatokban már bemutatott eredményeink alapján a tanszéki nemesítésű fajtajelöltek virágzási sorrendje a következő (4-7 megfigyelés alapján): MR-12, MR-13, MR-09, MR-03, MR-11 és MR-10.

6.1.4. Együttvirágzás

Mint azt Soltész (1992) is felveti, a virágzásdinamikai kísérletek tervezésében nagy szerepet kap a rendelkezésre álló munkarő nagysága (létszám és szakképzettség). Ugyanez elmondható az együttvirágzás megfigyelésének módszertani megközelítéséről. Így tehát a vizsgálatba vont fajták száma és vizsgálat mélysége meg kell hogy feleljen a rendelkezésre álló munkaerő kapacitásnak. Ne feledjük el, hogy a virágzás egy gyorsan lezajló folyamat, miközben a fenológiai megfigyelések mellett esetleg egyéb idő és energiaigényes munkák (pl: keresztezés) elvégzését is tervezzük.

Soltész (1992) EV-0 módszere alapján a fajták együttvirágzását a vonaldiagramok egymásra helyezésével lehet megállapítani. A vonaldiagram nem szemlélteti egy fajta tényleges virágzásdinamikáját, így lehet, hogy két tökéletesen átfedő vonaldiagram mögött két olyan fajta rejtőzik, melyek fővirágzása nem esik egybe

Az EV-1 módszer szerint a fenogramok kinyílási görbéi alatti területek adják meg egy fajta virágzási idejét, két fajta együttvirágzása pedig a két kinyílási görbe közös területéből illetve e közös terület és az egyes fajták összterületének arányából határozható meg (az 5.1.4 fejezetben ismertetett módszer alapján). Véleményünk szerint ez a módszer

nagyban alkalmazkodik a virágzásdinamikai megfigyelésekhez, akár egy ember nagyszámú fajta virágzásdinamikáját tudja napi szinten nyomon követni. A felvett adatok kiértékelésének módszerét szükségesnek tartottuk azonban továbbfejleszteni, ugyanis akár a milliméterpapíron számolt területek, akár a planiméteres mérés igen időigényes és a legnagyobb odafigyelés mellett is nagy hibafaktort rejt magában. Kidolgoztunk tehát egy matematikai egyenletrendszer, illetve szoftvert készítettünk az egyenletrendszer alapján, mely lehetővé teszi, hogy az adatbevitel után, gyakorlatilag a másodperc töredéke alatt akár százas nagyságrendű fajtasor esetén az emberi tényező kiszűrésével, pontosan meghatározzuk az együttlirágzás mértékét az összes fajtakombinációban.

A Soltész (1992) által kidolgozott további módszerek az adatfelvételt illetően mind időigényesebbek. Így például az EV-5 módszer szerint a rövid termőrészek csúcsrügyeiből és a hosszú vesszők oldalán képződött virágok nyílását külön kell értékelni. Egyetértünk abban, hogy a hosszú vesszők oldalán későbbi virágnyílás kiegészítő jelleggel pollent biztosíthat egy 1-2 nappal későbbi virágzású, esetleg már másik virágzási időcsoportba tartozó fajtanak. Ugyanakkor a hosszú vesszők oldalán történő virágképzés legtöbbször a fiatal fák sajátossága, későbbiekben ez a tulajdonság csökken. Azon fajták esetén, melyek idősebb korukban is hajlamosak nagyarányú virágképzésre a hosszú vesszők oldalán célszerű a fajtaleírásban ezt a tulajdonságukat feltüntetni. Mindemellett úgy gondoljuk, hogy az általunk kifejlesztett szoftver erre a módszerre is alkalmazható, amennyiben a fajtanevek mellett feltüntetjük, hogy rövid, vagy hosszú termőrészek virágnyílási görbéről van szó. Így a program egy kétszer akkora mátrixot fog kirajzolni, és nem csak azt adja meg, hogy 'A' és 'B' fajta hány százalékban virágzanak együtt, hanem hogy 'A' fajta hosszú vesszőin nyíló virágok hány százalékban virágzanak együtt 'B' fajta rövid illetve hosszú termőrészeinek virágaival és fordítva.

Az EV-6 módszer alapján nem elegendő a virágnyílást figyelembe venni, az együttlirágzás meghatározásához két alapvető információ is szükséges: a megporzandó fajtánál a virágnyílást követően mikortól és meddig számíthatunk a bibék funkcióképességére,; illetve a pollenadó fajtánál a virágnyílást mikor követi a portokok felrepedése és mennyi ideig tart a pollenszóródás. Véleményünk szerint e paraméterek megfigyelése sokkal időigényesebb, és nagyobb precizitást igényel, ugyanakkor a bibék funkcióképessége is nagyban függ az időjárástól, tehát évről-évre változik. Javasoljuk tehát továbbra is a virágzási fenogramok összevetését, és vagy valamilyen funkcióképességi index, vagy a virágzási fenogramok mellé korrekciós tényezők kidolgozását.

Bizonyos fajták bizonyos évjáratokban jóval kisebb virágsűrűséget produkálnak, mint más fajták, vagy ugyanaz a fajta más évjáratokban. Ilyenkor Soltész (1992) szerint kockázatos

a %-os arányok alapján felvett kinyílási görbéket összevetni, célravezetőbb a ténylegesen megfigyelt virágok darabszáma alapján felrajzolni a fenogramokat (EV-4 módszer). A virágsűrűség azonban nem csak a fajtajellegből adódik, hanem az évjáráthatás nyomán is változhat. Így az olyan fajták esetén melyek stabilan mindig kisebb virágsűrűséget produkálnak, a fajtaleírásban kellene feltüntetni e tulajdonságukat, ezzel is utalni arra, hogy a fajta nem a legjobb pollenadó, fajtatársításnál további fajta bevonása indokolt. Abban az esetben, ha például a nem megfelelő tápanyagellátás miatt alternancia hajlama alakul ki egy fajtának, a kritikus években több méhcsalád kihelyezésére, vagy konténeres *Malus* pollenadók kihelyezésére lehet szükség. Emellett maradhat a %-os értékelés a fajták mellett virágsűrűségi indexek feltüntetésével. Mindazonáltal az általunk kifejlesztett szoftver a virágok darabszáma alapján is tud együttlírágzást számolni, hiszen a számítás elve ugyanaz – a görbék alatti területek összevetése.

6.2. Termékenyülési viszonyok tisztázása

6.2.1. Öntermékenyülési és parthenokarpia hajlam

Öntermékenyülési vizsgálataink során egyik vizsgált fajta illetve fajtajelölt sem bizonyult teljesen öntermékenynek. Egyetértünk a szakirodalomban használt „gyakorlatilag önmeddő” kifejezéssel, mely megfogalmazás abból ered, hogy egy fajta akkor lenne öntermékenynek tekinthető, ha minden termőhelyen rendszeres terméskötődést és a kiváló minőségű gyümölcsök kifejlődéséhez elegendő magot tartalmazna (Soltész, 2002). Kísérletünkben 3 fajta az 'Idared', 'Resista' és 'Resi' volt, mely minden évjáratban legalább 1%-os gyümölcskötődést adott, ez rendszeresnek, de a gazdaságos termésmennyiség szempontjából elégtelennek mondható. Emellett bizonyos fajták (Pl: 'Resista', 'Freedom', 'Liberty', 'Topaz') egy-egy évjáratban 5-8%-os kötődést mutattak, ami Wertheim (1996) közepes gyümölcskötődési értéknek felel meg, ugyanakkor ezek a fajták a többi évjáratban nagyon gyenge kötődést produkáltak, tehát nem stabilan öntermékenyek, vagyis „gyakorlatilag önmeddők”.

De Witte et al. (1996) mind szabad, mind irányított önbeporzás esetén hasonlóan alacsony eredményeket tapasztalt. Bizonyos fajták esetében azonban az egyik évjáratban 15-24% közötti gyümölcskötődést figyelt meg. Egyik ilyen fajta a 'Jonagold' volt mely triploidként nem jó pollenadó, így öntermékenyülési hajlama is erősen megkérdőjelezhető. Véleményünk szerint ilyen esetekben indokolt a magszám és parthenokarpia vizsgálata.

6.2.2. Idegentermékenyülés irányított megporzásból

A szakirodalom eltérő kötődési %-okat említ irányított megporzás esetén. Azért is körültekintően kell kezelni a további szerzők által kialakított kategóriákat, mert számos módszertani kérdésben eltérés lehet a kísérletek között. Így például:

- Virágzatonként megporzott virágok száma,
- Középső vagy laterális virágok megporzása,
- Kasztrálás mértéke,
- Izolálás.

Emellett különböző szerzők, különböző gyümölcskötődési értéket tekintenek kielégítőnek egy gazdaságos termésmennyiség eléréséhez. Wertheim (1996) szerint a kötődés 4% alatt gyenge, 5-9% között közepes, 10-24% között jó és 25% felett igen jó. Wertheim (1996) itt a ténylegesen leszüretelt gyümölcsök mennyiségére vonatkoztatja a kategóriákat. Fischer (2002) 8% alatt a kötődést gyengének a fajtakombinációt pedig inkompatibilisnek tekinti. 8-15% között közepesnek, 15% felett jó kötődésnek a fajtakombinációt pedig kompatibilisnek tekinti.

Keresztezési kísérleteinkben három alkalommal rögzítettük a gyümölcskötődési értékeket, kompatibilitás szempontjából azonban a végső (szüret előtti) értékelés sokkal informatívabb így elsősorban ezen értékek figyelembevételét tartjuk célszerűnek. Almafajták kölcsönös termékenyüléseért vagy inkompatibilitásáért a növényvilágban számos családnál, fajnál előforduló multiallélikus lokusz, az *S*-lokusz szabályozza (De Nettancourt, 1997). Hegedűs (2008) és Halász (2009) eredményei alapján két magyar fajtajelölt az MR-10 és MR-13 fajtajelölteknek teljesen inkompatibilisnek kellene lennie egymással, mindkét fajtajelölt *S*-genotípusa S_7S_{10} . Mindezt azonban csak részben erősítették meg a keresztezéseink után megfigyelt gyümölcskötődési adatok. 2008-ban az MR-10 $\times$ MR-13 kombináció gyümölcskötődési értéke a szüret idején csak 5% körüli volt. 2009-ben ugyancsak alacsony volt e kombináció gyümölcskötődési értéke. Ugyanakkor a 2009-ben végzett reciprok keresztezés az MR-13 $\times$ MR-10 kombináció esetében nem igazolta a molekuláris diagnosztikai vizsgálatokkal kimutatott inkompatibilitást. Ez az eredmény rávilágít a kompatibilitási viszonyok és *S*-genotípus összefüggés további vizsgálatának szükségességére.

Az imént említett kombináció kivételével a fajtajelöltek és a vizsgált fajták között további inkompatibilitást nem tapasztaltunk a gyümölcskötődési adatok alapján. Az MR-03 $\times$ MR-13 és MR-11 $\times$ MR-13 kombinációk esetében 2008-ban tapasztalt gyenge kötődés 2009-ben már nem ismétlődött meg. 2009-ben gyenge kötődési eredményt tapasztaltunk az MR-12 anyafajta és az MR-03, MR-09 és MR-10 pollenadók esetében, ezt a későbbi ellenőrzés során

az anyafajta előre nem látható okok miatt a tenyészidőszak alatt jelentkező gyenge kondíciójának tudtuk be.

6.2.3. A vizsgálatba vont fajták ploiditása

A ploiditásvizsgálat során az összes vizsgálatba vont fajta és fajtajelölt diploidnak bizonyult. Fajtajelöltjeink közül kettő (MR-10 és MR-12) esetén különösen jelentős eredménynek tekintjük e tulajdonság tisztázását, ugyanis a fajtajelöltek növekedési habitusából, és gyümölcsméretéből hármass ploid szintre (triploid) lehetett következtetni.

Másik meglepő eredményünk a 'Liberty' fajta esete. A szakirodalom triploid fajtaként írja le, S-genotípusát tekintve $S_3S_5S_{10}$ (Hegedűs, 2008). Tóth (2008 szóbeli közlemény) a 'Liberty' fajtát nemesítési munkában, mint pollenadó partnert felhasználta több évjáratban, és kielégítő kötődést tapasztalt. Broothaerts et al. (2004) is felhívja a figyelmet a 'Liberty' fajta ploiditásának torzulására, mely további vizsgálatok szükségességét sürgeti; a kompatibilitási viszonyok és S-genotípus összefüggését a ploiditási szint fényében is értékelni kell.

Fischer (2002) az összes Drezda-Pillnitz fajtát (Re-sorozat) diploidnak találta, ezt megerősítik a mi kísérleti eredményeink. Hegedűs (2008) összefoglaló munkája alapján az imént kiemelt 'Liberty'-n kívül a többi kísérletünkben szereplő rezisztens fajta, melynek ismert az S-genotípusa ('Freedom', 'Prima', 'Florina', 'Rubinola', 'Priscilla' és 'Topaz') szintén diploid.

