



Doktori (PhD) értekezés tézisei

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

Bodor Péter

Témavezető: Dr. Tóth Magdolna, DSc
egyetemi tanár

Budapesti Corvinus Egyetem
Gyümölcsstermő 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

1. BEVEZETÉS

Az alma a világ negyedik legnagyobb mennyiségben termelt gyümölcse, a mérsékelt égövben pedig a legjelentősebb gyümölcsfaj. Magyarországon is – mennyiségét tekintve – a legjelentősebb gyümölcsfaj.

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.

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 termésmennyiség 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.

A virágzási és termékenyülési viszonyok ismerete 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.

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 együttlirágzásának 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 ismertett és a vizsgálatainkkal egyidőben vizsgált S-allél kompatibilitási rendszerrel
 - a pollentömlőfejlesztő-képesség (*in vitro*) meghatározása
 - a ploiditás meghatározása
3. Metaxeniás hatások vizsgálata az irányított keresztezésből származó gyümölcsök minőségi paraméterein keresztül
4. A fenti célkitűzésekből származó eredmények fényében fajtatársítási javaslatok megtétele

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. 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.

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.

3.2. A vizsgálatba vont fajták

Kísérleteinkben varasodás-rezisztens almafajtákat és több betegséggel szemben ellenálló hazai fajtajelölteket vizsgáltunk (1. táblázat).

1. 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	Reanda	Freedom	Baujade	Produkta
MR-09	Reinders	Reglindis	Liberty	Florina	Rajka
MR-10	Delicious	Reka	Prima	X6398	Resista
MR-11	Idared	Remo	Priscilla		Rubinola
MR-12		Renora			Topaz
MR-13		Resi			
		Retina			
		Rewena			

3.3. Virágzási tulajdonságok vizsgálata

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

3.3.2. Virágzási időcsoportok kialakítása

A virágásfenológiai 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 értékeltük (Vargha, 2007).

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 évjáratokban, amikor egy fajta igen kései, vagy igen korai virágzása miatt külön csoport kialakítására lehet szükség.

3.3.3. Együttvirágzás értékelése

A vizsgálatba vont fajták együttvirágzását virágzási fenogramjaik 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. A területek kiszámításának leegyszerűsítésére a MATLAB szoftverrel programot készítettünk.

3.4. Termékenyülési viszonyok vizsgálata

3.4.1. 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. Izolátorként pergamen zacskókat használtunk, melyeket 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.

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

A gyümölcskötődési adatokat az összevethetőség érdekében százalékos formában kezeltük. A gyümölcskötődést a természetes gyümölcshullási periódusoknak megfelelően (tisztuló hullás után, a júniusi hullást követően és a szüret előtt) három időpontban végeztük el.

3.4.2. 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 Gyümölcsstermő Növények Tanszéken kidolgozott módszernek megfelelően virágzatonként 2-2, oldalsó helyzetű virágot kasztráltunk, csipesszel eltávolítottuk a szíromleveleket és a portokokat. A megporzást egyszer végeztük el, egy éven keresztül fagyasztoóban tárolt pollennel. A keresztezési kísérletekben izolátort nem alkalmaztunk. A gyümölcskötődést a fentebb ismertetett három időpontban értékeltük.

3.4.3. 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 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).

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.

3.4.4. Pollentömlő-fejlesztési vizsgálatok

Pollentömlő-fejlesztési vizsgálatokat *in vitro* körülmények között végeztünk. 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, majd 10%-os szacharóz oldatot hozzáadása után szobahőmérsékleten, 6 órát hagytunk a mintáknak a pollentömlő-fejlesztés megindulására. A hat óra letelte után egy-egy csepp kármin-ecetsavval megfestettük és lezártuk a mintákat, ezzel megállítottuk a pollentömlők további növekedését is.

Fajtánként mintegy 400-500 pollenszemet vizsgáltunk meg, a pollentömlőfejlesztési-erélyt százalékos formában határoztuk meg.

3.5. Gyümölcsminőség vizsgálata / metaxénia értékelése

Metaxénia vizsgálatokat az irányított keresztezésekből származó gyümölcsökön tudtunk végezni. 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.

