

Budapesti Corvinus Egyetem

**A VIRÁGRÜGY- ÉS GYÜMÖLCSFEJLŐDÉS FENOLÓGIAI,
MORFOLÓGIAI ÉS BIOKÉMIAI JELLEMZÉSE FONTOSABB
KAJSZIFAJTÁK ESETÉBEN**

Doktori (PhD) értekezés

Németh Szilvia

Témavezető: Dr. Szalay László, PhD
egyetemi docens

Budapest

2012.

**A doktori iskola
megnevezése:** Kertészettudományi Doktori Iskola

tudományága: Növénytermesztési és kertészeti tudományok

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

Témavezető: Dr. Szalay László
egyetemi docens, PhD
Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Gyümölcsstermő 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, azért az értekezés védési eljárásra bocsátható.

.....
Dr. Tóth Magdolna
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
Dr. Szalay László
A témavezető jóváhagyása

A Budapesti Corvinus Egyetem Élettudományi Területi Doktori Tanácsának 2012. március 6-i határozatában a nyilvános vita lefolytatására az alábbi bíráló Bizottságot jelölte ki:

BÍRÁLÓ BIZOTTSÁG:

Elnöke

Pedryc Andrzej, DSc

Tagjai

Horváthné Petróczy Marietta, PhD

Papp István, PhD

Pénzes Béla, CSc

Surányi Dezső, DSc

Opponensek

Kocsisné Molnár Gitta, PhD

Szabó Zoltán, DSc

Titkár

Horváthné Petróczy Marietta, PhD

TARTALOMJEGYZÉK

1	BEVEZETÉS.....	3
2	IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	5
2.1	A kajszitermesztés helyzete a világon és hazánkban.....	5
2.2	A kajszi őshazája és elterjedése.....	7
2.3	Virágrügyfejlődés a nyugalmi állapot során.....	8
2.3.1	Előnyugalom.....	8
2.3.2	Mély- és kényszernyugalom.....	11
2.4	A virágrügyek fagytűrése.....	14
2.4.1	A stresszenzimek szerepe a fagytűrésben a téli nyugalom alatt.....	16
2.4.2	A virágrügyek szénhidrát-tartalmának változása a rügynyugalom alatt.....	18
2.5	Virágzás.....	19
2.6	Gyümölcsfejlődés és -érés.....	20
2.7	A kajszi gyümölcsök minőségét meghatározó beltartalmi jellemzők.....	21
2.7.1	Szerves sav tartalom.....	22
2.7.2	Cukor- és szorbitol tartalom.....	22
2.7.3	Karotinoidok.....	23
2.7.4	Polifenolok.....	24
3	CÉLKITŰZÉS.....	26
4	ANYAG ÉS MÓDSZER.....	27
4.1	A vizsgálatok helye, ideje, környezeti adottságai.....	27
4.1.1	A vizsgálati évek hőmérsékleti adatai.....	28
4.2	A vizsgált fajták.....	28
4.3	A virágrügyfejlődés fenológiai folyamatának vizsgálati módszerei.....	30
4.3.1	A virágrügyfejlődés előnyugalmi szakaszának vizsgálata.....	30
4.3.2	A pollenfejlődés vizsgálata.....	30
4.3.2.1	A mikrosporogenezis folyamatának vizsgálati módszerei.....	30
4.3.2.2	Elektronmikroszkópos vizsgálati módszerek.....	31
4.3.3	A fenológiai vizsgálatok statisztikai értékelése.....	32
4.4	Virágrügyek stressztűrésének vizsgálati módszerei.....	32
4.4.1	Az enzimaktivitás meghatározása.....	32
4.4.2	A virágrügyek cukor- és szorbitol-tartalmának meghatározása.....	33
4.5	Gyümölcsfejlődés és -érés vizsgálatának módszerei.....	34
4.5.1	Fizikai paraméterek vizsgálata.....	34

4.5.2	Beltartalmi paraméterek vizsgálata	35
4.5.2.1	Cukor-, szorbitol- és savtartalom meghatározása.....	35
4.5.2.2	Béta-karotin tartalom meghatározása	36
4.5.2.3	Polifenol-tartalom meghatározása	37
4.5.3	A beltartalmi vizsgálatok statisztikai értékelése.....	37
5	EREDMÉNYEK.....	40
5.1	Virágrügyfejlődés	40
5.1.1	Virágrügyfejlődés az előnyugalom alatt.....	40
5.1.2	Mikrosporogenezis és mikrogametogenezis vizsgálata.....	49
5.1.3	Szövet- és sejttani vizsgálatok eredményei	51
5.1.4	Pollenek morfológiai elemzése.....	58
5.2	A virágrügyek stressztűrése.....	64
5.2.1	Az abiotikus stressztűrés nyomon követése az enzimaktivitás változásával.....	64
5.2.2	A virágrügyek cukor- és szorbitol-tartalmának változása a hideg stressz hatására...	69
5.3	Kajsizfajták gyümölcsfejlődésének és –érésének vizsgálata.....	73
5.3.1	A gyümölcs fizikai paramétereinek változása	73
5.3.2	Szerves savtartalom, cukor- és szorbitoltartalom változása a gyümölcsfejlődés és érés során	78
5.3.3	Béta-karotin tartalom változása az érés során	92
5.3.4	Polifenol-tartalom változása az érés során	94
	Új tudományos eredmények	95
6	AZ EREDMÉNYEK MEGVITATÁSA, KÖVETKEZTETÉSEK.....	96
6.1	Virágrügyfejlődés, pollen morfológia	96
6.2	Virágrügyek fagyűrése, stressz enzimek és a felhalmozódó szénhidrátok szerepe.....	98
6.3	Gyümölcsfejlődés során bekövetkező változások, a vizsgálatba vont fajták beltartalmi paramétereit	100
7	ÖSSZEFOGLALÁS	104
8	SUMMARY	107
9	MELLÉKLETEK	110
	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	143

1 BEVEZETÉS

A kajszi (*Prunus armeniaca* L.) beltartalmi jellemzői, különösen speciális íz- és aromaanyagai miatt fontos csonthéjas gyümölcsünk. A világ összes kajszi termése 3,8 millió tonna évente, Európában a termésmennyiség 800 - 900 ezer tonna körül mozog, hazánkban pedig 30 - 40 ezer tonna évjárattól függően. A kajszi Magyarországon nem őshonos faj, hazánk a természetesség északi határán fekszik, ezért termesztése nehezebb feladat a kontinentális klímára jellemző hideg telek, illetve ingadozó tavaszi időjárás miatt, mint az itt őshonos gyümölcsfajoké. Az alacsony hőmérséklet a reprodukív fejlődés során okozhat számos olyan változást, amely miatt alacsony lesz a termésmennyiség. Ilyenek például a rügyek és virágok elfagyása, a pollen sterilitása, a pollentömlő, illetve az embriózsák torzulása, valamint a csökkent gyümölcskötődés.

Az utóbbi időben a kajszinemesítésben egyre nagyobb hangsúlyt kap a fagyűrész növelése. Az áttelelő szervek közül a virágrügyek a legfagyérzékenyebbek. Emellett a következő évi terméshozás szempontjából nagyon fontos, hogy épségben vészeljék át a telet és tavasszal kihajtsanak. Fagyűrészük változása szoros összefüggésben van a fejlődési ütemükkel és a növényen való elhelyezkedésükkel, ezért fontos megismerni a kajszi rügynyugalma alatt lejátszódó fenológiai folyamatokat és morfológiai jellemzőket. Az abiotikus stresszhatásokra a növények különbözőképpen reagálnak. A válaszreakciók nemcsak a fajtól, illetve fajtától, hanem az ökológiai viszonyoktól is nagymértékben függenek. Ezért fontos feladat megvizsgálni az egyes kajszifajták virágrügyeiben lejátszódó biokémiai folyamatokat a fagy hatására. A hagyományos, régi kajsziültetvényekben a termés döntő többsége a rövid nyársakon képződött. A korszerű, intenzív ültetvényekben azonban a terméshozás nagy része a hosszú vesszőkre helyeződik át. A virágrügyek fejlődési ütemét, fagy- és téltűrésüket tehát külön kell vizsgálnunk a különböző termőrész típusokon, hogy pontos képet kapjunk az említett folyamatokról.

A kajszinemesítés másik nagy feladata a gyümölcsminőség javítása. A kajszi felhasználása igen sokoldalú. A friss piaci értékesítésben növekszik a kajszi jelentősége, emellett egyre nagyobb teret hódítanak a kiemelkedő minőségű és gyümölcsstartalmú feldolgozott termékek a fogyasztók körében. A kajsziából számos kiváló termék készíthető. Magyarországon átlagosan az ipari feldolgozás aránya 15-20%, a friss fogyasztásé 20-30%, a házi feldolgozásé 20-30% és az export 10-15%-a az összes kajszi termésnek. A gyümölcs minőségét, felhasználhatóságát, számos egyéb tényező mellett, a fajta és az érettségi állapot alapvetően befolyásolja. A gyümölcsök fejlődése és érése során lejátszó folyamatok részletes megismerése ezért fontos kutatási terület. A kajszi a humán táplálkozás szempontjából sok értékes összetevőt tartalmaz, így fogyasztása fontos része az egészséges életmódnak és a többi gyümölcsfajjal együtt a korszerű táplálkozásnak. Az egészségvédő összetevők közül kiemelkedő jelentőségűek a

polifenolok és a karotinoidok. A kajszii gyümölcse különböző mennyiségben tartalmaz polifenolokat, illetve gazdag karotinoid forrás, a teljes karotinoid tartalom 50%-a β -karotin. A megfelelő íz szempontjából fontos a kiegyensúlyozott sav- és cukortartalom. A gyümölcsök fizikai paraméterei és beltartalmi értékei a gyümölcsfejlődés és érés során folyamatosan változnak. A különböző felhasználási célokra való alkalmasság, valamint az optimális szüreti időpont meghatározásához elengedhetetlen a gyümölcsökben lejátszódó folyamatok pontos ismerete.

A termés kialakulása hosszú folyamat, a virágrügyek fejlődésének kezdetétől a gyümölcsök éréséig tart. Ennek a folyamatnak az egyes részletei eltérő mértékben ismertek. A magyar fajták esetében leginkább kutatott terület a virágzás, ezzel mi részletesen nem foglalkoztunk. Sokkal kevesebb ismeretanyag áll rendelkezésünkre a kajszii virágrügyfejlődés, gyümölcsfejlődés és az érés folyamatairól. Munkánk során ezeknek a kevésbé kutatott területeknek a vizsgálatára helyeztük a hangsúlyt.

2 IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 A kajszitermesztés helyzete a világon és hazánkban

A mérsékelt égövi csonthéjas gyümölcsfajok közül a kajszit a harmadik helyen áll. A világ kajszitermesztése 3,5 millió tonna körül van évente, ebből feldolgozásra kerül 85 000 tonna. A kajszitermés legnagyobb részét, 60%-ot Ázsiában termelik meg, 23%-ot Európában, 12%-ot pedig Afrikában. Amerikában 6%-os, Ausztráliában 2%-os kajszitermeléssel számolhatunk (FAO, 2009). Közel 60 országban termesztnek kajszit, azonban a mediterrán klíma alatt a legproduktívabb. A legtöbb fajta a *Prunus armeniaca* fajtából kerül kiemelésre, valamint egyre jobban terjednek az interspecifikus hibridek a szilva és kajszit keresztezéséből (Hormaza et al., 2007).

Ázsiában 2,3 millió tonna körül van a kajszitermesztés (FAO, 2009). A legnagyobb mennyiséget Törökország és Irán termeli. A fő török fajták a 'Hacihalilodlu', 'Hasanbey', 'Sođanci', 'Kabaasi', 'Çatalodlu' (Akin et al., 2008), Iránban pedig 'Tabarzeh', 'Kardi', 'Damavandi', 'Nakhjavan' és 'Sonnati' fajtákat részesítik előnyben (Fathollahzadeh et al., 2008). Ezeknek a fajtáknak igen magas a cukortartalmuk, így főleg aszalványnak valók. Kínában a kajszitermesztés és -nemesítés története régre nyúlik vissza. Számos jó minőségű helyi fajtát termesztnek, mint például a 'Lanzhoudajiexing', 'Luotuhuangxing', 'Chuanzhihongxing', 'Guanyelianxing', 'Honghebaoxing' és 'Tai'an shuixing' fajtákat (Zhang et al., 2008; Liu et al., 2010).