6.2.4. Pollentömlőfejlesztési-képesség

Soltész (2002) szerint nincs szoros összefüggés a virágpor *in vitro* tömlőfejlesztési-képessége és a későbbi terméskötődés között, sőt a fajtára jellemző pollenproduktum sem mindig utal a termékenyítőképességre. Ugyanannak a fajtának a virágpora eltérő mértékben fejleszt pollentömlőt a különböző fajták virágainak bibéin, éppen ezért fontos azt is vizsgálni, hogy a virágpor *in vivo* körülmények között hogyan viselkedik. Ugyanakkor *in vivo* körülmények között emellett még számos, az eredmények összehasonlíthatóságát nehezítő tényező befolyásolja a pollentömlő-fejlesztést (pl. hőmérséklet, fák kora, kondíciója, virág fejlettsége). Ezért tartottuk szükségesnek első körben a pollentömlőfejlesztési-képesség vizsgálatát *in vitro* körülmények között.

Egy fajta pollenadónak való alkalmasságát nagyban meghatározza pollenjének minősége, almatermésűeknél közismert a triploid fajták gyenge pollenminősége, ezért ezek a fajták nem alkalmasak más fajták pollenadójának. A 6.2.3 fejezetben tárgyaltuk, hogy a vizsgálatba vont

fajták és fajtajelöltek között triploidot nem találtunk, így nem kell egy fajtát sem kizárnunk, mint potenciális pollenadó.

Gyakorlati szempontból a pollentömlőfejlesztési-képességet sokkal fontosabb tulajdonságnak tekinthetjük, mint a pollen életképességet, hiszen a ténylegesen tömlőt fejlesztő pollenek vehetnek részt a megtermékenyítés folyamatában. Így a pollen morfológiai (Stösser et al., 1996) és életképességi Heslop-Harrison és Heslop-Harrison (1970) vizsgálatok elhagyásával csak a pollentömlőfejlesztési-erélyt vizsgáltuk.

A szakirodalom különböző töménységű szacharóz oldatot javasol pollentömlő-fejlesztési kísérletekhez (Grausland, 1996; Wertheim, 1996; Bellani et al., 1997) mi 10%-os oldatot alkalmaztunk. Szintén eltérő értékeket találhatunk a szakirodalomban a minimális pollentömlő-fejlesztési %-ra (Ro, 1929 cit. Nyéki, 2008; Wertheim, 1996; Bellani et al., 1997; Fischer, 2002).

Pollentömlő-fejlesztési vizsgálatainkkal két dolgról szeretnénk volna megbizonyosodni. Az egyik a fajták frissen szedett pollenjének tényleges tömlőfejlesztése, mely a természetes megporzás során történő termékenyítési potenciálról ad információt; a másik a fagyasztóban tárolt pollen tömlőfejlesztő-képességének változása, melynek a keresztezési kísérletekben és nemesítési folyamatban jut kiemelkedő szerep.

Tapasztalataink szerint az egy éven keresztül fagyasztóban (-5 °C) tárolt pollen tömlőfejlesztési-képessége statisztikailag igazolhatóan nem romlott. Hanna és Towill (1995) szerint kriogenikus hőmérsékleten akár több évig is eltartható az alma pollenje a tömlőfejlesztési-képesség csökkenése nélkül. Ketchie et al. (1996) -4 °C-n tárolt körtepollen esetében a második évben már számottevő, az első évben azonban statisztikailag nem igazolható pollen tömlőfejlesztési-képesség csökkenést tapasztalt. Véleményünk szerint mivel a keresztezéshez olyan bőséges mennyiségű pollent használtunk fel, ami akár 5%-os pollentömlő-fejlesztés mellett is biztos termékenyülést jelent két kompatibilis fajta esetén, a fagyasztóban tárolt pollen kiválóan alkalmas kompatibilitási vizsgálatok és keresztezések elvégzéséhez. Mindez nagy segítséget jelent a keresztezések elvégzésére álló rövid idő és a frissen szedett pollen szárításához szükséges idő ellentmondásának feloldásához.

A frissen szedett pollen csíráképességét két évjáratban vizsgáltuk, melyek között igen nagy különbségeket tapasztaltunk. A 15%-os küszöböt figyelembe véve, 2009-ben a triploid 'Jonagored', illetve a 'Resista' kivételével valamennyi fajta alkalmasnak mutatkozott pollenadásra (27. ábra), 2007-ban több fajtajelölt és fajta pollenje gyengébben szerepelt (28. ábra). A kísérlet további évjáratokban történő elvégzését szükségesnek tartjuk.

Előzetes eredményeinket Fischer (2002) Drezda-Pillnitzben végzett kísérleteinek eredményeivel vetjük össze, aki hasonló körülmények között – 10%-os szacharóz oldatban –

vizsgálta rezisztens fajták pollenjének tömlőfejlesztési erélyét (44. táblázat). Hasonló eredményeket tapasztaltunk, mint Fischer (2002), igaz mi egy éves adatsor alapján állítottuk össze a táblázatot. Emellett is utal azonban az eredmény arra, hogy a pollen tömlőfejlesztési-képesség is nagyban függhet az évjáratától, két éves előkísérletünk csak arra enged következtetni, hogy a vizsgált fajtakörön belül, a kontrollként használt triploid 'Jonagored'-en kívül igen gyenge tömlőfejlesztési-erélyű fajta nem volt, potenciális pollenadó lehet minden általunk vizsgált fajta a többi rezisztens fajtaszáma, a további pollentömlő-fejlesztési kísérletek elvégzéséig.

44. táblázat: Pollentömlőfejlesztési-erély Szigetcsépi és Drezda-Pillnitz minták esetén

fajta	Pollentömlőfejlesztési-erély*	
	Szigetcsép (2009)	Drezda-Pillnitz (Fischer, 2002)
Golden Reinders	++	++
Idared	o	++
Prima	o	o
Rajka	++	o
Reanda	+	+
Reglindis	o	+
Reka	++	+
Remo	o	++
Renora	+	++
Resi	++	++
Retina	o	+
Rewena	+	+
Topaz	o	o

*60% felett (igen jó): ++; 40-60% között (jó): +; 10-40% között (közepes): o; 10% alatt (gyenge): -

6.3. Gyümölcsminőség változása a pollenadó partner hatására – Metaxénia

A xenia és metaxénia jelenség (Focke, 1881; Swingle, 1928) régóta foglalkoztatja a haszonnövényekkel foglalkozó kutatókat. A jelenségek pontos élettani háttere nem ismert, és számos, sokszor ellentmondásos definícióval találkozhatunk a szakirodalomban. A metaxénia kutatása során a szakemberek tulajdonképpen háromféle álláspontot képviselnek:

- A jelenség létezik, a termesztés szempontjából jelentőséggel bír (Bach, 1928; Nebel, 1930; Husz, 1942; Nyéki, 1980),
- A jelenség létezik, de gyakorlati jelentősége nincs (Wertheim és Schmidt, 2005),
- A jelenség nem létezik, kutatás során nem sikerült kimutatni (Höstermann, 1924; Muth és Voigt, 1928; Krumbholz, 1932; Tufts és Hansen, 1933).

Vizsgálataink során arra a következtetésre jutottunk, hogy a jelenség igenis létezik, bizonyos évjáratokban erősebben jelentkezik a termesztésben jelentőséggel bírhat, a gyümölcsminőséget kedvező és kedvezőtlen irányban egyaránt módosíthatja; Egyetértünk Nyéki (1980) véleményével, miszerint a jövőben minden fontosabb fajtakombinációt metaxéniára is vizsgálni kell. Ugyanakkor a fajtatársítás szempontjai, és a megfelelő pollenadó kiválasztás olyan sokrétű, hogy egy esetleges metaxénia hatás kiküszöbölése, vagy éppen kiaknázása nem lehet elsődleges szempont.

Azt is figyelembe kell vennünk, hogy ültetvényekben csak a legkritikább esetben beszélhetünk tisztán pollenadó és megporzandó fajta viszonylatban. Egyfajtás ültetvényekben, *Malus* pollenadó esetén áll csak fenn ez az eset. Több árufajta esetén azonban – még ha a fő/megporzandó fajta 80%-os arányt is képvisel az úgynevezett pollenadó/társított fajta mellett – a pollenadó és megporzandó fajta viszonylatnak mindkét irányban működnie kell, hiszen nem csak a fő árufajtát, hanem a kisebb arányban ültetett társított fajtá(ka)t is kiváló gyümölcsminőség elérése érdekében termesztjük.

Mivel az alma gyakorlatilag önmeddő, nehéz megfelelő kontrollt biztosítani a metaxénia vizsgálatokhoz, hiszen a legmegfelelőbb épp egy fajta saját pollenjével történő megporzása útján létrejött gyümölcsök lennének, ezzel kiküszöbölhető lenne az idegen virágpor hatása. Kovács (1976) az 'Egri piros' fajtán végzett metaxénia vizsgálatokat, öntermékenyülésből származó gyümölcsöket használt kontrollként. Véleményünk szerint az ilyen kontrollminták használata kockázatos, különös figyelmet kell fordítani az esetleges parthenokarp gyümölcsök kizárására. Emellett öntermékenységet csak izolált körülmények mellett lehet biztonságosan elérni, viszont az izolátorokban kialakult sajátos mikroklima, illetve mesterséges öntermékenyítésnél a virágok kasztrálása olyan stresszhatással járhat, ami torzíthatja a gyümölcsök minőségét, tehát a kontrollként használt minta nem lesz reprezentatív. Kísérleteinkben ezért használtunk szabadon elvirágzó virágokból kötődött gyümölcsöket, mint reprezentatív átlagmintát.

A hagyományos metaxénia kísérletek sajátága, hogy a különböző gyümölcsparaméterekben fellépő hatásokat külön-külön értékelik, ugyanakkor egy adott fajtakombinációban a vizsgált tulajdonságok összességére kellene a metaxénia hatást értékelni. Kísérletünkben például az MR-09 $\times$ MR-10 fajtakombinációban a pollenadó fajta kedvezően befolyásolta a gyümölcsök alakindexét, Így az eredetileg lapítottabb MR-09 fajta gyümölcsei – a válogató gépsor szempontjából – kedvezőbb alaktulajdonságokkal fognak rendelkezni a gömbölydedebb MR-10-zel való keresztezés után. Ugyanakkor az MR-10-zel való keresztezés adta a legalacsonyabb húskeménység értéket az összes MR-09-re történő keresztezések között. Ily módon a pollenadó befolyásolhatja a tárolhatóságot is. Érdekes

összehasonlítás, hogy az előbbiekben pont ezt a keresztezési kombinációt emeltük ki, mint a metaxénia hatás előnyös érvényesülése. Ha tehát előnyt akarunk kovácsolni a fellépő metaxéniás hatásokból, végig kell gondolnunk a termesztési célt is. Így a tárgyalt két fajta társítása előnyös lehet, ha friss fogyasztásra termelünk, és árunkat néhány hónapon belül értékesíteni szándékozunk, ugyanakkor tárolás szempontjából nem lesz a legmegfelelőbb fajtatársítás.

Összességében úgy gondoljuk, hogy a termesztési cél fényében alapelveket figyelembe lehet, sőt kell venni a fajtatársításkor a metaxéniát illetően, amelyeket a következőkben foglalhatunk össze:

- ❖ Termesztési cél: friss fogyasztás → küllemi tulajdonságok Pl:
 - gyümölcsszín: fedőszínnel rendelkező és fedőszín nélküli fajták külön táblába telepítése
 - gyümölcsalak: lapítottabb és megnyúltabb fajta társítása gömbölydedebb gyümölcsöt eredményezhet
 - gyümölcsméret: kisebb gyümölcsű fő árufajta gyümölcsméretét kedvezően befolyásolhatja a nagyobb méretű pollenadó fajta
- ❖ Termesztési cél: Tárolás utáni értékesítés → küllemi tulajdonságok + húskeménység és konzisztencia
- ❖ Termesztési cél: ipari feldolgozás → beltartalmi értékek Pl:
 - cukor- és savtartalom, lékihozatal és abszorbancia: egy kisebb termőképességű, de kiváló gyümölcsminőségű pollenadó fajta kedvezően befolyásolhatja a fő fajta beltartalmi értékeit.

6.4. Fajtatársítási javaslatok

Vizsgálataink alapján fajtatársítási javaslatokat dolgoztunk ki. Kutatásunk gerincét a virágzásfenológiai megfigyelés, a fajták együttvirágzásának értékelése adta. Az azonos virágzási időcsoportba tartozó fajták egy ültetvénybe, illetve egy ültetvényen belül egy táblába történő telepítését javasoljuk. Instabil virágzási idejű fajtáknál több fajta társítását javasoljuk biztonsági okokból.

Egyetértünk a klasszikus fajtatársítási javaslattal, ahol a fajták ploiditásának figyelembevételével három fajtatársítási változat lehetséges (Tóth, 2001). Mivel az általunk vizsgált összes rezisztens fajta és fajtajelölt diploidnak bizonyult, az első változat szerint bármely két diploid fajta társítható. A 45. táblázatban így a ploiditási szintet nem is tüntettük fel, de amennyiben a rezisztens fajták vizsgált körét triploid fajtákkal is bővíteni szeretnénk, javasoljuk ennek feltüntetését a fajtaleírásban, illetve a termelők számára készített összefoglaló társítási táblázatban.