Küllemi tulajdonságok közül a gyümölcsök átmérőjét, magasságát, tömegét, színét, kocsányhosszát mértük, beltartalmi értékek közül a húskeménységet, cukor- és savtartalmat határoztuk meg.

Ahol a nagy mintaelemszám, illetve az adatok normál eloszlása lehetővé tette varianciánálízist alkalmaztunk, kisebb mintaelemszám, illetve eltérő szórások esetén a nem paraméteres próbák közül a Kruskal-Wallis próbát alkalmaztuk az összes kombináció együttes értékeléséhez, illetve a csoportok kialakításához Mann-Whitney próbát végeztünk.

4. EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

4.1. A vizsgálatba vont fajták és fajtajelöltek virágzási ideje és sorrendje, virágzási időcsoportok kialakítása

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 virágzás-fenológiai megfigyeléseket. A 2. táblázatban a 2006-os szigetcsépi megfigyeléseink alapján mutatjuk be a vizsgálatba vont fajták virágzásdinamikáját, az adott napon megfigyelt kinyílt virágok százalékos arányával. Szürkével jelöltük a fővirágzás időszakát, amikor 25% felett volt a kinyílt virágok mennyisége. A virágzási sorrendet a fővirágzás alapján állapítottuk meg, mivel a fajták együttvirágzása, illetve kölcsönös pollenellátása szempontjából ez az időszak a legmeghatározóbb.

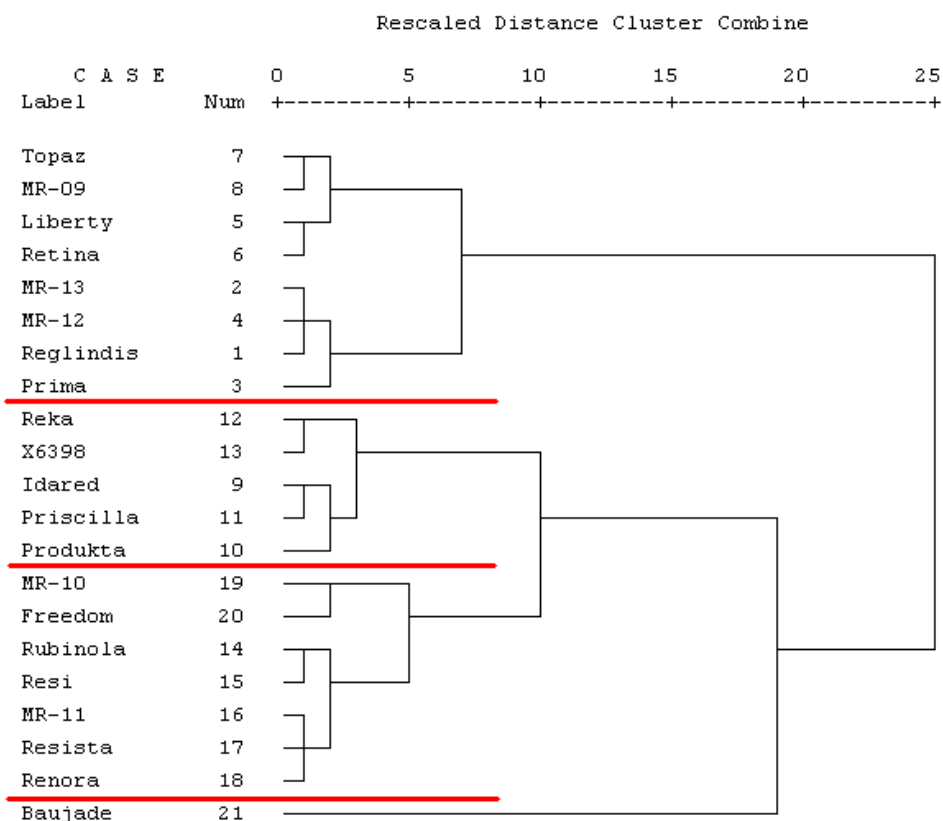
2. táblázat: A vizsgálatba vont fajták virágzásdinamikája (Szigetcsép 2006)

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)

A virágzási időcsoportok kialakítását a 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 felülbírálta a

klaszteranalízis az általunk kialakított csoportosítást, amire számítottunk is, mivel a virágzási időben előrehaladva, a fajtulajdonság 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 (1. ábra).