Európában az elmúlt években 800 és 900 ezer tonna között mozgott a termésmennyiség. A vezető termesztő országok Olaszország, Franciaország, Görögország és Spanyolország, az összes európai termés 64%-át termesztik ezekben az országokban. (FAO, 2009). Olaszország fajtasortimentje igen széleskörű, szinte az egész országban jelen van a kajszitermesztés, 200 ezer tonna feletti termésmennyiséget is produkálnak évente. Sok fajta keletkezett népi szelekció útján, illetve nagyon termékenyek a nemesítők is (Mády és Szalay, 2003; Conte et al., 2010). A leggyakoribb fajták a következők: 'Baracca', 'Boccuccia', 'Cafona', 'Fracasso', 'Palununella', 'San Castrese' (Bassi és Pirazzoli, 1998). Franciaországban 100 ezer tonna termésmennyiséggel számolhatunk, különleges a fajtaösszetétele az ország adottságainak köszönhetően. Északon hűvösebb klíma jellemző, ezért itt a 'Bergeron' a vezető fajta, míg délen már mediterrán klíma jellemzi a termesztőterületeket. Itt főleg a 'Orangé de Provence' (syn. 'Polonais'), 'Rouge du Roussillon', 'Orangered' és a 'Goldrich' fajták terjedtek el (Lichou, 1999). Görögországban a termesztésben két fő fajta van, a 'Bebecou' (95%) és a 'Tiryntos' (5%) fajták, melyekből befőtt készül, és nagy mennyiségben exportálják is (Vasilakakis és Koukouryannis, 1999). Spanyolországban Murcia és Valencia tartományokban található a legnagyobb ültetvények,

hagyományosan a 'Búlida' és a 'Canino' fajtákkal találkozhatunk. Románia, Csehország és Szlovákia termesztése nem jelentős, azonban a nemesítői munkájuk igen figyelemreméltó (Mády és Szalay, 2003).

Az amerikai kontinensen Kanadában a Harrow Intézetben számos fajtát nemesítettek (Harrow sorozat) (Layne, 1996). A másik nemesítő intézet Vinelandban található, több fajta is kikerült innen, például a 'Veecot' (Mády és Szalay, 2003). Említésre méltó Kalifornia (USA) kajszitermesztése, a legelterjedtebb a 'Poppy', 'Patterson', 'Earlicot' fajták, valamint New Jersey-ben, a Rutgers Egyetemen is komoly nemesítési munka folyik (Ledbetter, 2010).

Afrikában a világ kajszitermesztésének a 12%-át termelik meg, ebből Algériában közel 200 ezer tonna termés van évente (FAO, 2009). A Dél-Afrikai Köztársaságban a 'Búlida' és a 'Royal' a legelterjedtebb, de nemesítésüknek köszönhetően az újabb fajták aszalvány készítésére is alkalmasak (Mády és Szalay, 2003).

Magyarországon a kajszitermesztése régre nyúlik vissza, a török hódoltságtól fogva egyre több írásos emléken merül fel a kajszitermesztés, mely szó is török eredetű. Hazánk területére többféle úton jutott be sokféle genotípus, melynek köszönhetően alakultak ki a kárpát-medencei fajtakörök (Nyujtó és Tomcsányi, 1959). Jelenleg a termesztésben is túlnyomó részt ezek a fajtakörök lelhetők fel. Az ültetvények fajtaösszetételét főleg a 'Gönci magyar kajszitermesztés' (21,2%), a Magyar kajszitermesztés klónok (19,8%), a 'Ceglédi óriás' (11,6%), a 'Ceglédi bíborkajszitermesztés' (5,6%), a 'Pannónia' (6,3%) és a 'Bergeron' (9,9%) határozza meg. A termesztésben 25,6%-ban megtalálható számos más fajta is. A kajszitermesztési terület 6000 ha körül van, a termésmennyiség 30-40 ezer tonna, azonban főleg a hagyományos művelésmód dominál, ugyan területi aránya 58%-ról 50%-ra csökkent. Emellett a váza koronaforma kezd terjedni, területi arányának növekedése észlelhető (18-ről 25%-ra), valamint a Papp-féle ernyőkorona 13%-ban található meg az ültetvényekben. A hagyományos koronaforma főleg a Nyugat- és Dél-Dunántúl termesztőterületein jellemző, a váza inkább Közép-Dunántúlon és Észak-Magyarországon alkalmazott koronaforma. A kajszitermesztésben az ültetvények alig 9%-át öntözték 2007-ben, mégis a felmérések alapján az ültetvények felének állapota jó, és csak 20%-a gyenge állapotú (KSH, 2007). Az utóbbi időben elindult egy telepítési folyamat, melynek köszönhetően az új fajták is megtalálhatók lesznek a magyar termesztésben. 2010-ben 36 kajszitermesztési fajtát terveztek telepíteni, ebből 20 új fajtát, összesen 180 hektáron, melyből 125 ha pályázat útján teljesült (FruitVeb, 2011).

2.2 A kajszii őshazája és elterjedése

A kajszii elsődleges géncentruma Kína területén található, itt már közel 5000 éve termesztik (Surányi, 2003). Elterjedésében nagy szerepet játszott az ókor leghosszabb kereskedelmi útvonala, a selyemút, ahol Kína felől nemcsak selymet és porcelánt szállítottak, hanem a gyümölcsök is fontos szerepet kaptak (Boulnois, 1972). I.e. 2000-ben már rendeletileg szabályozták a telepítését Kínában, annyira kedvelt gyümölcs volt, hogy számos helységnévben is szerepel a kajszii szó (Nyujtó és Surányi, 1981). A *Prunus mandshurica* (syn: *Armeniaca mandshurica*), a *P. sibirica* (syn: *A. sibirica*) és a *P. davidiana* optimális termőhelyet talált ÉK-Kína területén. A *P. armeniaca* (syn: *A. vulgaris*) ettől délebbre terjedt el, ahogy a többi faj is. A *P. mume* (syn: *A. mume*) és a *P. holosericea* (syn: *A. holosericea*), a tibeti kajszii a 38. szélességi fok alatti területeken őshonos (Surányi, 2003).

A kajszii másodlagos géncentruma Vavilov (1951) szerint a Közel-Keleten van, Irán, Kaukázus, Törökország, valamint Örményország területén, innen ered az *Armeniaca* elnevezés is (Morikian, 1983). Örményországban Garni vára és Sengevit romjai között 5000 éves kajszimagokat talált Arakeljan 1951-ben. Szintén Örményországhoz köthető, hogy örmény almának is nevezik a korai írásokban (Nyujtó és Surányi, 1981).

Magyarországi megjelenésére nincsenek pontos adatok, nálunk nem őshonos növény. Aquincumban 1600 éves magokat találtak a régészek, a balatonszentgyörgyi késő avarkori temető ásatása során talált barackmag kora a IX. századra tehető. Legelőször a XIV. században találkozunk az említésével a *Besztercei Szószedet*ben, majd a XVI. századtól egyre gyakrabban fordul elő. Elnevezése igen sokrétű, hívták tengeri baracknak, kajszinbaracknak, illetve sárgabaracknak is, mely elnevezés 400 éves (Nyujtó és Surányi, 1981). A kajszii név az Etimológiai Szótár szerint oszmán-török eredetű (oszmán-török *kāiysi*, újperzsa *qaisi*). A barack szó pedig valószínűleg a szláv nyelvek valamelyikéből került át (cseh *brskev*, szlovén *breskev*, lengyel *brzoskwinia*), azonban ezekben a nyelvekben az őszibarackot hívják így (Zaicz, 2006).

2.3 Virágrügyfejlődés a nyugalmi állapot során

A mérsékelt égövi fák késő ősszel nyugalomba vonulnak, így vészelik át a kedvezőtlen téli körülményeket. A nyugalmi állapotot számos kutató vizsgálta (Lang, 1987; Dennis, 1994; Seeley, 1994; Faust et al., 1997; Cline, 2000; Tromp, 2005a) különböző eredményekkel. A témában született publikációk többsége abban megegyezik, hogy a nyugalmat három fő részre osztják:

- Előnyugalom (paradormancy): a növényi részek kölcsönhatásán alapul.
- Mélynyugalom (endodormancy): oka belső szabályozás, mely a növényi struktúrán belül szabályozott, Lang (1987) szerint a szabályozás a merisztémán belül van.
- Kényszernyugalom (ecodormancy): a környezeti tényezők által szabályozott nyugalmi állapot (Lang, 1987).

A nyugalom szakaszai nem különíthetők el határozottan egymástól. Az egyes szakaszokból a másikba való átmenet fokozatosan történik (Faust et al., 1997).

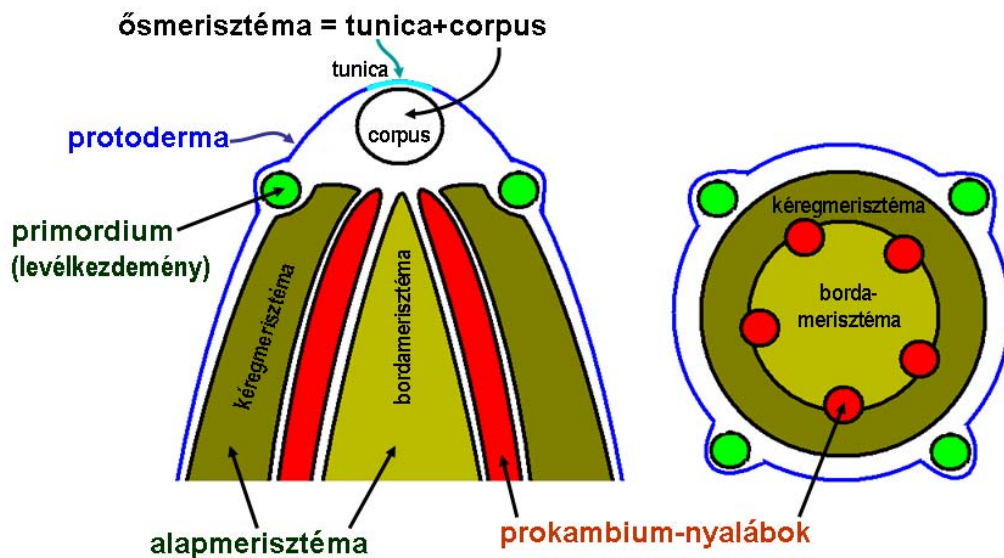
A téli nyugalmi időszakban a virágrügyek nem egyforma ütemben fejlődnek, a különböző helyzetű és típusú rügyek egy időben különböző nyugalmi stádiumban vannak (Tromp, 2005a). Jelentős az eltérés a rövid termőrészeken (nyársakon) és a hosszú termővesszőkön lévő virágrügyek fejlődési üteme között. Ez a különbség egészen a virágzásig megmarad (Szalay, 2001). Régen megfigyelték már, hogy a nyársakon néhány nappal korábbi a virágnyílás, mint a hosszú vesszőkön (Szabó et al., 2002). A virágrügyfejlődés ütemének és a virágzási időnek nagy jelentősége van a termésbiztonság szempontjából, hiszen a fenológiai folyamatok előrehaladtával a reproduktív szervek egyre fagyérzékenyebbek. A lassúbb virágrügyfejlődés és a későbbi virágzás csökkenti a fagykárok kockázatát.

2.3.1 Előnyugalom

A rügy akkor alakul át generatívvá, amikor az aktív hajtásnövekedés leáll, és a primordiumból rügpikkelyek képződnek. A rügpikkelyek körülzárják az apikális merisztémát, amely folytatja a növekedést és kialakul a hajtás és/vagy a virágrügy (Webster, 2005). Július vége és szeptember közepe között kialakulnak a virágrügy-kezdemények, amelyek egészen a kemény hidegek beköszöntéig fejlődnek. Késő ősszel már megkülönböztethető a csésze-, illetve a szíromlevelek, a termő és a porzókezdemények. Fagymentes napokon (3 – 5°C felett) a virágkezdemények fejlődése állandóan tart. A tél első felében a virág teljes szerkezete kialakul (Nyujtó és Tomcsányi, 1959). Különböző stressz faktorok (hőség, hideg) okozhatnak korai rügyképződést és növekedést (Webster, 2005). A gyümölcsfáknál a virágrügy-differenciálódás elősegíthető

technológiai beavatkozásokkal is, mint például a gyűrűzés, gyökérmetszés, illetve a gyümölcsritkítás, mivel ezek növelhetik a szénhidrátok mennyiségét a virágrügyekben (Jackson és Sweet, 1972). Ro (1929, cit. Nyujtó és Surányi, 1981) vizsgálatai szerint a virágrügyképzés előnyugalmi szakasza 1,5-2,5 hónap alatt lezajlik. Tromp (2005b) szerint a teljes periódus, amely alatt átalakul a rügy vegetatív állapotból generatív állapotba 4 – 6 hét.