S-genotípusukban teljesen megegyező fajták elvileg inkompatibilisek, ugyanakkor keresztezési kísérleteinkben ez nem minden esetben igazolódott. Az S-genotípus és kompatibilitás összefüggésének tisztázását továbbra javasoljuk.

Következő szempont a pollentömlőfejlesztési-képesség. Bár csak részleges eredményeink vannak, a triploid kontroll 'Jonagored' fajta kivételével, nem tapasztaltunk igen gyenge tömlőfejlesztési-erélyt egyetlen fajtánál sem, így a társításnál a vizsgált fajtakörben nem tartjuk szükségesnek emiatt további fajta bevonását, vagyis továbbra is megfelelőnek tartjuk a két diploid fajta egy blokkba telepítését.

Technológiai szempontból egyik legfontosabb szempont a növényvédelem és a betakarítás összehangolása, így az azonos virágzási időcsoportból lehetőleg olyan érési sor összeállítását javasoljuk, mely ezt lehetővé teszi. Így például 4 választott fajtát két blokkban célszerű elrendezni, ahol egy-egy blokkban közel azonos érési idejű fajták szerepelnek.

Megállapítottuk, hogy a metaxénia bár ténylegesen befolyásolhatja a termés minőségét, ezáltal a termelés gazdaságosságát, ugyanakkor számos más paraméter mellett a fajtatársításnál csak kiegészítő jelleggel, néhány alapelv szem előtt tartásával lehet figyelembe venni. A 45. táblázatban a gyümölcsök fedőszínét tüntettük fel. Frissfogyasztású gyümölcsöknél követelmény, hogy például a zöld alma tényleg zöld maradjon, és ne jelentkezzen metaxéniás pír, vagy elszíneződés a gyümölcsök napos oldalán. Így például a 'Granny Smith' helyettesítésére is alkalmas 'Baujade' fajta társításához a középkései-kései 'Golden Delicious' fajtakör alkalmas lehet. Mivel azonban a rezisztens fajták, előnye csökkentett növényvédelmi igényükből fakad, belőlük tiszta ültetvények telepítése javasolt,

így a 'Golden Delicious' helyett más, fedőszínnel nem rendelkező, rezisztens fajta társítása szükséges. A vizsgált fajtakörből, a 'Produkta' valamint a 'Resista' felel meg e követelménynek, ugyanakkor a 'Produkta' a középkorai-középkései virágzási csoportba tartozik, így a 'Baujade' számára nem a legbiztonságosabb pollenadó.

Mindebből az is kiderül, hogy a vizsgált rezisztens fajták körét bővíteni kell, a virágzási és termékenyülési paraméterek komplex vizsgálatával, további potenciális fajtatársítási javaslatok kidolgozása érdekében. Az eddig vizsgált fajtakört pedig további évjáratokban is meg kell figyelni, a nem tisztázott virágzási idejű fajták végleges besorolása érdekében. A 45. táblázat alkalmas számos fajta virágzási és termékenyülési paramétereinek együttes bemutatására, alkalmazását a rezisztens fajták népszerűsítését szolgáló fajtajegyzékekben közlésre javasoljuk, a fajtaválasztás megkönnyítésére. A táblázat további opcionális oszlopokkal kiegészíthető, a termelési cél függvényében, így a gyümölcsszíneződés mellett egyéb gyümölcsparaméterek is feltüntethetők.

45. táblázat: Vizsgálatba vont fajták virágzási és termékenyülési paramétereinek összefoglaló táblázata

Fajta	Virágzási időcsoport	Stabilitás	S-genotípus	Pollentömlőfejlesztési- erély*	Érés idő	Fedőszín
Reglindis	korai-középkorai	6-1	?	o	VIII.v.	van
Prima	korai-középkorai	6-1	S ₂ S ₁₀	o	VIII.v	van
MR-12	korai-középkorai	3-3	S ₂ S ₂₃	o	X. e.	van
Rajka	korai-középkorai	1-1	?	++	IX.k-v.	van
Retina	korai-középkorai-középkései	2-1-1	?	o	VIII.k.	van
Topaz	korai-középkorai-középkései	2-1-1	S ₃ S ₅	o	IX.k-v.	van
MR-13	korai-középkorai-középkései	4-1-1	S ₇ S ₁₀	++	VIII. v.	van
Liberty	korai-középkései	3-1	S ₃ S ₅ S ₁₀	o	X.e.	van
MR-09	korai-középkorai-középkései-kései	1-3-1-1	S ₉ S ₁₀	+	IX. k.	van
Produkta	középkorai-középkései	3-1	?	+	IX.v. - X.e.	nincs
Reka	középkorai-középkései-kései	5-1-1	?	+	IX.e.	van
Rubinola	középkorai-középkései	2-2	S ₂ S ₃	+	IX.k-v.	van
MR-03	középkorai-középkései	2-3	S ₂ S ₇	o	IX. e-k.	van
Freedom	középkorai-középkései-kései	1-4-2	S ₅ S _?	+	IX.k	van
Renora	középkései-kései	3-1	?	+	X.e.	van
MR-11	középkései-kései	3-2	S ₁₀ S _?	++	IX. k-v.	van
MR-10	középkorai-középkései-kései	1-3-3	S ₇ S ₁₀	o	VIII. v. - IX. e.	van
Resi	középkései-kései	2-2	?	++	IX.v.	van
Resista	középkései-kései	2-2	?	o	IX.k.	enyhe bemosottság
Priscilla	középkorai-kései	2-2	S ₃ S ₉	++	IX.k.	van
Baujade	kései	4	?	o	X.k.	nincs

*60% felett (igen jó): ++; 40-60% között (jó): +; 10-40% között (közepes): o; 10% alatt (gyenge): -

6.5. Új tudományos eredmények

1. A virágzásfenológiai módszerek értékelése során, a fajták együttlirágzásának gyors értékelésére szoftvert fejlesztettünk ki, mely minden eddigi módszernél pontosabb, az értékelési időt pedig a töredékére csökkentette.
2. Meghatároztuk 21 varasodás-rezisztens almafajta és fajtajelölt virágzási idejét, virágzási időcsoportját és együttlirágzását.
3. Meghatároztuk 21 varasodás-rezisztens almafajta és fajtajelölt pollentömlőfejlesztési erélyét, megállapítottuk, hogy gyenge tömlőfejlesztési-erélyű (10% alatti) fajta nem volt a vizsgált fajtakörben, így e tulajdonság alapján egyetlen fajtát sem zárhatunk ki a potenciális pollenadók köréből.
4. Meghatároztuk 21 varasodás-rezisztens almafajta és fajtajelölt ploiditását. Mivel minden vizsgált fajta diploidnak bizonyult a vizsgált fajtakörön belül, elvileg bármely két fajta a klasszikus „legalább két diploid fajta” társítása elvén együtt telepíthető.
5. Ploiditási és pollentömlőfejlesztési-képesség vizsgálatainkkal igazoltuk, hogy a 'Liberty' fajta diploid, pollenje kielégítő tömlőfejlesztési képességgel rendelkezik.
6. Virágzásfenológiai és termékenyülésbiológiai vizsgálataink alapján fajtatársítási javaslatot dolgoztunk ki a vizsgált fajtacsoporton belül. Termelők számára a fajtaválasztást megkönnyítő táblázatot állítottunk össze.
7. Vizsgálataink alapján, a további virágzás-fenológiai megfigyelésekhez referenciafajtanak is alkalmasnak tartjuk a stabilan korai virágzású 'Reglindis' és stabilan legkésőbbi virágzású 'Baujade' fajtákat.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A virágzási és termékenyülési viszonyok ismerete elengedhetetlen az almaültetvények tervezésekor, már a telepítés előtt nagy hangsúlyt kell fektetni rá. Ugyanakkor termőkorban is kiemelt jelentőséggel bírnak, hiszen a társított fajták együttes virágzási ideje megszabja növényvédelmi, vagy tápanyag-utánpótlási technológiai elemek időzítését is.

Dolgozatom céljául varasodás-rezisztens almafajták és több betegséggel szemben ellenálló – a Budapesti Corvinus Egyetem, Gyümölcstermő Növények tanszékén, Tóth Magdolna vezetésével előállított – fajtajelöltek virágzásfenológiai és termékenyülésbiológiai paramétereinek megismerését tűztük ki. Hagyományos, ma termesztésben lévő, fogékony fajtákról bőséges információ áll rendelkezésre a témakörben a rezisztens fajták körében azonban e téren kevés kutatási eredmény volt fellelhető. Ugyanakkor a vizsgálati módszerek értékelése és fejlesztése által elért új tudományos eredményeink nem csak a rezisztens fajtákra alkalmazhatók.

Kutatásunk legfontosabb eredménye, hogy több mint 20 varasodás-rezisztens fajta és fajtajelölt esetében virágzásfenológiai (virágzásdinamikai) megfigyeléseket végeztünk, az Egyetem kísérleti üzemének és tangazdaságának két telephelyén; Szigetcsépen és Soroksáron. Négy éves szigetcsépi és három éves soroksári megfigyelés alapján a vizsgált fajtakört négy virágzási időcsoportra osztottuk. A négy virágzási időcsoport a szakirodalomban is leggyakrabban alkalmazott (korai, középkorai, középkései és kései) kategóriák szerint neveztük el.

A vizsgált fajtacsoportból stabil virágzású referenciacajtákat jelöltünk ki, melyek további virágzásfenológiai vizsgálatok alapjául szolgálhatnak. Referenciacajtáink a legkorábbi virágzású 'Reglindis' valamint a legkésőbbi virágzású 'Baujade', alkalmasak egyrészt a teljes alma virágzási időszak modellezésére, a virágzási időszak évjáratonkénti változásainak és klímaváltozás általi eltolódásának megfigyelésére. Másrészt mintegy keretet adnak a virágzási időszaknak, így elkerülhető a többi fajta téves besorolása.

Kevésbé stabil virágzási idejű fajták esetén átmeneti időcsoportot adtunk meg, a téves besorolás elkerülése érdekében. Ezen fajták esetében további, mindösszesen legalább 10 vizsgálati év szükséges.

Egy fajta pollenadónak való alkalmasságát leginkább az határozza meg, hogy milyen mértékben virágzik együtt a megporozni kívánt fajtával. Almafajták együttvirágzásának mértékét számos módszerrel meghatározhatjuk. Ugyanakkor a szakirodalomban leírt módszerek nagyon időigényesek, és számos hibalehetőséget hordoznak magukban. Egyetértünk azzal, hogy az együttvirágzás mértékét legjobban a virágzási fenogramok

kinyírási görbéinek egymásra helyezésével, illetve a görbék közös területének kiszámításával határozhatjuk meg. Egyenletrendszert és szoftvert dolgoztunk ki a fenogramok alatti területek és a fenogramok közös területének kiszámítására. Így a fajták együttvirágzásának kiértékelése a lehető legpontosabb módon, adatbevitellel együtt is az összes eddigi módszer idejének töredéke alatt elvégezhető.

Megállapítottuk, hogy bár a virágzási időcsoportok éles határokat húznak a relatív virágzási sorrendben, és ebből kifolyólag két virágzási időcsoport szélén elhelyezkedő a virágzási sorrendben egyébként egymást követő fajta nagyobb átfedést mutat, mint egy virágzási időcsoport két szélső fajtája; mégis alkalmasabbak a virágzási idő egyszerűbb jelölésére. A virágzási időcsoportok ugyanis gyakoriságot fejeznek ki, hiszen a relatív virágzási sorrend évről évre eltérő, de egy stabil virágzási idejű fajta az évjáratok nagy többségében azonos virágzási időcsoportba kerül.

Termékenyülési és termékenyítő képességi vizsgálatainkkal is alátámasztottuk a fajtatársítási tervek készítéséhez szükséges ismereteket.

Öntermékenyülés és parthenokarpia tekintetében a várakozásoknak megfelelően, egyik fajta sem mutatott kielégítő eredményt, vagyis minden évjáratban kielégítő gyümölcskötődést. Bizonyos fajták egyes évjáratokban akár 5-8%-os gyümölcskötődést is produkáltak, ugyanakkor más évjáratokban egyáltalán nem érleltek öntermékenyülésből vagy parthenokarpiából származó gyümölcsöket. Néhány fajta az összes vizsgált évjáratban mutatott, de csak nagyon alacsony – 1% körüli – öntermékenyülési és parthenokarpia hajlamot. Egyik esetben sem hagyatkozhatunk tehát a fajták stabil öntermékenyülésére, egyetértünk a szakirodalomban használt kifejezéssel, miszerint az alma „gyakorlatilag önmeddő”.

Gyümölcskötődési vizsgálatokat végeztünk irányított keresztezések esetében is. Itt a fajták és fajtajelöltek kompatibilitási viszonyainak tisztázására törekedtünk. A gyümölcskötődési értékeket a kompatibilitási viszonyokért felelős S-allél szerkezettel összevetettük. Teljesen azonos S-genotípusú fajtajelöltek között nem minden esetben tapasztaltunk inkompatibilitást, mindez ráirányítja a figyelmet a kompatibilitási viszonyok és az S-genotípus összefüggésének további vizsgálataira. Keresztezési kísérleteinkben egyébként teljesen inkompatibilis kombinációt nem találtunk.