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

A négy szigetcsépi illetve a három soroksári vizsgálati évben nem tapasztaltunk teljesen azonos virágnylási sorrendet, ugyanakkor a legtöbb fajta viszonylag stabil helyet foglal el a virágzási sorrendben, a vizsgált fajtacsoporton belül.

A legstabilabb virágzási idejű fajták alkalmasak lehetnek további virágzásfenológiai vizsgálatok referencifajtáiként (3. táblázat). 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.

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 referencifajtaként való alkalmazásra, másrészt előrejelzi az esetleges termékenyülési problémáit.

3. 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

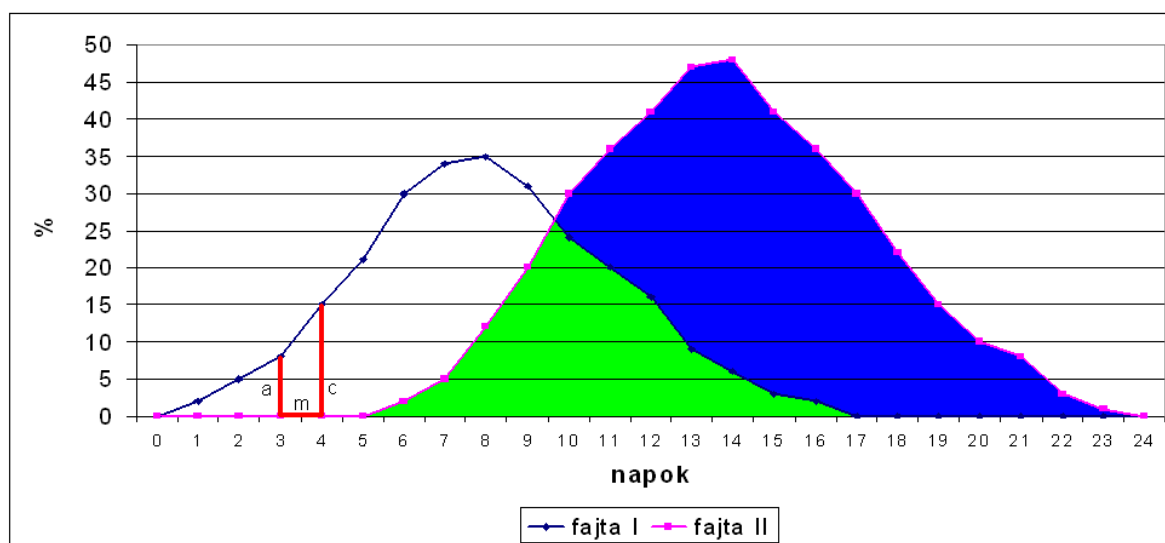
További varasodás-rezisztens almafajták virágzásfenológiai tulajdonságait vizsgáló kísérletekben tehát a fentebb említett két fajta bevonását javasoljuk, ezzel megfelelő keretet adhatunk a megfigyeléseknek, és elkerülhetjük a többi fajta téves besorolását; kiküszöbölhetjük például az egyébként közép-korai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

Nehezebb feladat a virágzási időszak közepéről megfelelő referencifajtát választani. Bár kevésbé stabil, de viszonylag megbízhatóan a középidőszakban virágzik a 'Produkta' fajta.

Helyesen megválasztott referencifajtákkal 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.

4.2. Fajták együttvirágzása

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 görbék alatti terület kiszámítására egyenletrendszert dolgoztunk ki, az egymás utáni napok virágnyílási értéke a fenogram görbéjét kis trapézokra bontja, melyek összege megadja a görbe alatti teljes területet (2. ábra).



2. ábra: Virágzási fenogramok közös területének meghatározása

A 4. táblázatban mutatjuk be vizsgált fajták együttvirágzását a négy szigetcsépi vizsgálati év átlagában. A táblázat 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 az MR-13 virágzása 83%-ban fedte le a 'Reglindis'-ét, míg a 'Reglindis' 96%-ban fedte az MR-13 virágzási idejét.