A virágszerv-kezdemények kialakulását megelőzi a virágindukció, amely szakaszban hormonális és biokémiai változások zajlanak a rügyben, ekkor még nincs látható jele a generatív átalakulásnak. A virágrügyfejlődés generatív átalakulásának első látható jele a viráginiciáció. A viráginiciáció egy programozott átalakulás a vegetatív állapotból a generatívba, mely átalakulás irreverzibilis (Luckwill, 1974; Faust, 1989; Westwood, 1993, Koutinas et al, 2010). Wolff (1759, cit. Evert, 2006; Steeves, 2006) írta le először, hogy a hajtástenyészőkúp egy fejletlen régió, amelyből fejlődik tovább a növény. Egy svájci botanikus, Carl Wilhelm von Nägeli definiálta a merisztémát, valamint számos nem magtermő edényes növénynél igazolta jelenlétét (Steeves, 2006). A zárwatermők tenyészőkúpjának felépítését és működését Johannes Hanstein (1868, cit. Evert és Eichhorn, 2006; Steeves, 2006) ismerte föl elsőként, felállította a hisztogén elméletet, amelyet azóta sok tekintetben módosítottak. A tunika-korpusz elméletet Schmidt írta le 1924-ben, mely szerint a csúcsi merisztéma két jól elkülöníthető rétegre tagolódik. Megállapította, hogy a zárwatermők hajtáscsúcsát egy, vagy két sejtsorból álló réteg, a tunika borítja, amely a központi részt, a korpuszt zárja körül (1. ábra). A tunikából származtatja a bórszövet-rendszert, a korpuszból az alap- és szállítószövetrendszert. A tunika sejtjei antiklinálisan osztódva megnövelik a hajtáscsúcs felületét, a primordiumok pedig periklinális osztódással képződnek (Stewart és Dermen, 1970). A korpusz vagy centrális zóna sejtjei antiklinálisan, periklinálisan és ferde osztófalakkal egyaránt osztódnak (Haraszty, 1979; Medford, 1992; Kaszab, 2000; Engloner, 2007). Az ötvenes években egy új elméletet állított fel Franciaországban Lucien Plantefol, majd fejlesztette tovább Roger Buvat. Elméletük szerint a hajtáscsúcs-merisztéma közepén helyezkedik el a “*méristème d’attente*”, mely fordításban nyugalmi vagy váró merisztémát jelent (mely megegyezik a centrális zónával). Tézisük szerint a merisztéma inaktív a vegetatív növekedés során, majd a virágzás kezdetén aktiválódik és képez virágot, vagy virágzatot. Alatta oldalt található a “*l’anneau initial*”, az iniciációs gyűrű, mely lényegében a kéregmerisztémával egyenlő. Az “*l’anneau initial*” fogja közre a “*méristème médullaire*” részt, amely a bordamerisztéma a tunika-korpusz elmélet szerint (cit. Steeves, 2006; cit. Kwiatkowska, 2008). Napjainkban a merisztémák elkülönítését genetikai úton, sejtes szinten és funkcionális paraméterek alapján végzik (Medford, 1992; Scofield és Murray, 2006).



1. ábra: A hajtástenyészőkúp felépítése (Erős-Honti, 2009)

A hajtástenyészőkúp (apex), más néven vegetatív tenyészőkúp a tunika-korpusz rész alatt levélkezdeményeket fűz le, majd rövidebb-hosszabb időre lelassul a fejlődési üteme. Az addigi kúp vagy megnyúlt félgömb alakú tenyészőkúp a primer merisztémák intenzívebb működése révén szélesedik, térfogata megnövekedik, kissé ellaposodik és reproduktív tenyészőkúp állapotba kerül (Porpáczy, 1964; Ryugo, 1988; Kwiatkowska, 2008). Az átmenet első jele a centrális zónában található sejtek számának jelentős növekedése (Wetmore et al., 1959). A növény kora, különböző hormonhatások, illetve környezeti tényezők (megvilágítás, hőmérséklet) játszanak szerepet e folyamat beindításában (Haraszty, 1979). A vegetatív állapotból a reproduktívba való átmenet magába foglalja a morfogenezist. A hajtástenyészőkúp pluripotens sejtekből áll, amelyekből a szervek alakulnak ki (Bowman és Eshed, 2000). Ez az átmenet az első fejlődési fázis, csak ezután indul meg a viráglevél-primordiumok iniciálódása. A csésze- és szíromlevél-kezdemények szerveződése csak mennyiségi változás formájában figyelhető meg. A virágszervek akropetális sorrendben alakulnak ki, azaz először a csésze-, a szíromlevelek, majd sorban utána a porzók, illetve a termő következik (Goff, 1900, cit. Tufts és Morrow, 1925; Engloner, 2007). A termőtáj kialakulása után a csúcs elveszti merisztematikus jellegét, az addigi korlátlan növekedésű hajtáscsúcsból korlátolt növekedésű generatív csúcs alakul ki (Engloner, 2007). Az egész folyamat genetikailag kódolt, melyet Bowman és Eshed (2000) részletesen leír.

A portokokban és a termőben az előnyugalomban még nem indul el a szöveti differenciálódás, a portokkezdeményekben egynemű sporogén szövetállomány, az archesporium (virágport létrehozó alapszövet) található (Esau, 1953; Kárpáti et al., 1968), és a termőkezdemények belsejében sincs nyoma az embriózsák kialakulásának. Az előnyugalom során a folyamatosan fejlődő rügy-pikkelylevelek a mélynyugalom alatt védelmet nyújtanak a

téli hidegek ellen (Szalay, 2003a). A rügpikkelyektől megfosztott rügy lényegesen kevesebb hideget tűr el, hamarabb elfagy (Kang et al., 1998).

A virágrügyfejlődés a téli nyugalmi periódussal és a virágzást megelőző hőmérséklettel is szinkronban van (Tromp, 2005b). Fontos az optimális hőmérséklet az előnyugalom alatt is, mivel az ettől eltérő hőmérsékleten négyszer lassabban növekedtek az őszibarack virágrügyeiben a primórdiumok (Bonhomme et al., 1999). Emellett a megfelelő vízellátottság is fontos szempont az előnyugalmi fejlődés alatt (Brown, 1952).

1. táblázat: Az előnyugalmat gyümölcsfajoknál vizsgálták:

Faj	Leírt stádiumok száma	Leíró
Kajszi (<i>Prunus armeniaca</i> L.)	4	Brown és Abi-Fadel (1952)
	6	Elmanov (1959, cit. Solohov, 1970)
	8	Molnár (1962)
	6	Smykov (1975)
	5	Németh et al. (2010)
Őszibarack (<i>Prunus persica</i> L.)	5	Engin (2006)
Cseresznye (<i>Prunus avium</i> L.)		Guimond et al. (1998)
Meggy (<i>Prunus cerasus</i> L.)	11	Diaz et al. (1981)
	7	Elekné (1982)
Japán típusú szilva (<i>Prunus salicina</i> L.)		Suriyapananont et al. (1990)
Alma (<i>Malus domestica</i> BORKH.)	8	Elekné (1982)
	7	Foster et al. (2003)
Japán körte (<i>Pyrus serotina</i> Rehd. syn <i>P. pyrifolia</i> Nakai.)	6	Banno et al. (1986)
	9	Peng és Iwahori (1994)

2.3.2 Mély- és kényszernyugalom

A lombhullás után a fejlődés szinte teljesen megáll és kialakul a virágrügy mélynyugalmi állapota. A téli nyugalom a növény eredeti élőhelyén uralkodó környezeti feltételekhez való alkalmazkodás eredményeként alakult ki. A mélynyugalomba való átmenet belsőleg szabályozott (Tromp, 2005a). Ezt az állapotot egy hosszabb felkészülési időszak előzi meg, amely során tartalék tápanyagok halmozódnak fel, így fokozva a fagy-, illetve télállóságot. A mélynyugalom alatt a virágrügyek semmilyen körülmények között nem hajtanak ki. Az anyagcsere-folyamatok a szövetekben minimálisra csökkennek. A virágrügyek ebben az időszakban a legfagyutóbbak. A mélynyugalom akkor ér véget, ha a növény egy bizonyos hidegmennyiséget megkapott. Amennyiben ezt nem kapja meg, különböző rendellenességek alakulhatnak ki (Porpáczy, 1964; Szalay, 2003a). Gendraud (1977) írja le, hogy 4°C alatt a virágrügyek „életképtelenek”, azaz

nem hajtanak ki. A hiányos mélynyugalom okozhat késői rügpattanást, elégtelen virágképzést, elhúzódó lombosodást és virágzást, azaz végeredményben nagyszámú rügyhullást (Legave et al., 1983; Viti és Monteleone, 1991). A hidegigény genotípusonként változó, függ a földrajzi helytől, a klímától és az alanytól is (Proebsting, 1970; Tromp, 2005a; Guerriero et al., 2006; Viti et al., 2006). A mélynyugalmi állapot megszűnéséhez szükséges hidegmennyiség kiszámítására az egyik legelterjedtebb módszer a + 7°C alatti órák számának összegzése (Weinberger, 1967). Később ezt a módszert átdolgozták, és a mélynyugalom megszűnéséhez szükséges hőmérsékleti tartományt 0 és + 10°C között adták meg (Westwood, 1993; Jackson és Looney, 1999). Richardson és munkatársai (1974) kidolgozták az őszibarack fajra a Utah modellt. A modell szerint a 1,5°C alatti és a 12,4°C feletti hőmérséklet hatástalan a mélynyugalom feloldása szempontjából. A két hőmérsékleti érték között van a hatékony hőmérsékleti tartomány, mely periódusban eltelt órák összege adja meg a CU (chilling unit) értékét. Ruiz et al. (2007) megvizsgálta a modellt kajszi esetében, és úgy találta, hogy 800-1200 hidegegység (CU) szükséges fajtától függően a megfelelő mélynyugalom eléréséhez, mely eredményt Viti et al. (2010) később alátámasztott. Erez et al. (1988) kidolgozta a Dinamikus Modellt, mely azon a feltételezésen alapul, hogy a nyugalmat egy sor hőmérsékletfüggő reakció, valamint a nyugalmi állapotot megelőző körülmények irányítják. Fuchigami és Nee (1987) megalkotta a virágrügy-fejlődés leírására szolgáló „degree growth stage” modellt, majd Fuchigami és Wisniewski (1997) átdolgozta. A virágrügy-fejlődési ciklust körrel ábrázolták és az egyes stádiumokat GS fokokkal jelölték.

Az archesporium fejlődésének kezdete egybeesik ősszel a hőmérséklet csökkenésével (Elmanov, 1961), amit a téli mélynyugalmi állapot megszakít. A portokokon belüli szövet differenciálódása, a mikrosporogenezis első lépése a füzér állapot, ezzel párhuzamosan megkezdődik a termő hosszirányú növekedése. A füzér állapot jelzi a mélynyugalom végét, a rügyek kényszernyugalomba kerülnek. A füzér állapot utáni stádiumban a pollenanyasejtek szétválnak. A pollenanyasejtek meiotikus osztódásával alakulnak ki a tetradok, melyeknek később függetlenné váló sejtjei a mikrospórák. A mikrospórákból alakulnak ki a fajtára jellemző pollenek (Shivanna és Johri, 1985; Szalay, 2003a). A pollenszemek a *Rosaceae* családban általában trikolpátok vagy trikolporátok (Hebda és Chinnappa, 1990). A pollenszemek mérete, alakja és az exine mintázata fajtánként eltérő (Dezhong et al., 1995; Davarynejad et al., 1995). Iráni fajtákon végzett vizsgálatok alapján Arzani és munkatársai (2005) a kajszipolleneket két típusba sorolta fajtától függően, hosszúkás, ovális, illetve háromszögletű, enyhén lapított típusba. A felületük barázdált (Gilani et al., 2010) vagy szemölcsös (Evrenosoğlu és Misirli, 2009). A pollenek száma a portokban függ a fajtától, illetve a környezeti tényezőktől (Davarynejad et al.,

1995). A pollenek mérete szintén fajtánként eltér, az óriás típusoknál mérték a legnagyobb pollenátmérőt, illetve hosszt Sótonyi és munkatársai (2000).