A vizsgálatba vont fajták ploiditását is meghatároztuk. Fajtatársításnál különös körültekintéssel kell kezelni a triploid fajtákat, pollenjük nagyarányú sterilítése miatt ugyanis pollenadónak alkalmatlanok. Eredményeink alapján az összes vizsgált fajta és fajtajelölt diploidnak bizonyult, így a két diploid fajtás társítás elve alapján elvileg bármelyik két fajta társítható. Fontos eredmény továbbá, hogy a 'Liberty' fajta is diploidnak bizonyult, melynek a

szakirodalom szerint három S-allélje van. Ezek fényében az S-genotípus és a fajta ploiditásának összefüggését is további vizsgálatoknak célszerű alávetni.

Pollentömlő-fejlesztési vizsgálatainkkal igazoltuk egyrészt, hogy a fagyasztóban egy éven keresztül tárolt pollen megőrzi tömlőfejlesztési-képességét így a következő évi keresztezésben felhasználható, másrészt értékelni szerettük volna a vizsgált fajta pollenadónak való alkalmasságát ebből a szemszögből is. A kísérleteket *in vitro* körülmények között végeztük el. Az egy éves tárolás nem csökkentette szignifikánsan a pollentömlőfejlesztési-erélyt, ugyanakkor a keresztezéseknél napokat is nyerhetünk azzal, hogy nem kell a frissen szedett pollent szárítani. Jelentős különbségeket tapasztaltunk a vizsgált évjáratokban a fajta pollentömlőfejlesztési-erélyének tekintetében, így további évjáratok megfigyelést tartjuk szükségesnek e tulajdonság igazolására. Eddigi eredményeink alapján a triploid kontrolként használt 'Jonagored' fajtán kívül igen gyenge pollentömlőfejlesztési-képességű fajtát nem találtunk.

Végül a keresztezésekből származó gyümölcsöket az esetlegesen megjelenő metaxénia- hatás értékelésének vetettük alá. Kimutattuk, hogy a jelenség létezik, és igenis jelentőséggel bír a gyümölcsminőségre. Mindemellett a megfelelő fajtatársítás szempontrendszerre összetett, a metaxénia-hatás figyelembevétele csak kiegészítő jelleggel történhet, néhány fontosabb alapelv és a termelési cél figyelembevételével.

Vizsgálati eredményeink összevetésével a vizsgált fajtakörre fajtatársítási javaslatot dolgoztunk ki. Termelők számára könnyen áttekinthető táblázatban foglaltuk össze a fajtatársítás szempontjából legfontosabb paramétereket: a virágzási és érési időt, a fajta S-genotípusát (ha ismert), pollentömlőfejlesztési-képességét, és a metaxénia hatás szempontjából egyik fontos tulajdonságot a gyümölcsök fedőszínét (45. táblázat).

8. SUMMARY

Floral and fructification features are essential to be clarified when planning an apple orchard. These attributes must be revealed before planting but they have great significance during the production; as the blooming time of associated cultivars determine the timing of plant protection and fertigation elements.

The main objective of this thesis was to examine floral phenology and fructification features of scab resistant apple cultivars and candidates with multiple-resistance (bred under the supervision of Magdolna Tóth, in Corvinus University of Budapest, Department of Pomology). In the case of nowadays grown traditional cultivars much information is available, but there is a lack of information in the case of resistant cultivars. On the other hand our new scientific results in experimental method evaluation and development can be applied not only in the case of any resistant cultivars.

Our most important result is that we have observed floral phenology of more than 20 scab resistant apple cultivar and candidate. The observations were carried in Szigetcsép and Soroksár; two sites of the Experimental and Research Farm of the university. We divided the investigated cultivars into four blooming time groups; according to the four year observation in Szigetcsép and three in Soroksár. We named the four blooming time groups according to the terms used in the literature (early, mid-early, mid-late and late).

We have chosen reference cultivars with stable blooming time. These cultivars can be used as controls in further floral phenology investigations. Our reference cultivars are the earliest blooming 'Reglindis' and the latest blooming 'Baujade'. These two cultivars are proper for modelling the whole blooming season of apple, which can be used in climate change investigations and experiments of the year effect. On the other hand these reference cultivars provide a 'frame' for apple blooming season, so thus the miscategorization of further cultivars can be avoided.

Miscategorization of cultivars with less blooming time stability can be avoided with temporary grouping (binary grouping). In the case of these cultivars at least 10 years of observation is needed.

The suitability of a cultivar for pollinization is determined mostly by the blooming overlap with the pollen receiver cultivar. Blooming overlap can be determined with numerous methods. However methods offered by the literature are very time consuming, and contain many error eventualities. We agree that blooming overlap can be determined by the common area of blooming phenograms. We have elaborated an equation system for this purpose, so thus the blooming overlap can be calculated with the highest accuracy, and within much less time.

We stated that blooming time groups represent sharp dividing line in the relative blooming order. That is why two neighbouring cultivars on the edges of two blooming time groups show higher overlap than two terminal cultivars of the same blooming time group. Even so blooming time groups are proper for simpler indication of blooming time, as blooming time groups represent frequency. Namely the relative blooming order can change year by year but cultivars with stable blooming time are categorized in the same blooming time group in most years.

Our fructification investigations also supported the knowledge essential for cultivar association.

In consideration of self-fertility and parthenocarpy – due to the expectations – none of the cultivars showed satisfying results, namely adequate fruit set in every year. Certain cultivars showed 5-8% fruit set in some years; on the other hand they did not set fruits by self-fertility in other years. Some cultivar showed constant but very low level of self-fertility (approximately 1%) in every year. We can rely on self-fertility and parthenocarpy in neither cases, that is why we agree with the term used in the literature: apple is 'practically self-incompatible'.

We have evaluated fruit set under controlled crossing circumstances. Our objective was to clarify compatibility relations among the investigated cultivars and candidates. Our fruit set values were compared with the *S*-allele system responsible for compatibility relations. Incompatibility was found not in every case among candidates with identical *S*-allele system. It attracts the attention to the further evaluation of the relationship between compatibility relations and the *S*-allele system. No incompatible combination was found in our crossing experiments.

We also determined ploidy level of the investigated cultivars. Triploid cultivars must be handled with special foresight, as they are not suitable as pollinizers due to the high level of pollen sterility. According to our results all the investigated cultivars are diploid, so thus they can be associated according to the classical model: reciprocal pollination in the case of two diploid cultivars. Also an interesting result is that cultivar 'Liberty' is also proved to be diploid, however it has three *S*-alleles according to the literature. It attracts the attention to the further evaluation of the relationship between *S*-allele system and ploidy level of the cultivars.

Our pollen germination tests proved on one hand that pollen stored in freezer during one year keeps its viability, and can be used for crossings in the following season. On the other hand we wanted to evaluate the suitability of the varieties as pollinizer. We carried out the pollen germination tests in vitro. One year storage did not decrease significantly the pollen viability. At the same time one can spare days with using stored pollen instead of collecting

and drying fresh pollen. Significant differences were found in pollen germination among different years, so thus further year's evaluation is needed. According to our results none of the cultivars showed very low pollen germination except 'Jonagold' which was the triploid control cultivar in our tests.

Finally we investigated the fruits resulted from crossings. Our aim was to determine the occurrence of phenomenon metaxenia. We stated the phenomenon is existing, and has significance on fruit quality and hereby on the production thrift. On the other hand cultivar association has so many aspects; consideration of metaxenia can be only supplementary.

As a summary of our investigations we elaborated cultivar association plan for the evaluated cultivars. We summarized the features – important for variety association – in an easy-to-handle table (table 45.).

9. MELLÉKLETEK

M1: Irodalomjegyzék

1. Bach F. (1928): Über die Künstliche Kreuzung einiger wichtigen Apfelsorten. *Gartenbauwiss.* 1:358-374.
2. Baráth Cs.-né (1996a): Nemparaméteres próbák. 171-193. p. In: Baráth Cs.né, Ittész A., Ugrósd Gy. (szerk.): *Biometria*. Mezőgazda kiadó, Budapest.
3. Baráth Cs.-né (1996b): Varianciaanalízis. 194-217. p. In: Baráth Cs.né, Ittész A., Ugrósd Gy. (szerk.): *Biometria*. Mezőgazda kiadó, Budapest.
4. Bellani L. M., Rinallo c., Muccifora S., Gori P. (1997): Effects of stimulated acid rain on pollen physiology and ultrastructure in the apple. *Environmental pollution* 95 (3):357-362.
5. Benedek P., Nyéki J. (1996): Fruit set of selected self-sterile and self-fertile fruit cultivars as affected by the duration of insect pollination. *Acta Hort.* 423:57-63.
6. Bessho H., Wada M., Kudo K., Inomata Y., Iwanami H., Abe K., Soejima J., Komori S., Suzuki A. (2009) Selection of Crabapple Pollinizers for 'Fuji' and 'Tsugaru' apple. *J. Am. Pom. Soc.* 63 (1):2-13.
7. Blasse W. (1982): Blüten und Früchte beim Obst. Berlin: VEB Deutscher Bauernverlag.
8. Blasse W., Hoffmann S. (1992): Phänologische Untersuchungen an Sorten von Apfel, Birne und Quitte. *Erwerbsobstbau* 34:140-144.
9. Blazek J. (1996): Pollination of single-cultivar blocks of apple cv. Golden Delicious. *Acta Hort.* 423:955-102.
10. Blazek J., Blazkova J., Drobkova R., Kloutvor J., Kucera J., (1977): Results of investigation on the state of pollination in commercial apple orchards. *Sborník ÚVTIZ, Zahradnictví* 7:259-268.
11. Blazek J., Krelanova J. (2006): Seven-year orchard performance of eleven new apple cultivars from Holovousy in comparison with some commonly grown ones. *Hort. Sci. (Prague)*. 33 (4):131-139.
12. Borhidi A. (1998). *Rosaceae – Rózsafélék*. 200-204. p. In: Borhidi A. (szerk.): *A zárvatrnök fejlődési rendszertana*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
13. Broothaerts W., Van Nerum I., Keulemans J. (2004): Update on Review of the Incompatibility (S-) Genotypes of Apple Cultivars. *HortScience* 39 (5):943-947.
14. Brózik S., Nyéki J. (1974) Fenológia. 299-318. In: Gyuró F. (szerk.) *A gyümölcstermesztés alapjai*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

15. Bruns E., Chmielewski F. M., Vliet A. J. H. van (s.a). The global phenological monitoring concept. URL:http://kab.agrobiologie.cz/natural/GPM_Concept.pdf
16. Childers N. F. (1975): Modern Fruit Science. Somerville, New Jersey: Somerset.
17. Chittenden F. J. (1911): Pollination in orchard. *Hort. Soc.* 37:350-351.
18. Christensen, J. V. (1973). Studies of compatibility between 22 pear cultivars and the rootstock Quince A. *Tidsskrift for Planteavl.* 77:309-314.
19. Church R. M., Williams R. R. (1983): Comparison of the compatibility and metaxenia effects of several dessert apple and ornamental *Malus* cultivars with Cox's Orange Pippin. *Journal of Horticultural Science* 58 (3):343-347.
20. Crasweller R. M., Ferree D. C., Nichols L. P. (1980): Flowering crab apples as potential pollinizers for commercial apple cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105:475-477.
21. Dalbro S. (1966): Befrugtningsforhod hos frugttraeer. *Erhervsfrugtavlren* 33:396-398.
22. De Nettancourt D. (1997): Incompatibility in angiosperms. *Sex. Plant Reprod.* 10:185-189.
23. De Witte K., Vercammen J., Daele G. van, Keulemans J. (1996): Fruit set, seed set and fruit weight in apples as influenced by emasculation, self-pollination and cross-pollination. *Acta Hort.* 423:177-184.
24. Denney J. O. (1992): Xenia Includes Metaxenia. *HortScience* 27 (7):722-728.
25. Dietzsch A. (1982): Der Einfluss einiger Faktoren auf die Intesität des Bestäubungs- und Befruchtungsprozesses und ihre Wirkung auf die Fruchtbarkeit und äusseren Fruchtmerkmale in Apfelanlagen des Anbaubietes Halle. Diss. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften Berlin.
26. Drahorad W. (1992): Baujade, ein grünschalliger, schorfresistenter Apfel. *Obstbau-Weinbau* 29 (10):276-277.
27. Drobny J. (1988): Results of fruit breeding in Czechoslovakia. *Acta Hort.* 224:73-75.
28. Duhan K. (1944): Untersuchungen über Blüh- und Befruchtungsverhaldnisse bei Marilen. *Gartenbauwiss.* 18:253-263.
29. Eaton G. W. (1959): A study of the megagametophyte in *Prunus avium* and its relation to fruit setting. *Can. J. Pl. Sci.* 39:466-476.
30. Faedi W., Rosati P. (1975): Indagini sul melo. 7. Stayman, suoi mutanti e suoi incroci. *Frutticoltura* 37 (5):25-34.
31. FAO (2009): FAOSTAT-Agriculture. Production. Crops. URL: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>