Az együttvirágzás 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)

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

		pollenadó fajta																							
		Reglindis	Prima	Liberty	Retina	Topaz	MR-09	Idared	Produkta	Priscilla	Reka	X-63-97	Rubinola	Resi	Resista	Renora	MR-10	Freedom	Baujade	MR-13	MR-12	MR-11	Rajka	MR-03	Golden R.
megporzandó fajta	Reglindis	A	79	66	76	67	57	58	49	32	55	52	54	37	31	38	34	32	13	83	77	43	83	72	23
	Prima	90	A	69	79	69	66	69	52	36	65	58	60	42	37	43	40	38	13	86	88	57	89	79	32
	Liberty	79	73	A	83	81	82	77	69	49	68	67	61	54	46	57	51	47	23	72	82	54	81	84	41
	Retina	77	70	74	A	83	66	64	59	47	65	61	70	44	38	52	37	41	19	68	76	56	97	80	28
	Topaz	67	59	69	81	A	64	64	62	51	70	66	79	57	48	63	49	50	22	58	64	58	85	80	30
	MR-09	71	72	85	82	80	A	82	78	53	76	77	66	64	56	69	62	58	27	68	79	77	81	94	57
	Idared	72	73	82	81	83	82	A	76	52	81	79	75	61	54	67	57	56	23	69	79	76	91	97	43
	Produkta	74	68	86	87	90	93	89	A	68	89	89	78	73	64	79	68	66	33	68	71	82	88	98	60
	Priscilla	51	50	64	66	70	65	61	65	A	66	68	67	76	74	72	63	81	52	33	37	86	64	70	64
	Reka	62	64	66	77	81	69	74	69	55	A	87	86	70	63	75	63	64	32	60	69	87	83	91	50
	X-63-97	63	62	69	75	80	74	77	73	58	91	A	85	77	69	81	66	70	37	57	63	91	87	100	56
	Rubinola	55	53	54	73	82	53	60	54	51	78	73	A	68	61	72	54	60	32	46	54	82	84	85	37
	Resi	41	42	51	49	61	55	52	52	65	66	70	70	A	89	88	74	87	50	33	35	86	57	77	77
	Resista	30	32	40	37	47	43	41	41	59	53	56	57	80	A	80	70	89	58	24	28	80	44	74	78
	Renora	40	39	50	57	63	55	53	54	57	67	70	70	83	82	A	79	80	47	36	39	83	53	80	78
	MR-10	40	37	45	47	54	52	51	52	56	61	62	58	72	72	83	A	76	55	41	40	71	32	57	71
	Freedom	31	33	40	39	48	43	42	41	63	55	57	56	77	87	76	71	A	64	23	25	78	47	72	74
	Baujade	14	12	22	21	23	23	19	24	51	27	32	30	50	62	49	59	70	A	12	14	42	16	35	57
	MR-13	96	88	70	91	69	72	68	64	36	64	58	52	39	29	42	39	29	14	A	88	36	88	64	12
	MR-12	85	86	77	94	71	78	72	62	38	66	57	54	38	31	43	38	28	14	84	A	40	84	67	20
MR-11	51	62	58	50	68	68	69	55	51	82	85	89	90	90	91	76	87	45	31	34	A	81	100	73	
Rajka	81	76	72	82	89	55	64	45	30	71	61	84	45	43	50	37	47	14	73	92	63	A	80	32	
MR-03	61	58	68	62	76	59	62	51	34	70	64	74	53	59	64	54	59	27	65	91	48	72	A	44	
Golden R.	26	31	44	28	37	45	35	36	58	48	46	42	74	90	87	96	88	59	14	30	57	18	62	A	

Megállapítottuk, 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.

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.

4.3. Öntermékenyülés és parthenokarpia vizsgálata

A várakozásoknak megfelelően igen gyenge gyümölcskötődést tapasztaltunk a természetes öntermékenyülési kísérletekben. 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.

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.

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.

4.4. Gyümölcskötődés értékelése irányított megporzás esetén

Rezisztens fajták és fajtajelöltek között három évben (2005-ben Szigetcsépen; 2008-2009-ben Soroksáron) keresztezéseket, 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.