Nyujtó és Banainé (1975), valamint Banainé (1981) magyar fajták mikrosporogenezisét vizsgálta fénymikroszkóppal, míg Sebők (1993) a magyar fajtákon kívül amerikai, román és közép-ázsiai fajtákat is bevont a kísérletbe. Szalay és munkatársai (2000) román fajtákat vizsgáltak magyar körülmények között. Az évjáratok és fajták között jelentős különbségeket tapasztaltak. Nyujtó és Banainé (1975) leírta, hogy a fajták a virágzási idejük szerint követik egymást a mikrosporogenezis ütemét illetően. Scalabrelli és munkatársai (1991), Viti és Monteleone (1991), valamint Bartolini és Viti (1999) mediterrán éghajlatú területeken, helyi kajszifajták rügyfejlődését vizsgálta. Arról számoltak be, hogy a pollenanyasejtek egyes fajtáknál korán, már novemberben kialakultak. Fajtától és évjárattól függően december vége és február eleje közé tették a tetrád állapot idejét. Bubán (1992) szövettani vizsgálatokkal igazolta, hogy az őszibarack virágrügyeiben februárra a portokokban két sejtmagvú pollenanyasejtek találhatóak. Solohov (1970) megállapította, hogy a kajszinál a virágrügyek fagytűrő képességének csökkenése szoros összefüggésben van a mikrosporogenezis ütemével. Szalay és munkatársai (1999) igazolták, hogy a téli hőmérséklet egyaránt befolyásolja a mikrosporogenezist és a fagytűrést. Draczynski (1958) a természetesség északi határán elemezte a kajszit, az őszibarack és a mandula pollenfejlődését. Négy stádiumot különített el (archesporium, anyasejt, tetrád, pollen). A vizsgált fajtákat a pollenfejlődésük alapján négy csoportra osztotta fel. A tetrád állapot kialakulásának időpontját tekintve jelentős eltéréseket talált. A legérzékenyebb fejlődési szakaszt a korai mikrospóra fejlődési állapotba való átmenet képezi, azaz a meiózis első főfázisa. Amennyiben ekkor éri hideg stressz a növényt, a portok és a tapétumsejtek kisebbé válnak, így a mikrospórákat is kevesebb tápanyaggal tudja ellátni és végül elhalnak a pollenek (Nishiyama, 1976). Ez azért van, mert a korai mikrospóra stádiumban funkcionál a legjobban a tapétum (Clément et al., 1998). Nyujtó és Banainé (1975) szerint a mikrosporogenezis ütemének vizsgálata alkalmas különböző mélynyugalmi idejű fajták elkülönítésére. Ezt Bartolini és kollégáinak (2006a) vizsgálatai is alátámasztják, szerintük a hajtatásos módszerrel is előre jelezhető a mélynyugalom vége. Ha a hajtatás során a virágrügyek 30 % -os tömeggyarapodást érnek el, vagy a rügyek Baggiolini „B-C” stádiumba kerülnek, akkor a fajtánál befejeződött a mélynyugalom (Guerriero et al., 2006). Seif (1990) szerint a hajtatott vesszők 50%-ának kivirágzása jelzi a mélynyugalom végét. Baggiolini (1952) kódrendszerbe szervezte a kajszibarack fenológiai menetét, mely szerint a téli rügynyugalom az „A” stádiummal egyenlő. Ehhez hasonló a BBCH (**B**iologische **B**undesanstalt, **B**undessortenamt and **C**hemical industry) skála (Meier, 2001), amely azonban számrendszerbe rendezi a növények fenológiai stádiumait. A csonthéjasok nyugalma az „A 00” stádium, melyet Pérez-Pastor et al. (2004) is alátámasztott

kajszibaracknál. Westwood (1993) a virágrügyek fejlődését külsőleg látható változások alapján 10 szakaszra osztja. A „0” a mélynyugalomban lévő virágrügyet jelöli, a „9” pedig a virágzás végét. A virágrügyek tömegének gyors gyarapodása is jelzi a mélynyugalom végét, mivel a rügyek kora tavasszal hirtelen megnőnek (Brown és Kotob, 1957).

A mélynyugalmi állapot megszűnésére természetes körülmények között a hőmérséklet és a fotoperiódus van hatással, melyből a nagyobb szerepet a hőmérséklet játssza (Bonhomme et al., 1999). A melegebb időjárás gyorsabb fejlődést okoz (Felker et al., 1983). Számos alkalommal fordul elő a rövid mélynyugalomú fajoknál, hogy a fák kilépnek mélynyugalomukból átmeneti felmelegedés hatására miután a szükséges hidegmennyiséget már megkapták. Az újra bekövetkező lehűléssel szemben azonban így érzékenyebbé válnak (Porpáczy, 1964). Tumanov és Krasavstev (1959) laboratóriumi körülmények között igazolták, hogy a nyugalom során előforduló felmelegedés az edzettség elvesztéséhez vezet, illetve súlyos fagykárokat okozhat.

2.4 A virágrügyek fagytűrése

A fák genetikailag meghatározott tulajdonságai összefüggnek származásukkal. Az őszibarack, a kajszibarack, és legfőképp a mandula szenvednek fagykárt gyakorta hazánkban (Nyujtó és Surányi, 1981; Timon, 1992), ellentétben velük az alma, a cseresznye és a meggy sokkal ritkábban, ugyanis őshonosak (Porpáczy, 1964; Pethő, 1984). Ezenkívül a fajon belül is jelentős az eltérés fagytűrés szempontjából (Kostina, 1969; Surányi és Molnár, 1981; Pedryc és Szabó, 1995; Szabó et al., 1995; Szabó és Szalay, 2001). Az alacsony hőmérséklet a reproduktív fejlődés során okozhat rügy- és virághullást, pollen sterilitást, pollentömlő, illetve az embriózsák torzulását, valamint csökkent gyümölcskötődést is (Nishiyama, 1995; Thakur et al., 2010).

Proebsting és Mills (1966) definiálták azt a hőmérsékletet a fagytűrés adatok összehasonlíthatósága érdekében, amely az adott időpontban 50 %-os fagykárt okoz, ezt nevezték el T_{50} értéknek. Quamme (1974) ezt az értéket már átnevezte LT_{50} értéknek. Guerriero (1982) az LT_{10} és LT_{90} értékek meghatározását is fontosnak vélte. A mért adatok alapján az LT_{50} érték kiszámítására Bittenbender és Gordon (1974) felállított egy matematikai képletet. A hőmérséklet és a fagykár összefüggése szigmoid görbével ábrázolható. Gu (1999) leírta, hogy a görbe 20 és 80 %-os fagykár közé eső szakasza lineárisnak tekinthető, és ezt részletes vizsgálatokkal támasztotta alá. Bevezette a „lethal temperature coefficient” fogalmát, azaz a fagytűrés együtthatót, amely ennek az egyenesnek a dőlésszögét jelenti. Howell és Weiser (1970) írják le, hogy a mélynyugalom során a virágrügyek edződnek (hardening), majd a tél vége felé elvesztik edzettségüket (dehardening). Heide (1993a, b) ezt kiegészíti azzal, hogy az edzettség elvesztése után már csak kis mértékben képesek azt visszanyerni (rehardening).

Tumanov és Krasavstev (1959) nevezte el a szövetek elfagyásának pontját „Second Supercooling Point”, azaz Második túlhűlési pontnak. Elméletük szerint ekkor sérülnek irreverzibilisen a szövetek. Weiser (1970) ezt a pontot „Harmadik exotermnek” vagy „Letális exotermnek” nevezi („Third exotherm”). A fagyás folyamatát egy görbén ábrázolta, melyet „Vital Water Exotherm” névre keresztelt, az edződés során három stádiumot különböztetett meg. A fagyótűrés mérésére alkalmas a differenciál termál analízis (DTA) vagy exoterm-analízis, mely során folyamatosan lehűtik a növényi részeket, és a belsejükben, a környezetben mérik a hőmérsékletet. A jégképződés hőfelszabadulással jár, így a különböző helyeken képződő jég kialakuláskor eltérést észlelnek a szövetek és a környező levegő hőmérséklete között. Ezek az eltérések az exotermek. A legalacsonyabb hőmérsékleten jelentkező exoterm (LTE) általában a protoplazmában lévő víz megfagyását, vagyis a sejt pusztulását jelzi (Faust, 1989). Ez a pont megegyezik a Weiser, illetve Tumanov és Krasavstev által jelölt pontokkal. Pedryc et al. (1999) a korábban alkalmazott mesterséges fagyasztásos módszert tovább fejlesztették.

Hatch és Walker (1969) 'Chinese' kajszii és 'Gleason Elberta' őszibarack fajták virágrügyeinek fagyótűrését vizsgálták, melyet még T_{50} értékben, illetve °F-ban fejeztek ki. Kajszii fajták fagyótűrését vizsgálta klímakamrában Hewett 1976-ban Új-Zélandon. Június végéig növekedett, ezután fokozatosan csökkent a rügyek fagyótűrése. A 'Moorpark' fajtánál -13 °C , a 'Roxburg Red' fajtánál -15 °C volt a legnagyobb LT_{50} érték.

Kostina (1969) írja le, hogy a hosszú nyugalmi stádiummal és lassú téli fejlődéssel rendelkező kajszii fajták ellenállóbbak a téli hőmérsékleti ingadozásokkal szemben. Érdekes, hogy Irving és Lanphear (1967) szerint nincs összefüggés a fagyótűrés kialakulása és a rügynyugalom között, a fagyótűrés kifejlődése egy fotoperiodikus válaszreakció.

A kényszernyugalom időszakában már fagyópont feletti hőmérsékleten elindul a kajszii virágrügyek fejlődése. Ebből következik, hogy a hőküszöb értékük 0 °C , azonban a rokon csonthéjas fajoknak, mint például az őszibaracknak 3 °C körüli a hőküszöb értéke (Molnár és Turi, 1974). A nyugalom feloldásához szükséges hidegmennyiség a tetrad állapot megjelenéséig fontos, ezután a virágrügyek fejlődését már a pozitív hőmérsékletek irányítják (Bailey et al., 1978). Holubowicz (2000, cit. Szewczuk et al., 2007) megállapította, hogy az őszibarack virágrügyei -20 °C -on, a cseresznye virágrügyei -25 °C -on fagynak el a nyugalom során. Ezt Szewczuk, Gudarowska és Dereń (2007) kiegészítették azzal, hogy a cseresznye virágrügyei túlélnek ezt a hőfokot is amennyiben mélynyugalomban vannak. Szalay és munkatársai (2008) megfigyelései szerint a mandula virágrügyei december közepén a legfagyótűrőbbek, azonban ekkor már -16 °C -on elfagynak. A szilva virágrügyei ezzel szemben január végén voltak a legfagyótűrőbbek, -28 °C -on fagytak el. Nyujtó és Surányi (1981) megfigyelései alapján a kajszii mélynyugalomban -22 , -24 °C -ot, valamint kényszernyugalomban -10 °C -ot viseltek el. Bőséges

rügyberakódottság esetén azonban még 40-50%-os fagykár után is lehet nagy termés, illetve 70%-os rügypusztulást követhet megfelelő termőév.

Nyujtó (1988) 17 év rügyszámítási eredményeit tanulmányozta a kajszinál. Ez alatt az idő alatt kilenc évben tapasztalt termés kiesést okozó téli fagykárt, valamint 14 évben virágzáskori fagykárt. Vizsgálataik során a legnagyobb gyümölcsméretű fajták közül kerültek ki a legfagyérzékenyebbek. Szalay és munkatársai (2006) 20 fajtának vizsgálta meg a téltűrését több paraméter szerint, eredményeik alapján négy téltűrési csoportot hoztak létre.

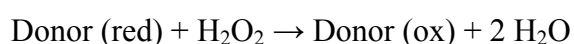
A nemesítők feladatuknak tekintik a fagyűrésre való nemesítést, emellett számos esetben adaptálják a külföldi fajtákat, egyik ilyen a 'Hungarian Best' néven szereplő fajta, mely a Magyar kajszi fajtakörből származik (Bassi és Audergon, 2006). Magyarországon is egyre kiterjedtebb nemesítői munka folyik, valamint több kutatócsoport is foglalkozik honosítással.

2.4.1 A stresszszintek szerepe a fagyűrésben a téli nyugalom alatt

A növényeket életük során különböző terhelések, stresszhatások érik. A stressz fogalmát többen is definiálták. A legtöbb szerző tág határokon belül használja a kifejezést. Larcher (1987 cit. Szigeti, 2002) növényekkel kapcsolatban a következőképpen határozta meg: „A stressz olyan terheléses állapot, melyben a növényvel szembeni fokozott igénybevétel a funkciók kezdeti destabilizációját követően egy normalizálódáson át az ellenállóság fokozódásához vezet, majd a tűréshatár túllépésekor tartós károsodást vagy akár pusztulást is okoz.”. Ezek a hatások lehetnek biotikus (mikoorganizmus, patogének, állati szervezetek) és abiotikus (pl. alacsony vagy magas hőmérséklet, aszály, magas sótartalom, sugárzás, talaj szennyezettsége, stb.) környezeti hatások, melyek befolyásolják, illetve megváltoztathatják a növények anyagcsere-folyamatait. A stresszfaktorokra adott válaszok különbözőek lehetnek, azonban minden esetben genetikailag kódoltak (Mahajan és Tuteja, 2005, Vincour és Altman, 2005). Amely hőmérsékleti tartomány az egyik növény számára az optimumba esik, a másik számára stresszfaktorként viselkedik (Lynch, 1990). Lichtenthaler (1996) a stresszor hatására a szervezetben lejátszódó folyamatot stressz szindrómának nevezi, melynek négy fő szakasza van. Az első fázis a reakció a stresszre, azaz a vészreakció, amikor a behatás fokozódásakor az optimumtól való eltérés, az életképesség csökkenése következik be, valamint a katabolizmus meghaladja az anabolizmust. A második az ellenállás fázisa. Ekkor a szervezet alkalmazkodik a körülményekhez, javító folyamatokkal az életképesség újra normalizálódik. Ez az edződés fázisa is egyben. Amennyiben a stresszhatás tartós, az alkalmazkodóképességet túllépő időtartamú, akkor bekövetkezik a harmadik fázis a kimerülés. Az ellenálló képesség ismét csökken, krónikus betegség vagy halál is bekövetkezik.