32. Faust W. (1989): Physiology of temperate zone fruit trees. Wiley, Beltsville.
33. Fischer C. (2002): Blüh- und Befruchtungsverhalten beim Apfel. *Erwerbsobstbau* 44 (14):33-39.
34. Fischer C., Pätzold G., Gerber J., Schaefer H. J. (1990): 'Remo' und 'Reglindis' – die ersten Mostapfelsorten mit Mehrfachresistenz aus Pillnitz. *Gartenbau*. 37:297-299.
35. Fischer M., Fischer C. (1994): Verminderter Pflanzenschutzmitteleinsatz durch Resistenzzüchtung. *Erwerbsobstbau* 36 (6):150-155.
36. Fischer M., Fischer C. (2004): Genetic resources as basis for new resistant apple cultivars. *J. Fruit and Ornament Plant Res.* 12:63-76.
37. Focke W. O. (1881): Die Pflanzen-Mischlinge: ein Beitrag zur Biologie der Gewächse. Berlin: Borntraeger.
38. Forgács I. (2009): Haploid/dihaploid és magasabb ploid szintű Paradicsomnövények előállítását portokkultúrában. Diplomamunka. Budapesti Corvinus Egyetem, Genetika és Növénytermesztés Tanszék.
39. Fouad M. M., Mohamed S. M., Khalil M. A., Hussein A. M. (1995): Effect of Rootstocks MM. III, MM. 106 and EM. IX on tree growth of Anna apple. *Acta Hort.* 409:251-257.
40. Fritsch C. (1859): Instruction für phänologische Beobachtungen aus dem Pflanzen- und Tierreich. Wien: K. K. Hof- und Staatsdruckerei.
41. G. Tóth M. (1995): Az Európai almatermesztés korszerű fajtaválasztéka. 44-74. p. In: Gonda I. (Szerk.) *Intenzív almatermesztés*. Primom, Nyíregyháza.
42. G. Tóth M. (1997): Alma. 31-110. p. In: G. Tóth M. (Szerk.) *Gyümölcsészet*. Primom, Nyíregyháza.
43. G. Tóth M. (2001): Alma. 31-107 p. In: G. Tóth M. (Szerk.) *Gyümölcsészet*. Második kiadás. Primom, Nyíregyháza.
44. G. Tóth M. (2004): Fajtahasználat. 29-55. p. In: Papp J. (Szerk.) *A gyümölcsök termesztése*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
45. Gaál M. (2004): Klaszteranalízis. 109-120 p. In: Gaál M. (szerk.) *A biometria számítógépes alkalmazásai a környezeti és agrártudományokban*. Aula, Budapest.
46. Galbraith D. W., Harkins K. R., Maddox J. M., Ayres N. M., Shamra D. P., Firoozabadi E. (1983): Rapid Flow Cytometric Analysis of the Cell-Cycle in Intact Plant-Tissues. *Science* 220:1049-1051.
47. Gardner V. R. (1913): A preliminary report on the pollination in the sweet cherry. *Oreg. Agr. Expt. Sta. Bul.* 116:1-40.
48. Gasser H. (1994): Seit 30 Jahren der wärmste März. *Obstbau-Weinbau* 31 (5):155.

49. Godec B. (2004): New scab resistant apple cultivars recommended in Slovenia. *J. Fruit and Ornam. Plant Res.* 12:225-230.
50. Golias J., Létal J., Balik J., Suderlová L. (2000): Maturation of apple cultivars evaluated on the basis of multifactorial indices. *Hort. Sci. (Prague)* 27 (3): 81-89.
51. Grausland J. (1996): Flowering dates of pome and stone fruit cultivars – 10 years results. *Acta Hort.* 423:31-37.
52. Gyuró F., Soltész M., Terpó A., Nyéki J., Tóth M. (1979): *Malus* fajok felhasználása az almaültetvények megporzásához. *Kertészeti Egyetem Közleményei* 43:37-47
53. Halász J. (2008): A kajszi önmeddőségét meghatározó S-allél-rendszer molekuláris háttere. Doktori értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Genetika és Növénynevelés Tanszék.
54. Halász J. (2009): Termékenyülési viszonyokat meghatározó paraméterek. 7. p. In: Tóth M. (Szerk.) *Versenyképes gyümölcsvertikum*. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
55. Hanna W. W., Towill L. E. (1995): Long-term pollen storage. *Plant Breeding Rev.* 133:170-207.
56. Hegedűs A. (2006): Review of the self-incompatibility in apple (*Malus × domestica* Borkh., syn.: *Malus pumila* Mill.). *International Journal of Horticultural Science* 12 (2):31-36.
57. Hegedűs A. (2008): Apples. 245-252. p. In: Nyéki J., Soltész M., Szabó Z. (Eds.) *Morphology, biology and fertility of flowers in temperate zone fruits*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
58. Hertlein G. (1954): Phänologisch-meteorologische Untersuchungen zur Blühvorhersage bei den Obstgehölzen. Universität Hohenheim.
59. Heslop-Harrison J., Heslop-Harrison Y. (1970): Evaluation of pollen viability by enzymatically induced fluorescence: intercellular hydrolysis of fluorescein diacetate. *Stain Technol.* 45:115-120.
60. Höhn H. (2008) Kernobst – Phänologie.
URL:<http://www.agrometeo.ch/phenologie/stadesarbosa.pdf>
61. Höstermann D. (1924): Zur Frage der Xenienbildung gärtnerischen Kulturpflanzen. *Angew. Bot.* 6:232-242.
62. Hugard J. (1978): Origine du pollen et variétés pollinisatrices. *Fruit Belge* 46 (381):11-32.
63. Husz B. (1942): Zur Frage der Apfelxenien. *M. Kir. Kert. Akad. Közl.* 8:128-133.
64. Ifjú Z. (1980): A virágzás és befolyásoló tényezői. 43-46. p. In: Nyéki J. (Eds.) *Gyümölcsfajták virágzásbiológiája és termékenyülése*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

65. Ikase L., Dumbravs R. (2001): Apple breeding for disease resistance in Latvia. Scientific Works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture. *Horticulture and Vegetable Growing* 20 (3):265-274.
66. Imre Zs. (2009). Gyümölcsstermelés. (stADAT – a KSH idősoros éves adatai) URL:http://portal.ksh.hu/pls/ksh/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/tabl6_04_01_17i.html
67. Janick J.J., Cummins J. N., Brown S. K., Hemmat M. (1996): Apples. 1-77. p. In: Janick J.J., Moore J. N. (Szerk.) *Fruit Breeding, Volume I: Tree and Tropical Fruits*. Wiley, Hoboken, New Jersey.
68. Járfás J., Tomcsányi E. (1997): Az alma védelme. 507-509. p. In: Glits M., Horváth J., Kuroli G., Petróczi I. (Szerk.) *Növényvédelem*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
69. Kellerhalls M., Wirthner-Christinet V. (1996): Flower competition and artificial pollination in apple. *Acta Hort.* 423:49-56.
70. Kellerhals M., Bosshard E., Siegfried W., Rusterholz P. (1993): Verhalten verschiedener Apfelsorten bei reduzierten Pflanzenschutz. *Obst und Garten* 112 (12):525-528.
71. Kellerhals, M. (1986): Schweiz. Zeit f. *Obst- und Weinbau* 122 (12):319-327.
72. Kemp H. (1996): Flowering phenology in European countries. *Acta Hort.* 423:299-302.
73. Kemp H., Wertheim S. J. (1992): Bestuiving. *18e Rassenlijst voor Fruitgewassen*. 14-20.
74. Keppel H., (1991): Beobachtungen zu Blühparameter bei neueren apfelsorten in den Jahren 1987 bis 1990. *Mitteilungen Klosterneuburg* 41:208-214.
75. Ketchie D. O., Fairchild E. D., Drake F. R. (1996): Viability of Different Pear Pollen and the Effect on Fruit Set of 'Anjou' Pear (*Pyrus communis* L.). *Fruit Var. J.* 50 (2):118-124.
76. Keulemans J., Brusselle A., Eyssen R., Vercammen J., Daale G. van (1996): Fruit weight in apple as influenced by seed number and pollinizer. *Acta Hort.* 423:201-210.
77. Khanizadeh S., Saad F., Groleau Y., Granger R. (2000): Usefulness of 18 flowering cran apples pollinizers for MacIntosh. *Acta Hort.* 525:403-406.
78. Király I., Körösi S., Szani Zs., Tóth M. (2008): Kárpát-medencei régi almafajták morfológiai és fenológiai jellemzőinek vizsgálata. *XIV. Növénynevelési Tudományos Napok, Budapest. Összefoglalók*, 46.
79. Király I., Tóth M. (2009): Kárpát-medencei régi almafajták génbanki megőrzése és vizsgálata. *Fiatal Kutatók az élhető földért*. Szaktudás Kiadó, Budapest.

80. Kobel K., Steinegger P., Anliker J. (1939): Weitere Untersuchungen fiber die Befruchtungsverheithnisse der Apfel- und Birnsorten. *Landw. Jahrb. Schweiz* 53:160-191.
81. Korban S. S., Skirvin R. M. (1984): Nomenclature of the cultivated apple. *HortScience* 19:177-180.
82. Kovács S. (1976): Metaxénia-kísérletek eredményei az almánál. 157-163. p. In: Dimény I. (Szerk.) *A Kertészeti Egyetem Közleményei XL*. Budapest: Kertészeti Egyetem.
83. Kovács Sz., Molnár A., Gyökös I. G., Tóth M. (2009) *Malus floribunda* utódok pollenadóként való alkalmasságának vizsgálata. *Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos ülésszak 2009. október 28-30. Budapest. Összefoglalók*, 182-183.
84. Kovács Sz., Tóth M. (2006): Magyarországon kiemelt *Malus floribunda* utódok betegség ellenállóságának és gyümölcsminőségének értékelése. *XII. Növénynevelési Tudományos Napok. 2006. március 7-8. Budapest, Összefoglalók*, 117.
85. Kovács Sz., Tóth M. (2007) Gyümölcsminőség értékelése *Malus floribunda* utódállományokban. *XIII. Növénynevelési Tudományos Napok 2007. március 12. Budapest, Összefoglalók*, 162.
86. Kronenberg H. G. (1983): Relationships between temperatures and blooming dates of apple trees. *Netherland J. Agr. Sci.* 31:259-267.
87. Kronenberg H. G. (1985): Apple growing potentials in Europe. 2. Floweing dates. *Netherland J. Agr. Sci.* 33:45-52.
88. Krumbholz G. (1932): Untersuchungen über das Vorkommen von Xenien und Metaxenien bei Äpfeln. *Gartenbauwiss.* 6:404-424.
89. Krylowa V., Fischer C., Schmadlak J., Bukartschuk V. F., Smykov W. K. (1985): Untersuchungen zum Grad der Selbstfertilität von Apfelsorten unter verschiedenen ökologischen Bedienungen der UdSSR und der DDR. *Arch. Gartenbau* 33 (6):359-370.
90. Lamb R. C., Aldwinckle H. S., Terry D. E. (1985): 'Freedom' A Disease-resistant Apple. *HortScience* 20 (4):774-775.
91. Lamb R. C., Aldwinckle H. S., Way R. D., Terry D. E. (1979): 'Liberty' Apple. *HortScience* 14 (6):757-758.
92. Lateur M. (1996): The intercompatibility of old apple cultivars salected for partial disease resistance, and their use as pollinizers. *Acta Hort* 423:151-159.
93. Lespinasse Y., Olivier J. M., Lespinasse J. M., Lezec L. M.(1985): Florina Quérina la résistancé du pommier á la tavelure. *L'arboriculture Fruitiere* 433:20-24.
94. Major Gy. (1997) Az alapvető sugárzási jellemzők területi és időbeli eloszlása Magyarországon. 49-56. p. In: Szász G., Tőkei L. (szerk.) *Meteorológia mezőgazdászoknak, kertészeknek, erdészeknek*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