Fischer (2002) alapján, 8%-os gyümölcskötődés alatt inkompatibilisnek tekintettük a kombinációt, bár egyes szerzők szerint inkompatibilisnek csak akkor tekinthetünk egy kombinációt, ha abból gyümölcs egyáltalán nem keletkezik (Nyéki, 1996). 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 × MR-03, MR-11 × Liberty', MR-12 × MR-03, MR-12 × MR-10, MR-13 × MR-09 és MR-13 × 'Prima') ilyen kombináció volt.

Almafajták kölcsönös termékenyüléséért 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 × 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 × 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.

4.5 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, fajtajelöltjeink között pedig morfológiai adottságaikból eredően korábban mi is triploidnak gondoltunk, az áramlási

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

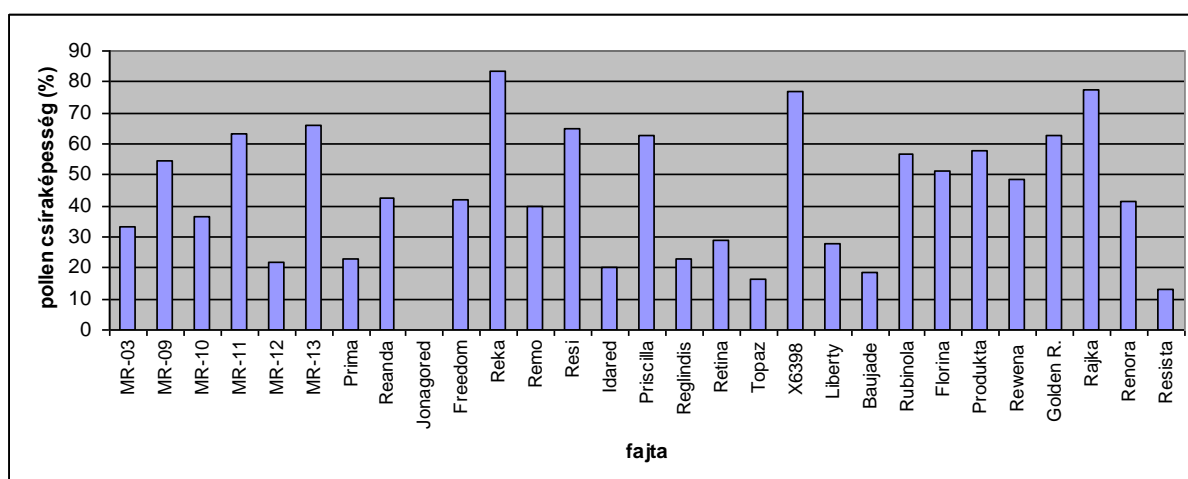
Fajtatársítás szempontjából ez a mérési eredmény kedvező, hiszen nem kell a triploid fajták pollensterilitása miatt további pollenadót bevonni.

4.6. 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 tárolás hatására a pollentömlőfejlesztési-képesség 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.

Frissen szedett pollenminták esetén 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 sterilítást. Érdekes eredmény azonban, hogy a szakirodalomban szintén triploidként említett 'Liberty' fajta 2009-ben közel 30%-os pollentömlő-fejlesztést produkált (3. ábra) illetve 2007-ben is 15% felett teljesített.



3. ábra: Pollentömlő-fejlesztés alakulása 2009-ben

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 is elmaradt a 15%-os szinttől.

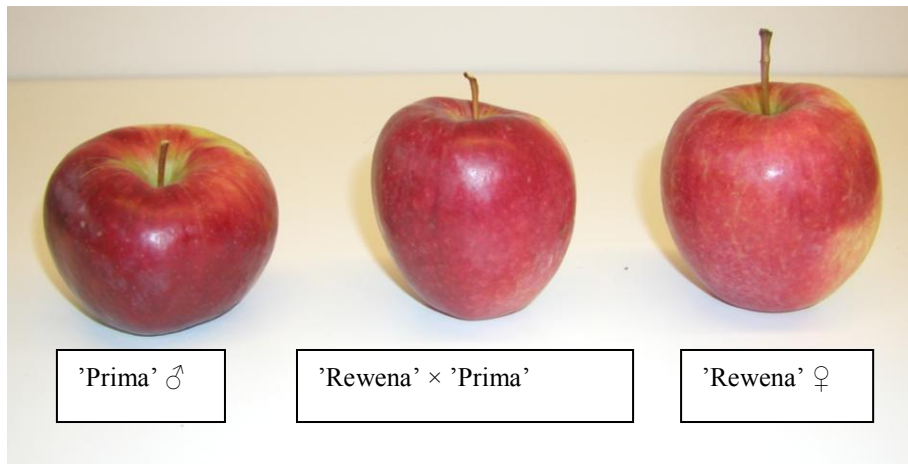
Mivel a két évjárat között igen nagy eltérések adódtak, a vizsgálat megismétlése elengedhetetlen további évjáratokban.