Az utolsó fázis a regeneráció, amikor a stressz megszűnik és a fiziológiai állapot részlegesen vagy teljesen helyreáll.

A stresszorok a növényi sejteken belül megváltoztatják a redoxállapotot, a metabolizmus az oxidatív irányba helyeződik át. A növények ezért oxidatív stresszt is elszenvednek, amely az oxidánsok és antioxidánsok közötti egyensúly felborulását jelenti. A növényben az antioxidáns védelmi rendszer az enyhébb oxidatív stresszt kivédi, melyek lehetnek nem-enzimatis és enzimatis antioxidánsok (Sies, 1997). A különböző stresszhatásokra elsőként a **peroxidáz enzimek** mutatnak aktivitásbeli változást (Pereira et al., 2000). A peroxidázok a növényben általánosan elterjedtek, az enzimkatalógusban feltüntetett nevük: hidrogénperoxid-oxidoreduktáz (E.C.1.11.1.7.). A következő oxidációs folyamatot katalizálják:



H-donorként előfordulhatnak fenolok, aszkorbinsav, indolecetsav, aminok, citokró-m-c és szervetlen ionok is. A peroxidázoknak sok izoenzime létezik, amelyek specifitásukat és reakciójukat tekintve valamelyest különböznek egymástól. A peroxidázoknak különféle élettani szerepet tulajdonítanak, részt vesznek a ligninszintézis folyamatában, flavonoidok lebontásában, auxinok oxidálásában, sérüléseket elfedő anyagok képzésében és a rezisztencia kialakulásában is (Böddi, 2002).

A **polifenol-oxidáz enzim** is fontos szerepet játszik a mechanikai sérülésekkel, a mikroba- és vírusfertőzésekkel, rovarkártétellel, illetve a kedvezőtlen éghajlattal szembeni védekezésben (Denisov és Khudyakov, 1987; Melo et al., 2006). A polifenol-oxidáz, vagy más néven katekol-oxidáz, katekoláz (neve az enzimkatalógusban: o-difenol, O₂-oxidoreduktáz, E.C.1.14.18.1.) különböző fenolokat oxidál. Az enzim a fotoszintetizáló sejtekben a kloroplasztizban lokalizált, a nem fotoszintetizáló szövetekben viszont a mikroszóma frakcióban, a peroxiszómákban található. A rezisztencia és a hiperszenzitív reakció kialakulásában is szerepet játszanak (Böddi, 2002).

A gyümölcsfák rügeiben az enzimek aktivitása megváltozik a nyugalmi periódus alatt (Zhi-you et al., 2003). A mélynyugalmi állapot végén a peroxidáz enzim aktivitásának növekedését írják le Citadin és munkatársai (2002). Hasonlóan szőlő gyökérzetében, vesszőben és törzsben a peroxidáz aktivitása ősszel megnőtt, majd decemberben érte el maximumát, utána csökkenni kezdett (Schaefer, 1983). Körté rügekben és vesszőkben is megváltozott a peroxidáz aktivitása (Göndör et al, 2004; Honty et al., 2008). Kenis (1976) változást tapasztalt a peroxidáz és a polifenol-oxidáz enzimek aktivitásában a nyugalom vége és a rügyattanás között 'Dixired' őszibarack fajtánál, hasonló tendenciát mutattak ki Pakkish és munkatársai (2009) pisztácia fajták virágrügeiben. Wang és kollégái (1991) mesterségesen előidézett rügyfakadás során

vizsgálták meg a peroxidáz és a polifenol-oxidáz enzimek aktivitását almánál. A peroxidáz aktivitása a mélynyugalom alatt volt a legmagasabb, a polifenol-oxidáz pedig fordítottan arányos volt. Szilva dugványoknál is a téli nyugalom alatt a peroxidáz aktivitása először megnőtt, majd lecsökkent (Szecskó et al., 2002). Az alacsony hőmérséklet hatására bekövetkező magas peroxidáz aktivitást a hidegre adott válaszként értelmezték Scalabrelli és kollégái (1991). Bartolini és munkatársai (2006b) kajszii virágrügyekben vetették össze a hőmérséklet változását az enzimaktivitással. Kimutatták, hogy a kataláz, gvajakol-peroxidáz és aszkorbát-peroxidáz enzimek aktivitása megnövekedett a külső hőmérséklet csökkenésével párhuzamosan.

2.4.2 A virágrügyek szénhidrát-tartalmának változása a rügynyugalom alatt

Az edződés során aktív anyagcsere folyamat játszódik le, főleg a Weiser (1970) által leírt első két edződési stádium alatt. A szénhidrát-anyagcsere folyamat fontos része a nyugalom megszűnésének és a rügypattanás előidézésének (Maurel et al., 2004). A növényi sejtekben többféle cukrok, polialkoholok és más ozmotikusan aktív anyagok szintetizálódnak, így csökkentik a citoplazma fagyáspontját (Szigeti, 2002). Ezért különböző fajtájú szénhidrátokat raktároz a növény az egyes szervekben, illetve szövetekben (Pallardy és Kozlowski, 2008). A vegetatív és generatív rügyek is raktároznak szénhidrátokat, főleg a mélynyugalom vége felé (Lasheen és Chaplin, 1971). A szorbitol akkumulálódása egyfajta válaszreakció az aszály, a só- és a hidegstresszre. Közreműködik a szén-transzportban, fagy- és enzimvédelemben. Télen a kéregben 40%-kal több cukoralkohol található, mint oldható cukor (Escobar Gutiérrez és Gaudillère, 1996). A szacharóz és az egyszerű cukrok felhalmozása szerepet játszik a membránok stabilizálásában. Az alacsony hőmérséklet aktivál számos stressz indukált gént a védekezés érdekében (Jones és Inouye, 1994). A vízdoldható szárazanyag-tartalom növekedése és a keményítőtartalom csökkenése relációban áll a fagyűrés erősödésével sok növénynél (Levitt, 1980, Imanishi et al., 1998). Kajszii vesszőknél Mamadrizokhonov et al. (1982), és virágrügyeinél Tétényiné (1965), El-Mansy és Walker (1969), valamint Zayan (1981) ezt ki is mutatták, azaz a szövetek fagyűrése akkor volt a legnagyobb, amikor a legmagasabb volt a cukortartalom és legalacsonyabb a keményítőtartalom. A különböző cukorformák közül a glükóz dominált. Pedryc és munkatársai (2006) szintén vizsgálták a cukortartalmat a virágrügyekben a fagyűrés szempontjából, kimutatták, hogy a szacharóztartalom változása összefüggésben van a fagyűréssel. Ögren (1999) kutatásai során kimutatta fűznél, hogy az összes szénhidrát-tartalom változása a virágrügyben, mely magába foglalja a glükózt, fruktózt, szacharózt és raffinózt, szoros kapcsolatban állt a hidegtűréssel, amelyet az LT_{50} értékekkel is alátámasztott. Almánál is összefüggésben van a cukortartalom és a fagyűrés (Raese et al., 1978). A fagyra, mint

stresszhatásra a növény az oldható szénhidrátok felhalmozódásával reagál (Roitsch, 1999). A szénhidrátok raktározása, főleg a szacharózé fontos szerepet tölt be a fagyállóság szempontjából a málnánál (Palonen, 1999), szőlőnél (Hamman et al., 1996; Jones et al., 1999), valamint a lágyszárúaknál is (Paquin et al., 1989; Guy et al., 1992). A kivinél a szacharóz gyors növekedése és az állandó keményítő-tartalom indukálja a merisztémák aktív szacharóz importját ősszel, kora télen (Richardson et al., 2010). Bonhomme és munkatársai (2005) kimutatták, hogy amennyiben az ősziarack rügyek nem kapják meg a megfelelő hidegmennyiséget, akkor a szénhidrát import a rügyekbe korlátozottá válik és a rügpattanás is elégtelen lesz. Marquat et al (1999) szintén ősziarack rügyeket vizsgáltak, és megállapították, hogy a szacharóz és szorbitol abszorpció októberben, amikor lecsökken a hőmérséklet, igen fontossá válik a fagyűrés szempontjából. Deguchi és munkatársai (2002) japán körtefajták levelében vizsgálták só- és hidegstressz hatására bekövetkező cukorkoncentráció változást. A stressz hatására a szorbitol mennyisége megnövekedett, valamint emelkedést tapasztaltak a glükóz, fruktóz és szacharóz szintjében is. Hasonlóan *Sorbus domestica* mikroszaporított növényekben is a fruktóz és glicerol koncentrációnövekedést figyeltek meg a hideg hatására, azonban a szacharóztartalom nem változott (Hausman et al., 2003).

A vegetatív rügyek csak akkor képesek fejlődni, amikor megfelelő mennyiségű vízzel rendelkező szénhidrát áll rendelkezésre, melyek mobilizálhatóak a fa más részeiből (Loescher et al., 1990).

2.5 Virágzás

A kajszi korai virágzású gyümölcsfaj, virágzási időszakában még gyakoriak az erős lehűlések, amelyek fagykárosodást okozhatnak. Ezért a fajták virágzási ideje befolyásolja termésbiztonságukat. A kajszi fajták között sok az önmeddő, amelyekhez velük együtt virágzó és kompatibilis pollenadó fajtákat kell telepíteni. A kajszi önmeddőségének kialakításában, a *Rosaceae* családnak tartozó többi fajhoz hasonlóan, a bibeszövetek egy speciális ribonukleáz enzimje és a pollenben kifejeződő *S*-haplotípus *F*-borsz fehérjéje vesz részt. A kajszi természetes élőhelyén, a vadon előforduló egyedek nagy része önmeddő. Így védekezik a faj a genetikai leromlás ellen. Az öntermékenyülési képesség a fent említett enzimet és fehérjét kódoló gének mutációjának eredménye. Ha a bibe szövege és a rá kerülő pollen eltérő *S*-alléleket hordoznak, akkor a pollen akadálytalanul pollentömlőt fejleszt és létrejön a megtermékenyítés. Ha a haploid pollenszem *S*-alléla megegyezik a bibe szövetében kifejeződő két *S*-allél egyikével, akkor a megtermékenyítés nem jön létre. A pollentömlő ekkor is elkezd fejlődni, de a bibeszálban növekedése megáll, és nem éri el az embriózsákot. Önmeddő genotípusoknál a bibe és a pollen azonos *S*-alléleket hordoz, míg az öntermékenyülőknél különbözőket. Az önmeddő

fajtákat nem tudják olyan fajták megtermékenyíteni, amelyek velük azonos *S*-alléleket hordoznak, ezek a fajtapárok inkompatibilisek. Az önmeddőségnek és az inkompatibilitásnak a kajszinál tehát genetikai okai vannak. Inkompatibilis fajtapárok leginkább a közeli rokon fajták köréből kerülnek ki. Az óriás fajtakörön belül például a fajták inkompatibilisek egymással, nem alkalmasak egymás pollenadójának (Szabó, 2002; Halász, 2007).

A virágzás fenológiai folyamatát és a fajták jellemzőit e tényezők miatt régóta részletesen vizsgálják a kutatók, és sok tudományos eredmény áll rendelkezésre (Szabó et al., 2002).

A kajszi virágzási idejét a környezeti tényezők – elsősorban a hőmérséklet alakulása – nagymértékben befolyásolják, ezért nagy különbségek vannak a termőhelyek és az évjáratok között. A klíma melegedésének hatására az utóbbi évtizedek során a kajszi virágzási ideje fokozatosan korábbi időszakra tolódott (Szabó et al., 2002). Budapest környékén az utóbbi 15 év átlagában március 26-án kezdődött a legkorábbi kajszi fajták virágzása, de megfigyeltek március 5-ei és április 22-ei virágzáskezdetet is (Szalay, 2001; Szalay, 2009).