95. Maliga P. (1958): A gyümölcsfák termékenysége és terméketlensége. 86. p. In: Mohácsy M. (szerk.) *A körte termesztése és nemesítése*. Pátria, Budapest.
96. Marks G. E. (1954): An acetocarmine-glycerol jelly for use in pollen fertility counts. *Stain Technol.* 29:277.
97. Máthé Á. (1994): A biodiverzitás hasznosítása a kertészeti növényeknél. Doktori értekezés. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Budapest.
98. Meier U. (2001): Growth stages of mono-and dicotyledonous plants. Second edition. URL: <http://www.bba.de/veroeff/bbch/bbcheng.pdf>
99. Milutinovic M., Surlan-Momirovic G., Nikolic D. (1996): Relationship between pollinizer distance and fruit set in apple. *Acta Hort.* 423:91-94.
100. Mittelstädt H. (1987): Einfluss von Frösten auf die Entwicklung von Infloreszenzen des Apfels. *Archiv für Gartenbau* 35 (1):47-54.
101. Muth F., Voigt G. (1928): Untersuchungen über Xenien. Ber. Lehranst Gesen.
102. Nebel F. (1930): Xenia and metaxenia in apples. *N. Y. State Agr. Exp. Bull.* 170:1-16.
103. Nyéki J., Terpó A., Tóth M., Gyuró F., Soltész M. (1982a): Flowering biological and growth characteristics of *Malus* species and cultivars. *Acta Botanica Acad. Sci. Hung.* 28 (3-4):347-359
104. Nyéki J. (1972): Metaxenia studies of pear varieties. *Acta Agr. Acad. Sci. Hung.* 21 (1-2):75-80.
105. Nyéki J. (1980) Termékenyülés és gyümölcskötődés. 47-74. p. In: Nyéki J. (Szerk.) *Gyümölcsfajták virágzásbiológiája és termékenyülése*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
106. Nyéki J. (1989): Csonthéjas gyümölcsűek virágzása és termékenyülése. Doktori értekezés. MTA, Budapest.
107. Nyéki (1996): Research methodology. 248-256. p. In: Nyéki J., Soltész M. (Eds.) *Floral Biology of temperate Zone Fruit Trees and Small Fruits*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
108. Nyéki J. (2008): Chromosome number and sterility in the fruit species. 159-194. p. In: Nyéki J., Soltész M., Szabó Z. (Eds.) *Morphology, biology and fertility of flowers in temperate zone fruits*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
109. Nyéki J., Soltész M., Tóth M., Gyuró F., Terpó A. (1982b): Possibilities of pollinating single variety apple orchards with *Malus* species. *Acta Agr. Acad. Sci. Hung.* 31 (3-4): 252-256.
110. Papp J. (2003): Tápanyagellátás. 329-344. p. In: Papp J. (Szerk.) *Gyümölcstermesztési alapismeretek*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

111. Paprstein F., Blazek J. (1996): Pollination relations of new apple cultivars. *Acta Hort.* 423:135-144.
112. Pedersen H. L. Bertelsen M. (2002): Alleyway groundcover management and scab resistant apple varieties. *10 th International Conference on Cultivation technique and Phytopathological problems in Organic Fruit-Growing and Viticulture* 16-21.
113. Pessl Instruments (2009): Fieldclimate. URL: <http://www.fieldclimate.com/>
114. Procenko B. (1970): Temperatura vozdukha i nachalo cvetenija jabloni na Ukraine. *Sadovodstvo, Vinogradarstvo i Vinodelie Moldavii* 6:53-55.
115. Putter H. de, Kemp H., Jager A. de (1996): Influence of pollinizer on fruit characteristics of apple. *Acta Hort.* 423:211-218.
116. Redalen G. (1980): Effects of fungicides on pollen germination and fruit set in raspberries. *Gartenbauwiss.* 45:148-251.
117. Roemer K. (1984): Zusammenhänge zwischen Fruchtgrösse und Qualität. *Mitt OVR Jork.* 21:200-233.
118. Rudloff C. F., Schanderl H. (1937): Apple pollination studies. *Gartenbauwiss.* 11:251-271.
119. Sakurai K., Brown S. K., Weeden N. (2000): Self-incompatibility Alleles of Apple Cultivars and Advanced Selections. *HortScience.* 35 (1):116-119.
120. Sansavini S., Barbieri M., Belfanti E. Tartarini S., Vinatzer B., Gessler C., Silfverberg E., Gianfranceschi L., Hermann D., Patocchi A. (2003): 'Gala' apple transformed for scab resistance with cloned Vf gene region construct. *Acta Hort.* 622:113-118.
121. Sasnauskas A., Gelvonauskienė D., Gelvonauskis B., Viskelis P., Duchovskis P., Bobinas C., Siksnianienė J., Sabajevienė G. (2005): Productivity and fruit quality of scab resistant apple cultivars and hybrids. *J. Fruit and Ornam. Plant Res.* 14 (2):247-254.
122. Schmidt M. (1954): Mehrjährige Beobachtungen über den Blühbeginn von Apfelsorten. *Archiv für Gartenbau* 2 (5-6):355-384.
123. Schnelle F. (1955): Pflanzenphänologie. Geest and Portig, Leipzig.
124. Shembecker F. K., Lüdders P. (1989): Einfluss der N-Ernährung auf das vegetative Wachstum von 'Cox Orange'-M9/J9-Klonkombinationen. *Erwerbsobstbau* 31 (1):16-19.
125. Singh D., Sharma S. D., Kumar K. (2002): Flowering and Cross-sompatibility in Apple Cultivars Growing int he Kullu Valley of India. *J. Am. Pom. Soc.* 56 (1):46-50.
126. Singh S. C., Pant K. P., Dimri D. C., Nautiyal M. C. (2005): A Note on Flowering and Fruit characteristics of Some Apple Cultivars. *Acta Hort.* 696:49-51.

127. Soenen A., Paternotte E., Verheyden C. (1978): Phenology and climate during pre-flowering and flowering time in fruit trees (apple and pear). *Fruit Belge* 46 (381):33.
128. Soltész M. (1980): A gyümölcsültetvények faj-és fajtatársításának alapjai. 83-100 p. In: Nyéki J. (Szerk.) *Gyümölcsfajták virágzásbiológiája és termékenyülése*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
129. Soltész M. (1982): Almaültetvények fajtatársítása. Kandidátusi értekezés. MTA, Budapest.
130. Soltész M. (1987): Az almafajták virágzási időcsoportja. *A Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem közleményei*. 51 (1):113-123.
131. Soltész M. (1992): Virágzásfenológiai adatok és összefüggések hasznosítása az almaültetvények fajtatársításában. Doktori értekezés. MTA, Budapest.
132. Soltész M. (1997): Ültetvények fajtatársítása. 160-199. p. In: Soltész M. (Szerk.) *Integrált Gyümölcstermesztés*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
133. Soltész M. (2002): Alma. 72-150. p. In: Nyéki J., Soltész M., Szabó Z. (Szerk.) *Fajtatársítás a gyümölcs-ültetvényekben*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
134. Soltész M., Gyuró F., Terpó A., Nyéki J., Tóth M. (1979): Üzemi almafajták és *Malus* fajok társításának lehetőségei. *Kertgazdaság* 11 (5): 1–16.
135. Soltész M., Szabó T. (1997): Fajták. 428-437. p. In: Soltész M. (Szerk.) *Integrált Gyümölcstermesztés*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
136. Soltész M., Tóth M., Gyuró F., Terpó A., Nyéki J. (1982). Pollination biological characteristics of various *Malus* taxa. *Acta Botanica Acad. Sci. Hung.* 28 (3–4): 391-402.
137. Sosna I. (2001): Yielding and vegetative growth of several scab resistant apple cultivars and clones under condition of drip irrigation. *Scientific Journals – Agricultural University Wroclaw* 415:197-212.
138. Sosna I. (2002): Estimation of several scab resistant apple cultivars from Czechia and Poland on rootstock M9. *Scientific Works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture. Horticulture and Vegetable Growing* 21 (3): 38-43.
139. Sosna I. (2003): Growth and cropping of some scab resistant apple cultivars on four rootstocks. *Folia Horticulturae* 15 (2):125-129.
140. Sosna I. (2005): Growth and Cropping of several scab-resistant apple cultivars on six rootstocks. *Acta Sci. Pol, Hortorum Cultus* 4 (1):109-118.
141. Soylu M., Lüdders P. (1988): Einfluss unterschiedlich hoher Na⁺-Konzentrationen auf das vegetative Wachstum der Apfelsorte 'Golden Delicious'. *Gartenbauwiss.* 53:253-257.

142. Stefanovits P. (1963) Duna-Tisza közti hátság. 219-225. p. In: Stefanovits P. (szerk.) *Magyarország talajai*. Második kiadás. Akadémiai kiadó, Budapest.
143. Steinborn G. (1983): New early apple cultivars compared. *Erwerbsobstbau* 25 (8): 188-190. p.
144. Stösser R., Hartmann W., Anvari S. F. (1996): General aspects of pollination and fertilization of pome and stone fruit. *Acta Hort.* 423:15-22.
145. Swingle W. T. (1928): Metaxenia in the date palm, possibly a hormone action by the embryo or endosperm. *J. Hered.* 19:257-268.
146. Szabó T. (2004) Ültetési anyag, alany-, és fajtaválasztás, a szaporítóanyag minőségi követelményei. 49-82. p. In: Inántszy F. (Szerk.) *Integrált Növénytermesztés. Alma*. Agroinform Kiadó, Budapest.
147. Szabó T., Tóth M. (2001): Alma. 7-46. p. In: Z Kiss. L. (Szerk.) *Gyümölcsfajták I. Almatermésűek és boggyósok*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
148. Szász G. (1997): A borultság, valamint a csapadék időbeli és területi változásai Magyarországon. 123-130. p. In: Szász G., Tőkei L. (szerk.) *Meteorológia mezőgazdászoknak, kertészeknek, erdészeknek*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
149. Szűcs E., Horák E., Kovácsné M. Zs. (1981): Állókultúrák fenntartó műtrágyázási irányelvei. Budapest: MÉM NAK.
150. Thompson A. H., Batjer L. P. (1950): The effect of boron in the germinating medium on pollen germination and pollen tube growth for several deciduous tree fruits. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 56:227-230.
151. Tőkei L., Szász G. (1997) Magyarország hőmérsékleti viszonyai. 73-85. p. In: Szász G., Tőkei L. (szerk.) *Meteorológia mezőgazdászoknak, kertészeknek, erdészeknek*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
152. Tóth M. (2001): Alma. 33-107. p. In: G. Tóth M. (Szerk.) *Gyümölcsészet*. Primom, Nyíregyháza.
153. Tóth M. (2005a): Malus genotípusok pomológiai és genetikai értékelése. Doktori értekezés. MTA, Budapest.
154. Tóth M. (2005b): Six promising selections from the Hungarian apple breeding program for multiple resistance. *International Journal of Horticultural Science* 11 (3): 23-28.
155. Tóth M. (2008 szóbeli közlemény): A tanszéki almanemesítés eredményei és perspektívái. *Konferencia az NKFP06A2-BCETKA számú Jedlik Ányos Projekt első két évének kutatási eredményeiből*. BCE-KeTK Kísérleti üzem és Tangazdaság, Budapest, Soroksár. 2008. október 9.
156. Tóth M. (szerk.) (2008): Alma és kajszi projekt. Magyar Mezőgazdaság, Budapest.

157. Tóth M. (szerk.) (2009): Versenyképes gyümölcsvertikum. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
158. Tóth M., Balikó E., Szani Zs. (2005): Evaluation of fruit quality of old apple cultivars originating from the foot of the Carpathian Mountains, for utilization in breeding and in organic farming. *International Journal of Horticultural Science* 11 (3):15-22.
159. Tóth M., Dula P., Tóth F., Soltész M., Nyéki J. (1985): Effect of *Malus* pollinators on the quality of apple. *Acta Agr. Acad.Sci. Hung.* 34:72-76.
160. Tóth M., Halász J., Pedryc A., Kovács Sz. (2007): *Malus* taxa selected in Hungary, as new gene sources of resistance to apple scab (*Venturia inaequalis* Cke. Wint.). *Acta Hort.* 814:851-856.
161. Tóth M., Kovács Sz. (2004): *Malus* taxa and the progenies of *Malus floribunda* selected in Hungary, as gene sources of resistance breeding. *Int. J. of Hort. Sci.* 10 (3): 25-28.
162. Tóth M., Kovács Sz., Rozsnyay Zs. (2003): Scab resistance in *Malus* sp. progenies – inheritance and resistance stability *Int. J. of Hort. Sci.* 9 (1):9-15.
163. Tóth M., Nyéki J., Gyúró F. (1975): Üzemi fajtakísérletek metodikája. Kézirat.
164. Tóth M., Terpó A., Gyúró F., Soltész M., Nyéki J. (1978): *Malus* fajok virágzásfenológiája. *Botanikai Közlemények* 65 (4):266-268.
165. Tufts W. P., Hansen C. J. (1933): Xenia and metaxenia in the Bartlett pear. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 30:134-139.
166. UPOV (2005): Apple (Fruit varieties) (*Malus domestica* Borkh.) Guidelines for the conduct of tests for distinctness, Uniformity and stability. URL: http://www.upov.int/en/publications/tg-rom/tg014/tg_14_9.pdf
167. Vályi I. (2004): Növényvédelem. 99-104. p. In: Papp J. (Szerk.) *A gyümölcsök termesztése*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
168. Vargha A. (2007): Matematikai Statisztika pszichológiai, nyelvészeti és biológiai alkalmazásokkal. Második kiadás. Pólya, Budapest.
169. Waite M. B. (1899): Pollination of the pomaceous fruits. *U. S. Dept. Agr. Yearbook* 1899. 167-180.
170. Watkins R., Smith R. A. (Szerk.) (1982): Descriptor list for apple (*Malus*). CEC Secretariat, Brussels; IBPGR Secretariat, Rome.
171. Way R. D. (1965): Description and evaluation of apple varieties. *Proc. N. Y. State Hort. Soc.* 110:157-161.
172. Way R. D., Aldwinckle H. S., Lamb R. C., Rejman A., Sansavini S., Shen T., Watkins R., Westwood M. M., Yoshida Y. (1990): Apples. (*Malus*). *Acta Hort.* 290:1-62.