4.7. Gyümölcsminőség / metaxénia értékelése

Metaxénia vizsgálataink során igazoltuk a jelenség létezését, mind a gyümölcsök küllemi tulajdonságain, mind a beltartalmi értékek esetében. Az 4. ábrán például a pollenadó fajta gyümölcsméretre, -színre, és kocsányhosszra gyakorolt hatását szemléltetjük.

Ugyanakkor megállapítottuk, hogy a fajtatársítás szempontrendszere annyira összetett, hogy az esetlegesen fellépő metaxénia hatások csak kiegészítő jelleggel, néhány alapelv szem előtt tartásával vehetők figyelembe. Különböző termesztési célok mellett a következő alapelvek lehetnek irányadók:

- ❖ Termesztési cél: friss fogyasztás → küllemi tulajdonságok PI:
 - gyümölcsszín: fedőszínnel rendelkező és fedőszín nélküli fajták külön táblába telepítése
 - gyümölcshalak: 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 PI:
 - cukor- és savtartalom, lékihozatal és abszorbanancia: egy kisebb termőképességű, de kiváló gyümölcsminőségű pollenadó fajta kedvezően befolyásolhatja a fő fajta beltartalmi értékeit.



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

4.8. 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. Az 5. 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. Az 5. 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. Az 5. 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.

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

Fajta	Virágzási időcsoport	Stabilitás	S-genotípus	Pollentömlőfejlesztési-erély*	Érés idő	Fedőszin
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 ₇	+	IX.k	van
Renora	középkései-kései	3-1	?	+	X.e.	van
MR-11	középkései-kései	3-2	S ₁₀ S ₇	++	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): -

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A virágzásfenológiai módszerek értékelése során, a fajták együttvirágzásának 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 együttvirágzását.
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. Virágzás-fenológiai és termékenyülés-biológiai 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 referencifajtának is alkalmasnak tartjuk a stabilan korai virágzású 'Reglindis' és stabilan legkésőbbi virágzású 'Baujade' fajtákat.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. De Nettancourt D. (1997): Incompatibility in angiosperms. *Sex. Plant Reprod.* 10:185-189.
2. Fischer C. (2002): Blüh- und Befruchtungsverhalten beim Apfel. *Erwerbsobstbau* 44 (14):33-39.
3. Galbraith D. W., Harkins K. R., MAddox J. M., Ayres N. M., Shamra D. P., Firoozabady E. (1983): Rapid Flow Cytometric Analysis of the Cell-Cycle in Intact Plant-Tissues. *Science* 220:1049-1051.
4. Halász J. (2008): A kajszi önmeddőségét meghatározó S-allél-rendszer molekuláris háttere. Doktori értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Genetika és Növénynevelés Tanszék.
5. Halász J. (2009): Termékenyülési viszonyokat meghatározó paraméterek. 7. p. In: Tóth M. (Szerk.) *Versenyképes gyümölcsvertikum*. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
6. 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.
7. 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.
8. Soltész M. (1992): Virágzásfenológiai adatok és összefüggések hasznosítása az almaültetvények fajtatársításában. Doktori értekezés. MTA, Budapest.
9. Tóth M., Nyéki J., Gyúró F. (1975): Üzemi fajtakísérletek metodikája. Kézirat.
10. Tóth M. (2001): Alma. 33-107. p. In: G. Tóth M. (Szerk.) *Gyümölcsészet*. Primom, Nyíregyháza.
11. Vargha A. (2007): Matematikai Statisztika pszichológiai, nyelvészeti és biológiai alkalmazásokkal. Második kiadás. Pólya, Budapest.
12. Wertheim S. J. (1996): Methods for cross pollination and flowering assessment and their interpretation. *Acta Hort.* 423:237-242.