2.6 Gyümölcsfejlődés és -érés

A kajszinak csonthéjas termése van, fejlődése dupla szigmoid görbével írható le. A fejlődés három szakaszra osztható. Az első szakasz során a fejlődés gyors, majd a második szakaszban, a csonthéjkeményedés időszakában lelassul. A harmadik fázisban ismét felgyorsul a növekedés, ekkor a gyümölcs tömeggyarapodása a teljes tömeg kétharmadát is elérheti. A folyamat során aktív hormontermelés van a mag és a termés teljes kifejlődéséig. Utána a növekedés lelassul vagy teljesen megáll és elkezdődik a termés érése. A teljes érési folyamat lezajlik a fán. Amennyiben a gyümölcs elért egy megfelelő érettségi állapotot, a kajszi kismértékben utóérővé válik és tárolása során is folytatódik az érés. Az így érlelt gyümölcsök beltartalmát tekintve azonban elmaradnak a fán beért gyümölcsöktől. Az érés alatt a gyümölcsök légzésintenzitása is változó. A kajszi klimaktérikus légzéstípusú gyümölcsfaj. A gyümölcs légzése csökken az érés kezdetéig, majd az érés alatt hirtelen megnő, elér egy maximumot, mely után újra lecsökken (Szalay, 2003b; Szalay és Balla, 2003).

A kajszi érése elhúzódó, a fán egyszerre több érettségi állapot is jelen van, valamint a rövid és hosszú termőrészeken is különbözik az érés menete. Először a korona külső részén, a rövid termőrészeken kezdődik az érés, a hosszú termőrészek alapi részén érnek be utoljára a gyümölcsök. A korona belső részén két héttel is elhúzódhat az érési folyamat. Az érés során a szárazanyag-tartalom nő, a savtartalom és a húskeménység csökken, kialakulnak a fajtára jellemző cukor-sav arány, íz- és aromanyagok. Az aromaanyagok száma jelentős, mintegy 30 illatkomponens különíthető el. Az érés során a kajszi alapszíne is nagymértékben változik. A

kezdetben domináns zöld színtartalom csökken, és a fajtára jellemző narancssárga szín megjelenik. A színváltozás a klorofill lebomlásával és karotinoid szintézisével van kapcsolatban. A karotinoid a húspan is és a héjban is szintetizálódik, azonban a hús hamarabb színeződik (Szalay, 2003b; Szalay és Balla, 2003).

2.7 A kajszi gyümölcsök minőségét meghatározó beltartalmi jellemzők

A kajszi felhasználása igen sokrétű Magyarországon. Átlagosan az ipari feldolgozás 15-20%, friss fogyasztás 20-30%, házi feldolgozás 20-30% és az export 10-15%-a az összes kajszi termésnek (Fruitveb, 2010). Az otthoni feldolgozás során elsősorban lekvár és dzsem készül. Jelentős az üzemi méretű, valamint a háztáji pálinkafőzés is. Az élelmiszeripari feldolgozás során befőttet, lekvárféléket, gyümölcsvelőt, szugátot és kis tételben ivólevet állítanak elő hazánkban. Másutt sokkal szélesebb körben dolgozzák fel, illetve alkalmazzák a kajszit, mind a gyümölcshúst, mind az édes magbelet. Jelentős a mediterrán tájakon az aszalványkészítés, kisebb mértékben mézes csemegét illetve gyümölcs snack-et állítanak elő a kajsziából. Az étkezési felhasználhatóságon kívül kozmetikumokban és a gyógyászatban is felhasználják. Az otthoni feldolgozás során elsősorban lekvár és dzsem készül, kisebb mennyiségben befőtt. Jelentős az üzemi méretű, valamint a háztáji pálinkafőzés is. A termesztés fejlesztése és gazdaságossága szempontjából fontos lenne szétválasztani a feldolgozásra és friss fogyasztásra való kajszi termesztést Magyarországon is. Külföldön már direkt olyan célfajtákat telepítenek, melyek bizonyos feldolgozási szempontból előnyösek. Hazánkban a kajszi minőségi követelményeit a Codex Alimentarius Hungaricus 1-4-1108/91. számú előírása foglalja magába. Az előírás az Európai Közösségek Bizottsága 1108/91/EGK számú rendelete alapján készült, melyet a Magyar Élelmiszerkönyv Bizottság is jóváhagyott 1995-ben. Az előírás a friss fogyasztásra szánt kajszi fajtákra vonatkozik. Előírja a minőségi követelményeket, méretre vonatkozó paramétereket, csomagolás és azonosító adatok feltüntetését (Szalay és Balla, 2003).

A kajszi gyümölcs, illetve a levek fő alkotórészei közé tartoznak a szénhidrátok, a szerves savak (Wills et al, 1983; Bartolozzi et al., 1997; Guerrieri et al, 2001), karotinoidok (Zulueta et al., 2007), ásványi anyagok (Lichou et al., 2003) és a polifenol vegyületek (Fernández de Simón et al, 1992). A kajszi gyümölcse gazdag antioxidáns forrás (Leccese et al., 2008).

Az optimális minőség eléréséhez a szedést megelőzően a gyümölcsnek el kell érnie egy minimális fiziológiai érettséget, melyet Delwiche és Baumgartner (1983) „küszöb érettségnek” nevez. Rood (1957), valamint Robertson és munkatársai (1991) szerint a legjobb mutató az optimális szedési érettség meghatározására a húskeménység, míg Delwiche és Baumgartner (1985) az alapszín változását tartja megfelelőnek. A szín a legfontosabb érettség meghatározó

indikátor számos gyümölcsfajnál, írják le Drake és munkatársai (1982). Wang és munkatársai (2006) őszibarack gyümölcsöknél írták le, hogy a húskeménység, a cukortartalom és az érési idő szoros összefüggésben áll. Nyujtó és Surányi (1981) leírták, hogy a különböző felhasználáshoz különböző érettségi állapotú gyümölcs felel meg. A friss fogyasztásra a 90%-os érettségi állapotú kajszii gyümölcs, míg befőttnek 80%-os felel meg.

Szalay és Balla (2003) szerint a kajszii szüretét a felhasználási célnak megfelelő érettségi állapotban, a gyümölcsök alapszíne és húskeménysége alapján kell végezni. Az alapszín meghatározásához rendelkezésre állnak színskálák. A hagyományos magyar fajtákhoz használhatjuk a Tomcsányi Pál és munkatársai által 1963-ban kidolgozott színskálát (Szalay és Balla, 2003). Az új hazai és külföldi nemesítésű fajtákhoz új színskálák kidolgozására van szükség.

2.7.1 Szerves sav tartalom

A gyümölcsökben a citrom-, alma- és a borostyánkősav gyakran megtalálható, az oxálsav azonban inkább a zöld levelekben fordul elő nagyobb mennyiségben (Silva et al., 2004). A gyümölcsök szerves sav tartalma hatással van az íz- és zamatanyagok minőségére, stabilitására. Kiváltképp az alma- és a citromsav áll kapcsolatban a savanyú íz érzékelésével az őszibaracklevelekben (Esti et al., 1997; Shui és Leong, 2002) és a kajszii levelekben egyaránt (Noble et al., 1986; CoSeteng et al., 1989). A szerves savak elengedhetetlen technológiai összetevők a gyümölcsképzésműveletekben (Coppola és Starr, 1988). A gyümölcslevelek íz fokozására gyakran használják a citromsavat, borkősavat, a fűszersavat és a foszforsavat. A legszélesebb körben a citromsavat alkalmazzák, habár az almasav és a borkősav is fontos természetes alkotóelem, melyeket a gyümölcslé italokhoz kevernek a fűszersavval együtt (Saccani et al., 1995; Shui és Leong, 2002). Emellett a tartósításban is felhasználják a szerves savakat (szorbinsav, benzoésav) (Cunha és Fernandes, 2002). A szerves savak összetétele értékes információkat szolgáltat az almalevek hitelességéről (Wucherpfennig, 1976). A kajszii gyümölcsben legnagyobb mennyiségben az almasav (átlag 1000 mg/100g) és a citromsav (átlag 400 mg/100g) található meg. Sokkal kisebb mennyiségben jelen van még az oxálsav, malonsav és borostyánkősav (Souci et al., 2008).

2.7.2 Cukor- és szorbitol tartalom

A megfelelő íz szempontjából fontos a kiegyensúlyozott sav- és cukortartalom. Az édesség fokozódása és a savasság csökkenése az érés velejárója. Az érési folyamat során a legtöbb gyümölcsben a keményítő átalakul cukorrá. A fő cukor komponensek az érett gyümölcsben a

szacharóz, a glükóz, és a fruktóz (Pallardy és Kozłowski, 2008). A különböző gyümölcsfajok egyes cukor komponenseinek mennyiségében igen nagy a különbség (Sanz et al., 2004). A fruktóz a gyümölcsökben és a zöldségekben előforduló természetes cukor, azonban gyakran adják üdítőitalokhoz és gyümölcslevekhez (Basciano et al., 2005). A kajszi levelekben a glükóz/fruktóz arány 1,6 és 3,1 között van általában, amennyiben 3,3 értéket meghaladja, utalhat a hamisításra írják le Lo Voi és munkatársai (1995). Ennek ellenére a közép-ázsai génkészlettel rendelkező fajtáknál gyakran fordul elő a 3,3 aránynál magasabb érték (Ledbetter et al., 2006). A szorbitol fontos alkotóelem humánélelmészeti szempontból, mivel használható a cukorbetegség számára, mint egy alternatív természetes édesítő (Forni et al., 1992). A szorbitol a *Rosaceae* család gyümölcsfajainál igen gyakori (Richmond et al., 1981). Főleg a levelekben szintetizálódik, a legfontosabb fotoszintetikus termék, ugyanis a levelekben és a floémában szintetizálódó cukrok 60%-a szorbitol (Bielecki és Redgwell, 1985). A gyümölcsben a szorbitol koncentráció egyenletesen csökken az érés alatt, mivel más cukrokká alakul (Escobar Gutiérrez és Gaudillère, 1996). A kutatási eredmények arra utalnak, hogy főként glükózzá alakul (Ohkawa et al., 2008). A szorbitol mennyiség detektálásával a kajszi levek valódi gyümölcsstartalmára következtethetünk (Versari et al., 2008).

A °Brix és a titrálható savtartalom aránya általánosan alkalmazott index a legtöbb gyümölcsnél. A magasabb cukor/sav arány magasabb minőségű beltartalomra utal a gyümölcsoknél (Gómez és Ledbetter, 1997).

2.7.3 Karotinoidok

A kiegyensúlyozott étrendnek tartalmaznia kell különböző antioxidáns hatású vegyületeket, ilyenek a karotinoidok, flavonoidok, polifenolok és az aszkorbátok. Ezek szerepet játszanak az oxidatív és antioxidáns folyamatok szabályozásában a szövetekben (Diplock et al., 1998). A karotinoidok sok növényfajban megtalálhatók. A legelterjedtebb változat a β -karotin, 60-70%-ban fordul elő. A jelentősebb karotinok közé tartozik még a γ -karotin (5-7%), cryptoxanthin (4-7%-ban), a likopin (5%-ban) valamint a lutein (1,5-2%) (Kläui és Bauernfeind, 1981). Ezek a komponensek felelősek gyakorta a piros-, a sárga- és a narancsszín kialakulásáért a gyümölcsökben és a zöldségekben (Bramley, 2003; Sass-Kiss et al., 2005). A legtöbb gyümölcsnél a szín változása a klorofill lebomlásával és új pigmentanyagok, például karotinoidok szintézisével van összefüggésben (Ferrer et al., 2005). A β -karotint évek óta alkalmazzák színezékként, főleg az A elővitaminként az ételekben és takarmányokban, multivitamin készítményekben, és az utóbbi évtizedben az egészséges ételkészítményekben antioxidánsként (Ben-Amotz és Fishler, 1998). Számos tanulmány számolt be arról, hogy

azoknál az embereknél, akik több karotinoidot fogyasztottak, csökkent a krónikus betegségek kockázata (Mayne, 1996). Ugras és munkatársai (2010) írják le, hogy kajsziabarackkal etetett patkányokon végzett kísérletük során az alacsony dózisu sugárzás ROS keltő hatása mérséklődött. Az A vitamin nem fordul elő a növényekben, csak provitaminjaik, melyek közül biológiailag a béta-karotin a legaktívabb. A karotinoidok tartalmazzak egy antioxidáns molekulacsoportot is, amely védelmet nyújt a szabad gyökök ellen (Handelman, 1996), segít megelőzni a degeneratív betegségeket (Parker, 1996).

A kajszi gyümölcse gazdag karotinoid forrás, a teljes karotinoid tartalom 50%-a β -karotin (Radi et al., 1997). 250g friss vagy 30g aszalt kajszi fedezi a napi szükségletet (Bolin és Stafford, 1974). Kurz és munkatársai (2008) vizsgáltak számos tök- és kajszi fajtát. Eredményeik alapján megállapították, hogy a kajszi karotinoid összetétele egyedi, a vizsgált tökfajtától teljesen különbözött. Ruiz és munkatársai (2006) a kajszi a hússzín alapján csoportokra osztották (fehér, sárga, világos narancs, narancs), méréseik alapján a narancssárga hússzínű fajták kiemelkedő karotin tartalommal rendelkeznek, valamint a héjban két-háromszor több karotinoid található, mint a húsban. A vörös kajsziiban is a héjban halmozódik fel több antocián. A húsban mért β -karotin tartalmuk azonban alulmarad a sárga típusokétól (Bureau et al., 2009). A karotin tartalom függ a fajtától és a környezeti tényezőktől (Munzuroglu et al., 2003; Dragović-Uzelac et al., 2007). Leccese és kollégái (2010) kimutatták 'Cafona' és 'Pellecchiella' fajtáknál karotin növekedést a tárolás során. Kutatócsoportok számos más gyümölcsben is vizsgálták a karotinoid tartalmat, melyek közül az egyik legmagasabb értékkel a mangó rendelkezik (Ajila et al., 2007), valamint megtalálható még az őszibarack, a szilva (Gil et al., 2002), és a bogyósok gyümölcseiben (Marinova és Ribarova, 2007) is. Széles spektrumon vizsgálták a gyümölcsök és zöldségek karotin tartalmát (Hart és Scott, 1995; Ben-Amotz és Fishler, 1998).