173. Weger N., Herbst W., Rudloff C. F., (1940): Witterung und Phanologie der Blühphase des Bimbaumes. *Wiss. Abh. Reichsamt f. Wetterdienst.* 7:3-28.
174. Wertheim S. J. (1996): Methods for cross pollination and flowering assessment and their interpretation. *Acta Hort.* 423:237-242.
175. Wertheim S. J., Schmidt H. (2005): Xenia and metaxenia. 231-232. p. In: Tromp J., Webster A. D., Wertheim S. J. (Eds.) *Fundamentals of temperate zone fruit tree production.* Backhuys, Leiden.
176. Westwood M. N. (1993): Temperate-zone pomology: Physiology and culture. 3rd edition. Timber press, Oregon, Portland.
177. White L. M. (1979): Relationship between meteorological measurements and flowering of index species to flowering of 53 plant species. *Agric. Meteor.* 20:189-204.
178. Williams E.B., Janick J., Emerson F. H., Dayton D. F., Mowry J. B., Hough L. F., Bailey C. (1972): 'Priscilla' a Fall Red Apple with Resistance to Apple Scab. *Fruit vars. Hort. Dig.* 26:34-35.
179. Williams R. R. (1966): Pollination studies in fruit trees: III. The effective pollination period for some apple and pear varieties. *Ann. Rep. Long Ashton Res. Sta. For 1965.* 112-115.
180. Williams R. R. (1970): Factors affecting Pollination in fruit trees. 193-207. p. In: Luckwill L. C., Cutting C. V. (Eds.) *Physiology of tree crops.* Academic press, London.
181. Zeller O. (1961): Entwicklungsgang der Blütenknospen an langen einjährigen Trieben von Apfelgehölzen. *Obstbau* 79:7-12.

M2: A BBCH számkódok és a GPM betűjeles fenofázis kódolás összehangolása a svájci meteorológiai intézet munkája alapján

Stadien nach Fleckinger Apfel			Birne		BBCH - Skala für Kernobst (Apfel/Birne/Quitte)		
Code	Bezeichnung	Zeichnung	Code	Zeichnung	Code	Beschreibung	
A	Winterknospe		A		00	Winterruhe: Knospen geschlossen, von Hüllschuppen bedeckt	0 = Austrieb
B	Knospenschwellen		B		51	Knospenschwellen: erstes deutliches Anschwellen der Blütenstandsknospen; Knospenschuppen werden länger und bekommen hellere Partien	
					52	Ende des Knospenschwellens: heller gefärbte, z.T. stark behaarte Knospenschuppen sichtbar	5 = Blütenknospenentwicklung
C	Grüne Spitze		C		53	Knospenaufbruch: grüne Blätter, die das Blütenbüschel umhüllen werden sichtbar	
C3	Mausohr				54	Mausohrstadium: grüne Blattspitzen überragen Knospenschuppen um 10 mm; erste Blättchen spreizen sich ab	
					55	Blütenknospen werden sichtbar	
D	Grüne Knospe		D		56	Grünknospenstadium: noch geschlossene Einzelblüten beginnen sich voneinander zu lösen	
E	Rote Knospe		E		57	Rotknospenstadium: Blütenstiele strecken sich, Kelchblätter sind leicht geöffnet; die Blütenblätter sind gerade erkennbar (bei Apfel rot)	
					58		
E2	Ballonstadium		E2		59	Ballonstadium: Mehrzahl der Blüten im Ballonstadium	

Stadien nach Fleckinger Apfel			Birne		BBCH - Skala für Kernobst (Apfel/Birne/Quitte)		
Code	Bezeichnung	Zeichnung	Code	Zeichnung	Code	Beschreibung	
F	Zentral- blüte geöffnet		F		60	Erste Blüten offen	6 = Blüte
					61	Beginn der Blüte: etwa 10 % der Blüten offen	
					62		
					63	30 % der Blüten offen	
F2	Voll- blüte		F2		64		
					65	Vollblüte: mind. 50 % der Blüten offen, erste Blütenblätter fallen ab	
G	Ab- blühen		G		66		
					67	Abgehende Blüte: Mehrzahl der Blütenblätter abgefallen	
					68		
H	Letzte Blüten- blätter gefallen		H		69	Ende der Blüte: alle Blütenblätter abgefallen	
I			I		71	Fruchtdurchmesser bis 10 mm (Nachblütefruchtfall)	7 = Fruchtentwicklung
					72	Fruchtdurchmesser bis 20 mm (Haselnussgrösse)	
J			J		73	Zweiter Fruchtfall	
					74	Fruchtdurchmesser bis 40 mm; Frucht steht aufrecht; T-Stadium: Fruchtunterseite und Stiel bilden ein T	
					75	Etwa 50 % der sortentypischen Fruchtgrösse erreicht	
					76		
					77	Etwa 70 % der sortentypischen Fruchtgrösse erreicht	
					78		
					79		

Stadien nach Fleckinger Apfel			Birne		BBCH - Skala für Kernobst (Apfel/Birne/Quitte)		
Code	Bezeichnung	Zeichnung	Code	Zeichnung	Code	Beschreibung	
					80		8 = Frucht reife
					81	Beginn der Frucht reife: sortenspezifische Aufhellung der Grundfarbe	
					82		
					83		
					84		
					85	Fortgeschrittene Frucht reife (1. Überpflücken): Zunehmend sortentypische Intensität der Deckfarbe	
					86		
					87	Pflück reife (Haupternte): Früchte sind ausreichend entwickelt und haben eine gute Lagerfähigkeit	
					88		
					89	Genuss reife: Früchte haben sortentypischen Geschmack und optimale	9 = Vegetationsabschluss
					91	Triebwachstum abgeschlossen, Endknospe entwickelt, Blatt noch grün	
					92	Beginn der Herbstverfärbung des Laubes	
					93	Beginn des Blattfalls	
					94		
					95	50 % der Blätter verfärbt	
					96		
					97	Blattfall abgeschlossen	
					98		
					99	Geerntetes Gut	

M3: A szigetsépi ültetvény elhelyezkedése



Forrás: Google-Earth térképek

M4: A soroksári ültetvény elhelyezkedése



Forrás: Google-Earth térképek

M5: Virágzásfenológiai megfigyelések adatlapja

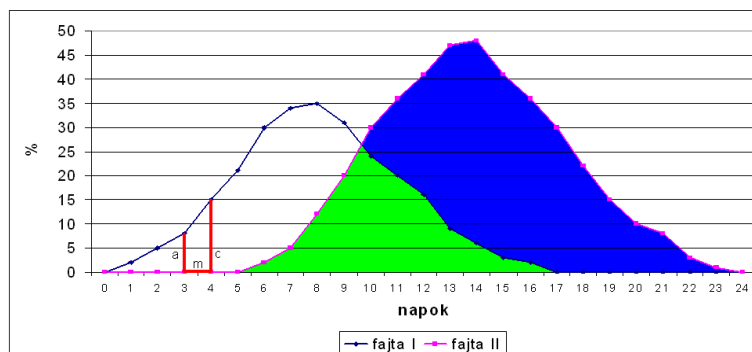
[illegible]

M6: A gyümölcskötődés értékelésének adatlapja

[illegible]

M7: Fajták együttvirágzásának számítása, a számítás matematikai háttere

- 1) Első lépésként felvesszük a két fajta virágzási fenogramját. A fenogramokon a kinyílt virágok százalékat ábrázoljuk. A két fajta együttvirágzását a fenogramok közös (zöld) területe adja meg, külön-külön a két fajta területéhez viszonyítva. Így például a II-es fajta területét (zöld és kék együtt) a két fajta közös területe (zöld) bizonyos százalékban lefedi. Ez a százalékos érték mutatja meg tulajdonképpen, hogy az I-es fajta virágzása hány százalékban fedi le a II-es fajta virágzását.



- 2) Számoljuk ki a két görbe alatti területet! A görbék trapézokból állnak, ahol a trapézok oldalai a naponta megfigyelt kinyílt virágok százalékos értéke, a trapéz magassága pedig minden esetben 1.

A trapéz területe meghatározható: $T_{\text{trapéz}} = (a+c) \times m / 2$; ahol 'a' és 'c' két egymás utáni nap kinyílt virágainak százalékos értéke, 'm' pedig 1.

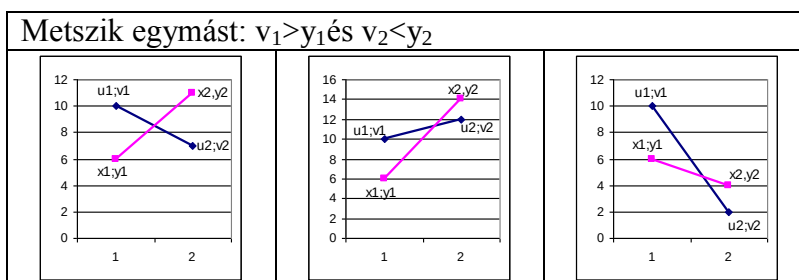
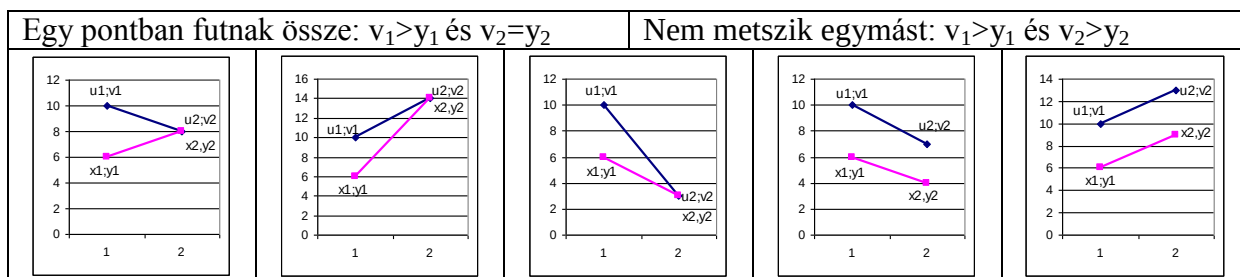
A trapézok területének összege, megadja a görbe alatti területet.

- 3) Ezután számítsuk ki a közös területet!

- a) Az egyik görbe koordinátái ($x_{1,2,3 \dots n}$; $y_{1,2,3 \dots n}$)

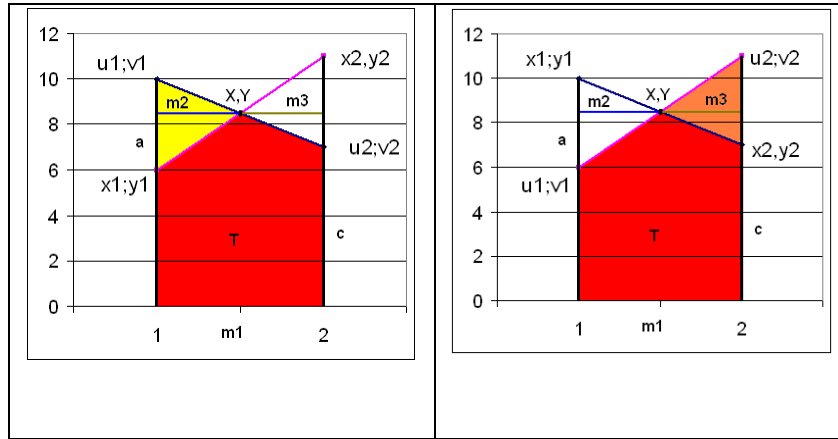
A másik görbe koordinátái ($u_{1,2,3 \dots n}$; $v_{1,2,3 \dots n}$)

- b) A két görbe szakaszainak (két nap közötti rész) metszési lehetőségei [az x és y koordináták egyelőre figyelmen kívül hagyhatók (értékük napról-napra egyel nő)]:



- c) Ha: $y_1 \leq v_1$ és $y_2 \leq v_2$ vagy $y_1 \geq v_1$ és $y_2 \geq v_2$
 Akkor a két szakasz vagy nem metszi egymást, vagy egy pontban találkoznak
 Ilyenkor a kisebbik trapéz területe számít bele a közös területbe

Ha $y_1 < v_1$ és $y_2 > v_2$ vagy $y_1 > v_1$ és $y_2 < v_2$
 Akkor a két szakasz metszi egymást
 Ilyenkor ki kell számítani az ötszög (piros) területét



$$T_{\text{ötszög}} = T_{\text{trapéz}} - T_{\text{háromszög}}$$

$$T_{\text{trapéz}} = (a+c) \times m1 / 2 = (v_1+v_2) \times 1 / 2$$

$$T_{\text{háromszög}} = a \times m2 / 2 \text{ Ha:}$$

$$v_1 > y_1 \text{ akkor } T_{\text{(citromsárga)háromszög}} = (v_1-y_1) \times m2 / 2$$

$$v_1 < y_1 \text{ akkor } T_{\text{(narancssárga)háromszög}} = (v_2-y_2) \times m3 / 2$$

A két háromszög (citromsárga és narancssárga) hasonló háromszögek, tehát a magasságuk aránya megegyezik a párhuzamos oldalaik arányával (a következő képletekben a háromszögek oldalait a megfelelő v és y koordináták különbségeinek abszolút értékével fejezzük ki, így egyelőre nem fontos, hogy melyik érték a nagyobb, vagyis hogy melyik szakasz indul magasabbról):

$$(|v_1-y_1|) / (|y_2-v_2|) = m2 / m3$$

$$m2 + m3 = m1 = 1$$

$$m2 = 1 / [(|v_1-y_1|) + (|y_2-v_2|)] \times (|v_1-y_1|)$$

$$m3 = 1 / [(|v_1-y_1|) + (|y_2-v_2|)] \times (|y_2-v_2|)$$

- 4) A közös területet megkapjuk, ha a 3/c pont alapján összeadogatjuk a területeket (vagyis ha két nap között a két görbe szakaszai nem metszik egymást, vagy egy pontban futnak össze akkor a kisebbik trapéz területe számít bele a közös területbe, amennyiben a két szakasz metszi egymást úgy az ötszög területe számít be).
- 5) Ezután már csak meg kell határozni, hogy a közös terület hány %-a az egyes görbék által lefedett területnek.