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT KÖZLEMÉNYEK

NEM IMPAKT FAKTOROS FOLYÓIRATCIKKEK

Tóth M., Gaál M., Bodor P. (2005): Metaxenic pollen effect of scab resistant apple cultivars on the fruit of apple. *International Journal of Horticultural Science*. 11. (3):47-52. p

Tóth M., Gaál M., Bodor P. (2005): Varasodás-rezisztens almafajták virágporának metaxeniás hatása megporzott almafajták gyümölcsein. "A fajtaválaszték fejlesztése a kertészetben". *Kertgazdaság, Különkiadás*. 33-43. p

Bodor P., Gaál M., Tóth M. (2008): Metaxenia in Apples cv. 'Rewena', 'Relinda', 'Baujade' as Influenced by Scab Resistant Pollinizers. *International Journal of Horticultural Science*. 14. (3): 11-14. p.

Bodor P., Tóth M. (2008): Floral phenology investigation of scab resistant apple varieties and multi-resistant candidates - bred in Hungary - in 2007-2008. *International Journal of Horticultural Science*. 14. (4): 7-10. p.

Bodor P., Tóth M. (2008): Varasodásrezisztens almafajták és hazai fajtajelöltek virágzásmenete 2008-ban végzett virágzásfenológiai vizsgálatok alapján. *Kertgazdaság*. 40 (3): 24-31. p.

EGYÉB ÉRTÉKELHETŐ CIKK

Bodor P., Tóth M. (2009): A fajtatársítás szempontjai és lehetőségei rezisztens almafajták és hazai fajtajelöltek esetén. *Agrofórum extra*. 28: 22-23. p.

MAGYAR NYELVŰ KONFERENCIAKIADVÁNYOK (FULL PAPER)

Bodor P., Tóth M. (2008): Hazai nemesítésű varasodásrezisztens alma-fajtajelöltek virágzásfenológiai és termékenyülésbiológiai jellemzői. XIV. Ifjúsági Tudományos Fórum (április 3.), Keszthely. CD-ROM (ISBN 978-963-9639-24-9) 431-435. p.

Bodor P., Tóth M. (2008): Varasodásrezisztens almafajták és magyar fajtajelöltek virágzásfenológiai és termékenyülésbiológiai jellemzői. Acta Scientiarum Transylvanica. 16 (2): 5-15. p.

Bodor P., Tóth M. (2009): Almafajták virágzásdinamikai meghatározásának módszerei – tapasztalatok a hazai nemesítésű fajtajelöltek értékelése során. Hagyomány és haladás a növénynemesítésben. XV. Növénynemesítési Tudományos Napok (március 17.) Budapest. 41-46. p.

MAGYAR NYELVŰ KONFERENCIAKIADVÁNYOK (ABSTRACT)

Bodor P., Tóth M. (2007): Varasodásrezisztens almafajták és hazai fajtajelöltek virágzásfenológiai és termékenyülésbiológiai jellemzői. Lippay János - Ormos Imre - Vas Károly Tudományos ülészek (november 7-8.) Budapest, összefoglalók. 144-145. p.

Bodor P., Tóth M. (2008): Hazai nemesítésű alma-fajtajelöltek virágzásfenológiai és termékenyülésbiológiai jellemzői. XIV. Növénynemesítési Tudományos Napok (március 12.) Budapest, összefoglalók. 135. p.

Bodor P., Tóth M. (2009): Több betegséggel szemben ellenálló alma-fajtajelöltek kölcsönös termékenyülési viszonyainak értékelése. Lippay János -Ormos Imre - Vas Károly Tudományos ülészek (október 28-30.) Budapest, összefoglalók. 136-137. p.

ANGOL NYELVŰ KONFERENCIAKIADVÁNYOK (FULL PAPER)

Bodor P., M. Tóth (2008): Floral phenology and fruit set investigation of scab resistant apple varieties in Hungary 2007-2008. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine. 65 (1): 242-247. p.

Bodor P., Tóth M. (2008): Floral phenology and fructification features of multi-resistant Apple candidate varieties in 2008. ICoSTAF2008 (november 5-6) Szeged. 248-253. p.