2.7.4 Polifenolok

Több ezer molekulát azonosítottak magasabb rendű növényekben, melyek polifenol szerkezettel rendelkeznek (azaz aromás gyűrűn hidroxilcsoport), és ebből több százat találtak az ehető növényekben. Ezek a molekulák a másodlagos anyagcserefolyamatok során képződnek, és általában az ultraviola sugárzás vagy patogének elleni védekezésben vesznek részt. A polifenolok szerkezete rendkívül változatos, melynek köszönhetően összekapcsolódhatnak szénhidrátokkal, szerves savakkal vagy egymással. Csoportosításuk az alapváz szerkezeti felépítése alapján történik. A polifenoloknak számos az emberi szervezetre gyakorolt jótékony hatása van. Csökkentik a szív- és érrendszeri betegségek és a rákos megbetegedések kockázatát, valamint antiallergén és gyulladáscsökkentő hatással is rendelkeznek (Rice-Evans et al., 1997;

Manach et al., 2004). Számos fenol és polifenol erősebb antioxidáns, mint a vitamin antioxidánsok (Vinson et al., 2001).

A kajszfajták gyümölcsei különböző mennyiségben tartalmazzak polifenolokat, melyek közül a leggyakoribbak a klorogenikus savak. Előfordulnak még neo-klorogenikus savak, koffeinsav, p-kumársav, ferulasav és észterek, valamint flavonoidok. (+)-katechin és (-)-epikatechin szintén kimutatható a kajsziban és a belőle készült termékekben (Tomás-Barberán és Robins, 1997; Dragović-Uzelac et al., 2005). A friss gyümölcsben és a feldolgozott termékekben jelentősen eltér az összes fenoltartalom (Pošpišil et al., 2002), az aszalás hatására csökken a polifenol-tartalom (Madrau et al., 2009). A héjban lényegesen magasabb a koncentráció az almatermésű és csonthéjas gyümölcsöknél, mint a húsban (Borchers és Hyson, 2003).

A polifenolok mennyisége és milyensége a növényi eredetű termékekben erősen függ a fajtától (Kalynocu et al., 2009), környezeti hatásoktól, tápanyagutánpótlástól, termesztéstechnológiától, érettségi állapottól és a post-harvest technológiáktól is (Jeffery et al., 2003). Scalzo és munkatársai (2005) 'San Castrese' kajszfajánál bizonyították, hogy az összes fenoltartalom nagymértékben függ az alanytól is.

3 CÉLKITŰZÉS

Munkánk megkezdésekor a következő célokat tűztük ki:

1. Kajszi fajták virágrügyfejlődési folyamatának részletes feltárása, a fenológiai folyamatok leírása az előnyugalom kezdetétől a mélynyugalom végéig.
2. Antioxidáns enzimek aktivitásának vizsgálata kajszi fajták virágrügyeiben a téli nyugalmi időszak különböző időpontjaiban, összefüggések keresése a fagyűrész és az antioxidánsok aktivitása között.
3. A cukortartalom és a cukor összetevők mennyiségi változásainak meghatározása különböző fagyűrészű kajszi fajták virágrügyeiben a nyugalmi időszak során.
4. Kajszi fajták gyümölcsfejlődése és -érése során lejátszódó fizikai paraméterek és beltartalmi összetevők változásának vizsgálata, modellezése a gyümölcskötődéstől a teljes érésig.
5. A humán táplálkozás szempontjából fontos egészségvédő beltartalmi összetevők kimutatása kajszi fajták gyümölcseiben, valamint ezek mennyiségi változásainak meghatározása az érés során.

4 ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1 A vizsgálatok helye, ideje, környezeti adottságai

A vizsgálatokhoz a mintákat a Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar Gyümölcsstermő Növények Tanszék soroksári kísérleti ültetvényéből gyűjtöttük (2. ábra). Fajtánként hat darab kajszifa állt rendelkezésünkre. Fajtánként három fás blokkok lettek telepítve, a vizsgált fajtákból két-két blokkot telepítettek. A kajszifák 2004-ben 5×3 térállásban myrobalan magonc alanyon kerültek eltelepítésre, melyeket kompakt váza koronaformára neveltek.

A terület a Duna öntésterületén helyezkedik el, így a talajok nagy része a Duna meszes homokhordalékán képződött, a völgy talajvize jelentős szerepet játszott a kialakításukban. Az ültetvényre homokos vályog kötöttségű löszös üledék a jellemző. A Duna-völgyben a löszös üledékeken jó termőképességű csernozjom-, réti öntéstalajok alakultak ki, amelyek jó vízvezető, vízraktározó képességű talajok (Stefanovits, 1963; Földvári, 1966). Humusztartalma 0,5 és 1,4 % közé esik, a talaj pH-ja magas (7,6 - 8,1), mésztartalma 2 % körüli, az Arany-féle kötöttsége (KA) 24.

A kísérleti terület évi középhőmérsékletének sokéves átlaga 10-11 °C körüli, a napsütéses órák száma 2000-2050, az átlagos éves csapadékmennyiség 550 és 600 mm között van. Az uralkodó szélirány ÉNy-i (Bacsó, 1959).



2. ábra: Kajszifajtagyűjtemény kompakt váza koronaformával, 2009 Soroksár

4.1.1 A vizsgálati évek hőmérsékleti adatai

Az ültetvény hőmérsékleti adatait a kihelyezett meteorológiai állomás adatai alapján gyűjtöttük össze, melyeket a 2.1. – 2.6. mellékletekben közlünk. Vizsgálatainkhoz igazodva külön rendeztük a virágrügyfejlődés, illetve a gyümölcsfejlődés időszakában regisztrált hőmérsékleti adatokat.

4.2 A vizsgált fajták

Mivel kutatómunkánk egyik fő célkitűzése a kajszifajták stressztűrését és környezeti képességét meghatározó fenológiai, növényélettani és biokémiai folyamatok, valamint morfológiai jellemzők részletes vizsgálata volt, ezért öt fő fajtát jelöltünk ki a vizsgálatokhoz, a szakirodalmi adatok és a Gyümölcsstermő Növények Tanszék korábbi kutatási eredményei alapján.

A Magyarországon régóta termesztésben lévő, hagyományos magyar fajták közül három igen eltérő fagyűrűsű fajtát vontunk vizsgálatainkba. Az előzetes adatok alapján a kiváló fagy- és téltűrűsű fajtákat a 'Rózsakajszai C. 1406' fajta képviselte. A közepes fagy- és téltűrűsű csoportból a 'Gönci magyar kajszi' fajtát, a fagyérzékeny csoportból pedig a 'Ceglédi bíborkajszai' fajtát választottuk a vizsgálatokhoz. A 'Gönci magyar kajszi' jelenleg az egyik legelterjedtebb fajta a magyarországi ültetvényekben, fagyűrűző képessége közepes, gyümölcsminősége kiváló, ezért nemcsak a stressztűréssel kapcsolatos vizsgálatoknál, hanem a gyümölcsminőségi paraméterek meghatározásánál is a legfontosabb standard fajtaként használtuk. A három hagyományos magyar fajta mellé a két államilag minősített, külföldről származó fő árufajtánkat, a 'Bergeron' és a 'Harcot' fajtákat vontuk be a vizsgálatokba. Így a legfontosabb honosított fajtáink fenológiai, stressztűrési és gyümölcsminőségi jellemzőiről is képet alkothatunk.

A részletesen vizsgált fajták fő jellemzőit a szakirodalmi adatok alapján a 2. táblázatban foglaltuk össze.

A pollenmorfológiai vizsgálatokhoz a vizsgált fajtákat a következő fajtákkal egészítettük ki: 'Ceglédi óriás', 'Ceglédi Piroska', 'Ligeti óriás', 'Mandulakajszai', 'Orange Red', 'Pannónia'.

2. táblázat: A részletesen vizsgált fajták fő jellemzői

Szabó és Szalay (2001), Mády és Szalay (2003)

		Harcot	Ceglédi bíborkajszi	Gönci magyar kajszi	Bergeron	Rózsakajszi C. 1406
Származás		Kanada, Ontario-tó, Harrow Kutató Állomás	Magyarország, Izsák	Magyarország, Gönc	Franciaország, Lyon	Magyarország, Nagykőrös
Virágzási idő		korai	középidéjű	középidéjű	késői	késői
Érés idő		Magyar kajszi klónok előtt 3- 4 nappal	Magyar kajszi klónok előtt 1- 2 nappal	július 10 - 15	Magyar kajszi klónok után 8- 10 nappal	Magyar kajszi klónok után 10-12 nappal
Önterméke- nyülés		–	+	+	+	+
Gyümölcsminőség	méret, alak	közepes méretű, tojásdad, oldalról enyhén lapított	közepes méretű, széles, kúpos, tojásdad, oldalról kissé lapított	középnagy, kissé kúposodó gömb	közepes méretű, kúpos gömb alakú	közepes méretű, megnyúlt gömb, oldalról lapított, aszimmetrikus
	alapszín	sötét narancssárga	sötét narancssárga	narancssárga	narancssárga	narancssárga
	fedőszín	20-40%-ban bordópiros	sötét bordó	élénkpiros, sötétpiros pontozással	kárminpiros, sötétvörössel pontozva	mosott piros
	hús	élénk narancssárga, szilárd, közepesen lédús	narancssárga, finoman rostos, bő levű	élénk színű, finomrostú, éretten puha, lédús	narancssárga, kemény, alacsony létartalom	narancssárga, rostos, alacsony létartalom
	íz, zamat	édes, jóízű, de nem különösen zamos	zamata korán kialakul, nagyon édes	zamos	az átlagosnál magasabb savtartalmú	jó ízű, vírus- fertőzés a gyümölcs- minőséget erősen rontja
Fa	növ. erély	közepes	erős	közepes	közepes	erős
	hajtás- rendszer	szétnyíló	nagy, szétnyíló korona	szétnyíló, nem túl sűrű ágrendszer	feltörő, közepesen sűrű korona	feltörő, nagy méretű, sűrű korona
	term. hoz. típus	rövid és hosszú termőrészeken is jól terem	középhosszú, hosszú vesszőkön	nyársakon, de erősen metszve a vesszőkön is	rövid és középhosszú	rövid és hosszú termőrészeken is jól terem
Fagyűrész	téli	közepes	érzékeny	közepes	nagyon jó	nagyon jó
	tavaszi	virágai gyakran károsodnak	virágai és kötődött gyümölcssei érzékenyek	közepes	jó	jó

+: öntermékeny;

-: önmeddő

4.3 A virágrügyfejlődés fenológiai folyamatának vizsgálati módszerei

4.3.1 A virágrügyfejlődés előnyugalmi szakaszának vizsgálata

A virágrügyek előnyugalmi időszak alatti fejlődését az öt kajszifajtánál hosszmetsetek készítésével követtük nyomon. A vizsgálatokat három egymás utáni évben (2007, 2008, 2009) augusztus 1-jétől szeptember 30-ig végeztük. A mintákat a fák koronájának 1,5 és 2 m közötti magasságában lévő részeiről szedtük hetente kétszer. Két különböző termőrész típuson lévő virágrügyek fejlődését vizsgáltuk. Az egyik termőrész típus a hosszú hajtás (50 – 100 cm hosszúságú), a másik a termőnyárs (maximum 20 cm hosszúságú). A hosszmetseteket a hosszú és rövid hajtások középső részéről leválasztott virágrügyekből 400/Microm típusú fagyasztó mikrotómmal készítettük el a BCE-KeT Növénytani Tanszéken, majd Olympus BX41 típusú fénymikroszkóppal megvizsgáltuk. Mintavételi időpontoként és fajtánként 10 virágrügyet használtunk. A metsetek vastagsága 40 µm. A metseteket megnedvesített ecsettel szedtük le a késről, majd tiszta, zsírtalanított, előzetesen desztillált víz:glicerín = 1:1 arányú keverékével lecseppentett tárgylemezre vittük át, és ragasztóval körben légmentesen lezártuk.