M8: Keresztezési kombinációk (Szigetcsép 2005)

Keresz- tezés 2005			apa:											
			1		2		3		4		5		6	
			Florina		Freedom		Prima		Reka		Reglindis		Rajka	
anya:	1	Rewena	121	75,2	107	58,9	99	75,8	121	76,0	96	82,3	99	61,6
			62,8	62,0	35,5	32,7	53,5	46,5	57,0	49,6	49,0	46,9	46,5	38,4
	2	Baujade			108	44,4			88	67,0	87	59,8		
					36,1	36,1			67,0	60,2	33,3	33,3		
	3	Relinda			103	24,3							100	41,0
					21,4	19,4							36,0	23,0

M9: Keresztezési kombinációk (Soroksár 2008)

keresz- tezés 2008																		
			1		2		3		4		5		6		7		8	
			MR-03		MR-09		MR-10		MR-11		MR-12		MR-13		Reglindis		Rubinola	
anya:	1	MR-03			42	19,0	110	17,3	92	12,0	105	20,0	110	4,5	137	40,1		
					16,7	14,3	9,1	7,3	10,9	10,9	14,3	11,4	3,6	3,6	31,4	26,3		
	2	MR-09	89	27,0			82	53,7	88	55,7			80	47,5			127	50,4
			11,2	7,9			37,8	32,9	29,5	21,6			17,5	13,8			40,2	36,2
	3	MR-10									101	40,6	112	17,0			129	31,8
											19,8	14,9	12,5	5,4			12,4	7,0
	4	MR-11					86	47,7					98	5,1			108	34,3
							37,2	34,9					2,0	2,0			20,4	18,5
	5	MR-12			94	67,0			52	78,2			68	64,7	101	65,3		
					23,4	9,6			10,9	10,9			14,7	8,8	18,8	14,9		
	6	MR-13													108	74,1		
															38,0	31,5		

M10: Keresztezési kombinációk (Soroksár 2009)

keresz- tezés 2009			apa:																			
			1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
			MR-03		MR-09		MR-10		MR-11		MR-12		MR-13		Reglindis		Rubinola		Florina		Prima	
anya:	1	MR-03			54	24,1	58	20,7	60	48,3	74	23,0	89	21,3	64	47,7	78	34,6	59	10,2	89	13,5
					22,2	18,5	19,0	17,2	38,3	33,3	20,3	17,6	21,3	18,0	46,2	38,5	30,8	23,1	10,2	8,5	12,4	14,6
	2	MR-09	63	33,3			70	28,6	58	44,8	45	24,4	64	39,1	50	44,0	71	42,3			54	44,4
			30,2	31,7			31,4	30,0	43,1	41,4	24,4	24,4	37,5	37,5	38,0	36,0	38,0	36,6			42,6	40,7
	3	MR-10	50	24,0	56	26,8			56	12,5	51	33,3	57	1,8	50	30,0	50	18,0	46	10,9	53	7,5
			20,0	20,0	26,8	25,0			12,5	12,5	31,4	31,4	0,0	0,0	30,0	28,0	14,0	14,0	6,5	6,5	7,5	7,5
	4	MR-11	55	3,6	51	13,7	64	23,4			62	14,5	65	30,8	47	36,2	68	35,3	71	18,3	60	11,7
			3,6	3,6	13,7	11,8	20,3	18,8			14,5	14,5	27,7	26,2	31,9	29,8	32,4	30,9	14,1	12,7	10,0	10,0
	5	MR-12	60	0,0	62	8,1	69	4,3	52	34,6			58	37,9	54	35,2	52	26,9	51	41,2	59	40,7
			0,0	0,0	8,1	8,1	4,3	4,3	23,1	21,2			27,6	25,9	31,5	31,5	23,1	23,1	33,3	33,3	39,0	39,0
	6	MR-13	54	16,7	50	8,0	56	28,6	57	24,6	56	19,6			56	21,4	63	23,8	65	15,4	66	9,1
			14,8	14,8	6,0	6,0	25,0	25,0	21,1	21,1	17,9	17,9			17,9	17,9	17,5	15,9	15,4	14,4	7,6	7,6

M11: A keresztezésekől származó gyümölcsök magtartalma

keresz- tezés éve	keresztezési kombináció		megporzott virág (db)	betakarított gyümölcs (db)	végső kötődés (%)	ép magok száma		parthenokarp gyümölcsök (db)
	anyafajta	apafajta				átlag (db)	szórás	
2005	Rewena	Florina	121	75	62,0	7,5	2,0	3
	Rewena	Freedom	107	35	32,7	4,0	2,1	0
	Rewena	Prima	99	46	46,5	6,6	1,6	0
	Rewena	Reka	121	60	49,6	7,0	2,3	3
	Rewena	Reglindis	96	45	46,9	7,4	1,7	0
	Rewena	Rajka	99	38	38,4	7,8	1,8	0
	Baujade	Freedom	108	39	36,1	11,3	2,4	0
	Baujade	Reka	88	53	60,2	11,8	2,8	0
	Baujade	Reglindis	87	29	33,3	10,8	3,1	1
	Relinda	Freedom	103	20	19,4	7,5	2,4	0
	Relinda	Rajka	100	23	23,0	8,7	1,2	0
2008	MR-03	MR-09	42	6	14,3	6,0	-	0
	MR-03	MR-10	110	8	7,3	3,0	-	0
	MR-03	MR-11	92	10	10,9	5,0	-	0
	MR-03	MR-12	105	12	11,4	4,0	-	0
	MR-03	MR-13	110	4	3,6	6,0	-	0
	MR-03	Reglindis	137	36	26,3	6,5	-	0
	MR-09	MR-03	89	7	7,9	6,0	-	0
	MR-09	MR-10	82	27	32,9	6,6	1,5	0
	MR-09	MR-11	88	19	21,6	6,8	2,0	0
	MR-09	MR-13	80	11	13,8	7,0	2,2	0
	MR-09	Rubinola	127	46	36,2	6,5	2,0	0
	MR-10	MR-12	101	15	14,9	4,0	0,9	0
	MR-10	MR-13	112	6	5,4	3,0	-	0
	MR-10	Rubinola	129	9	7,0	6,3	1,4	0
	MR-11	MR-10	86	30	34,9	6,7	-	0
	MR-11	MR-13	98	2	2,0	-	-	-
	MR-11	Rubinola	108	20	18,5	6,8	0,8	0
	MR-12	MR-09	94	9	9,6	10,0	-	0
	MR-12	MR-11	52	6	10,9	-	-	-
	MR-12	MR-13	68	6	8,8	7,0	-	0
	MR-12	Reglindis	101	15	14,9	8,5	-	0
	MR-13	Reglindis	108	34	31,5	6,0	0,7	0

keresz- tezés éve	keresztelési kombináció		megporzott virág (db)	betakarított gyümölcs (db)	végső kötődés (%)	ép magok száma		parthenokarp gyümölcsök (db)
	anyafajta	apafajta				átlag (db)	szórás	
2009	MR-03	MR-09	54	10	18,5	6,3	2,1	0
	MR-03	MR-10	58	10	17,2	5,9	1,7	0
	MR-03	MR-11	60	20	33,3	6,8	1,9	0
	MR-03	MR-12	74	13	17,6	3,9	1,6	0
	MR-03	MR-13	89	16	18,0	5,5	1,8	0
	MR-03	Reglindis	65	25	38,5	7,0	1,2	0
	MR-03	Rubinola	78	18	23,1	7,3	1,6	0
	MR-03	Florina	59	5	8,5	5,0	2,4	0
	MR-03	Prima	89	13	14,6	6,1	2,0	0
	MR-09	MR-03	63	20	31,7	6,6	2,2	0
	MR-09	MR-10	70	21	30,0	-	-	-
	MR-09	MR-11	58	24	41,4	6,5	1,4	0
	MR-09	MR-12	45	11	24,4	6,6	1,5	0
	MR-09	MR-13	64	24	37,5	7,3	1,6	0
	MR-09	Reglindis	50	18	36,0	8,0	-	-
	MR-09	Rubinola	71	26	36,6	6,4	1,6	0
	MR-09	Prima	54	22	40,7	-	-	-
	MR-10	MR-03	50	10	20,0	6,8	3,3	1
	MR-10	MR-09	56	14	25,0	6,0	-	-
	MR-10	MR-11	56	7	12,5	3,7	-	-
	MR-10	MR-12	51	16	31,4	5,0	1,8	0
	MR-10	MR-13	57	0	0,0	-	-	-
	MR-10	Reglindis	50	14	28,0	7,5	1,9	0
	MR-10	Rubinola	50	7	14,0	4,7	-	-
	MR-10	Florina	46	3	6,5	2,0	-	-
	MR-10	Prima	53	4	7,5	1,5	-	-
	MR-11	MR-03	55	2	3,6	5,7	-	-
	MR-11	MR-09	51	6	11,8	4,8	1,0	0
	MR-11	MR-10	64	12	18,8	5,4	1,4	0
	MR-11	MR-12	62	9	14,5	7,0	1,4	0
	MR-11	MR-13	65	17	26,2	5,6	1,5	0
	MR-11	Reglindis	47	14	29,8	6,3	1,5	0
	MR-11	Rubinola	68	21	30,9	5,5	2,9	0
	MR-11	Florina	71	9	12,7	4,6	1,6	0
	MR-11	Prima	60	6	10,0	3,5	1,7	0
	MR-11	Liberty	55	0	0,0	-	-	-
	MR-12	MR-03	60	0	0,0	2,5	-	0
	MR-12	MR-09	62	5	8,1	10,5	-	0
	MR-12	MR-10	69	3	4,3	4,4	3,6	1
	MR-12	MR-11	52	11	21,2	9,8	2,5	0
	MR-12	MR-13	58	15	25,9	5,4	1,9	0
	MR-12	Reglindis	54	17	31,5	10,9	4,4	0
	MR-12	Rubinola	52	12	23,1	9,0	2,1	0
	MR-12	Florina	51	17	33,3	7,8	3,9	0
	MR-12	Prima	59	23	39,0	3,5	2,1	2
	MR-13	MR-03	54	8	14,8	-	-	-
	MR-13	MR-09	50	3	6,0	-	-	-
	MR-13	MR-10	56	14	25,0	-	-	-
	MR-13	MR-11	57	12	21,1	-	-	-
	MR-13	MR-12	56	10	17,9	-	-	-
	MR-13	MR-13	43	6	14,0	-	-	-
	MR-13	Reglindis	56	10	17,9	-	-	-
	MR-13	Rubinola	63	10	15,9	-	-	-
	MR-13	Florina	65	10	15,4	-	-	-
	MR-13	Prima	66	5	7,6	-	-	-

10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönöm témavezetőm, **Dr. Tóth Magdolna** segítségét és a munkám feltételeinek, nyugodt háttérének biztosítását, valamint a szakmai segítséget.

Köszönet **Dr. Halász Júliának** a ploiditásvizsgálati módszer bemutatásáért és **Forgács Istvánnak** a minták előkészítéséért. Köszönet továbbá **Kotogány Editnek** az áramlási citométeres mérések elvégzésében nyújtott segítségét.

Köszönet a keresztezési munkákban nyújtott hatalmas segítségért **Petróné Pázmándy Ildikónak**, **Király Ildikónak**, **Elek Ritának**, **Szénégető Ingridnek**, **Németh Szilviának** és **Ficzek Gittának**.

Köszönet a statisztikai módszerek bemutatásáért **Gaál Mártának**.

Köszönettel tartozom **Bodor Zoltánnak** – testvéremnek – a laboratóriumi mérésekben, adatfelvételezésben és a minták kezelésében nyújtott segítségért.

Köszönöm családomnak a biztatást, a támogatást a nehéz pillanatokban is; külön köszönet édesapámnak, **Bodor Péternek** a szakmai tanácsokért.

Végül ezúton szeretném megköszönni a BCE **Gyümölcsstermő Növények Tanszék** valamennyi munkatársának segítőkészségét és kedvességét.