A mikroszkópos tanulmányozás során öt fejlődési szakaszt különítettünk el:

1. hajtástenyészőkúp ellaposodása,
2. csészelevél-kezdemények kialakulása,
3. szíromlevél-kezdemények kialakulása,
4. porzók képződése,
5. termő kialakulása.

4.3.2 A pollenfejlődés vizsgálata

4.3.2.1 A mikrosporogenezis folyamatának vizsgálati módszerei

A vizsgálathoz a rövid- és a hosszú termővesszők közepéről leválasztott virágrügyeket használtuk, mintánként 10 darabot. A virágrügyekből kiemeltük a fejlődő portokkezdeményeket, melyeket tárgylemezre helyezésük után kármin ecetsavval festettük meg és fedőlemezzel zártunk le. A fedőlemezt gyengén megnyomtuk, így láthatóvá vált a portokkezdemények belső szövetállománya. A quetsch-preparátumot mikroszkóp (Olympus BX41) alatt vizsgáltuk meg.

Hat fejlődési stádiumot különítettünk el:

1. archesporiális állapot - a portokokban differenciálatlan szövetállomány, archesporium szövet található,
2. füzér állapot - megkezdődött a pollenanyasejtek kialakulása, a gömb alakú sejtek összetapadva, füzérszerűen láthatók,

3. pollenanyasejt állapot - kifejlődött pollenanyasejtek vannak a portokokban,
4. tetrád állapot - lezajlott a redukciós osztódás, a portokokban tetrádok találhatóak,
5. mikrospóra állapot - a portokokban a tetrád burokból kiszabadult mikrospórák láthatók,
6. pollen állapot - a portokokban kifejlett pollenszemek találhatóak.

A mikrosporogenezis vizsgálati eredményei a mélynyugalom végének meghatározására is használhatók. A virágrügyek mélynyugalmának végét az adott növényi részen az archesporiális állapot vége, a füzér állapot kezdete jelzi.

4.3.2.2 Elektronmikroszkópos vizsgálati módszerek

A pollenfejlődés során elektronmikroszkópos vizsgálatokat is végeztünk 2011 tavaszán, azért, hogy részletesebb képet kapjunk a mikrospórákban, illetve pollenekben lejátszó folyamatokról, a gametogenezisről, valamint a tapétum alakulásáról. A vizsgálatokat az ELTE Növény szerzettani Tanszéken végeztük. Az elektronmikroszkópos megfigyelésekhez a mintákat 2 órán át fixáltuk 2,5 % glutáraldehidben (0,07M foszfát pufferben oldva, pH=7,2), majd pufferes mosást követően 1 % ozmium-tetroxidban utófixáltuk (ugyanazzal a pufferrel készítve). Ezután a mintákat a fenti foszfát pufferben mostuk, majd emelkedő koncentrációjú etanol-sorozat segítségével (25%, 50%, 75%, 90%, 96%, abszolút etanol, propilénoxid) dehidráltuk és Durcupan ACM műgyantába ágyasztuk. A fénymikroszkópos megfigyelésekhez az 1 µm vastag félvékony metszeteket, illetve az elektronmikroszkópos vizsgálathoz az ultravékony (70 nm) metszeteket Reichert Jung Ultracut mikrotómmal készítettük. A fénymikroszkópos (Olympus BH2 DIC fénymikroszkóp) megfigyelésekhez a mintákat toluidinkékkel festettük meg. Az ultravékony metszeteket 5% uranil-acetát oldattal (4 perc), és ólom-citrát oldattal (6 perc) festettük. Az ultravékony metszeteket Hitachi 7100 TEM mikroszkóppal vizsgáltuk, 75 kV gyorsítófeszültség mellett.

Pollen morfológiai vizsgálat:

A kifejlődött pollen mintákat arannyal vontuk be vákuum-gőzöléssel, majd ezt követően az ELTE Növény szerzettani Tanszékének EM-laboratóriumában Hitachi 2360N pásztázó elektronmikroszkóppal (SEM, scanning elektron microscopy) 25 kV gyorsítófeszültség mellett vizsgáltuk.

4.3.3 A fenológiai vizsgálatok statisztikai értékelése

Az előnyugalom időszakában és a mikrosporogenezis során is a fejlődési stádiumok fokozatosan mentek át egymásba. Az egyik stádiumból a másikba való átmenet fenológiai fázistól függően néhány naptól két hétig terjedő időszakot ölelt fel. Az adatok statisztikai értékelhetősége érdekében az átmenet napjának azt tekintettük, amikor 50 %-ban még az előző, 50 %-ban pedig az új fenológiai fázis volt megfigyelhető a mikroszkópos vizsgálat során. Az értékelést a PASW18 statisztikai szoftver segítségével végeztük el, többtényezős varianciaanalízist, Tukey tesztet alkalmazva. A táblázatokban a homogén csoportokat a különböző betűk jelölik, az azonos betűvel jelölt értékek között nincs szignifikáns különbség. Célunk a fajta, az évjárat és a különböző termőrész típusok közötti különbségek meghatározása volt.

4.4 Virágrügyek stressztűrésének vizsgálati módszerei

4.4.1 Az enzimaktivitás meghatározása

A biokémiai vizsgálatokhoz minden hónap közepén a kijelölt fákról 50 és 80 cm közötti hosszú termővesszőket szedtünk, és az ezeken lévő virágrügyeket vizsgáltuk. A leszedett növényanyagot hűtőtáskában szállítottuk, majd a laboratóriumban azonnal feldolgoztuk. A vesszőkről késsel leválasztottuk a rügyeket.

A polifenol-oxidáz és peroxidáz enzimek aktivitásnak méréséhez 250 mg friss növényi mintát, 1 ml jéghideg trisztes pufferrel (0,1 M Trisz HCl, pH=7,8; melynek összetétele: 10% glicerol, 10% Triton 100, 5% Polietilén-glikol 4000, 5% NaCl), kvarchomokkal az előre lehűtött dörzsmozsarakban homogenizáltuk. Ezután hűtött körülmények között, 5 percig, 20000 fordulat/perces fordulatszámra centrifugáltuk (MSE Micro Centaur). A centrifugálás után a felülúszó részt leválasztottuk a csapadékról és mindkét enzim aktivitásának méréséhez a tiszta felülúszót használtuk fel.

A peroxidáz enzim aktivitását H_2O_2 szubsztrát és ortodianizidin kromogén reagens jelenlétében ($\epsilon = 11.3$), $\lambda = 460$ nm-en spektrofotométerrel (Hitachi U-2800A) határoztuk meg (Shannon et al., 1966). A polifenol-oxidáz enzim aktivitását catechol segítségével ($\lambda = 420$ nm) határoztuk meg (Bassuk et al., 1981).

Az enzimaktivitások értékét mindkét enzim esetében 250 mg/ml-es törzsoldatból számoltuk, az eredményeket U/ml-ben adtuk meg. A vizsgálatokat két télen (2007/2008, 2008/2009) és három ismétlésben végeztük. Az első évben a BCE-ÉTK Alkalmazott Kémia Tanszéken, majd a következő évben a Gyümölcsstermő Növények Tanszéken végeztük a méréseket.

4.4.2 A virágrügyek cukor- és szorbitol-tartalmának meghatározása

Mintaelőkészítés:

Mintánként 250 mg generatív rügyet hűtött dörzsmozsárban kvarchomokkal homogenizáltunk, melyhez 1 ml desztillált vizet adtunk oldószerként. Az így előkészített mintákat 5 percen keresztül 15000 fordulat/perces fordulatszámra centrifugáltuk (Hettich 23R). Ezt követően a felülúszót pipettával leszívtuk, majd 0,45 µm átmérőjű MILLEX®-HN Syringe Driven Filter Unit (SLHN 013 NL, Millipore Ltd. 290 Concord Road, Billerica, MA 01821, USA) szűrőn átszűrtük.

HPLC standardként analitikai tisztaságú szacharózt (CAS number: [57-50-1]), D-glükózt [50-99-7], D-fruktózt [57-48-7], D-szorbitolt [50-70-4] használtunk, melyek a Sigma-Aldrich Chemical Co.-tól (3050 Spruce Street, St. Louis, MO 63103, USA) származtak. A standardokat kétszeresen desztillált vízben oldottuk fel 0,01 g/50ml koncentrációban, majd munkálataink során ezek ötvenszeres hígítását használtuk HPLC standardként.

HPLC berendezés: a mérések során a Waters HPLC berendezés (Waters Corporation 34 Maple Street Milford, MA 01757 USA) a következő hardverekből állítottuk össze: 2414 Refractive Index Detector, 1525 Binary HPLC Pumpa, Colonna termosztát, 717^{plus} automata injektor. A berendezés felügyeletét és irányítását EMPOWERTM 2 software program végezte.

A cukrok szétválasztása Sugar-PakTM oszlopon történt, melyet 90°C-on oszloptermosztátban tartottuk. A mozgó fázis 0.0001 M Ca-EDTA [304695-78-1] tartalmú víz volt. Az áramlási sebesség 0.5 ml/perc, ilyen áramlás mellett 450 ± 10 psi nyomás alakult ki az oszlopon. A detektálás 30 percig történt. Az injektálási mennyiség 20 µl volt. A retenció idő: szacharóz 8,3 perc, glükóz 10,8 perc, fruktóz 11,77 perc, szorbitol 15,4 perc.

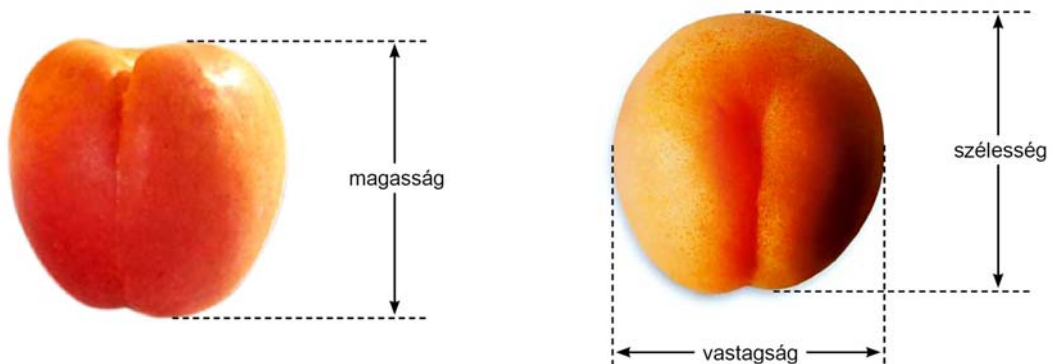
A méréseket a Gyümölcsstermő Növények Tanszék HPLC laboratóriumában végeztük.

4.5 Gyümölcsfejlődés és -érés vizsgálatának módszerei

A gyümölcsfejlődés vizsgálatok keretében a gyümölcsök küllemi és beltartalmi tulajdonságait értékeltük. Az érettségi állapotokat a húskeménység és alapszín szerint előzetes kutatások alapján határoztuk meg. A szedési időpontokat az 4.3. mellékletben foglaltuk össze. Fajtánként és érettségi állapotonként háromszor 10 db gyümölcsöt vizsgáltunk, mérésenként három ismétlésben. A gyümölcsfejlődéssel és -éréssel kapcsolatos vizsgálatokat a Gyümölcsstermő Növények Tanszék Gyümölcsanalitikai és HPLC laboratóriumában végeztük.

4.5.1 Fizikai paraméterek vizsgálata

A kutatásba vont fajtáknál megmértük minden gyümölcs magasságát, szélességét, vastagságát (3. ábra) Mitutoyo CD-15DC típusú digitális tolómérővel, valamint a gyümölcsök tömegét. A hússzilárdság méréséhez 1 cm² felületű fejjel ellátott Magness-Taylor penetrométert használtunk. A gyümölcsök mindkét oldalán egy-egy metszlapot vágunk, hogy a penetrométer nyomófeje a gyümölcshúsba akadálytalanul behatolhasson.



3. ábra: A kajszi gyümölcs fizikai paraméterei

4.5.2 Beltartalmi paraméterek vizsgálata

A vízdoldható szárazanyag-tartalmat °Brix-ban kifejezve a friss gyümölcsökből kinyert homogén szűrt gyümölcsléből mértük ATAGO Palette PR-101 refraktométerrel (Codex Alimentarius 3-1-558/93). A pH értéket a Titroline Alpha Plus pH mérőműszerrel határoztuk meg. A titrálható savtartalmat almasav egyenértékben fejeztük ki. 10 cm³ kajszi levét desztillált vízzel tízszeresére hígítottunk, majd fenolftalein indikátor hozzáadása után rózsaszín átcsapásig titráltuk 0,1 N NaOH-dal (MSZ EN 12147:1998). A savtartalmat az alábbi képlet segítségével határoztuk meg:

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

4.5.2.1 Cukor-, szorbitol- és savtartalom meghatározása

Mintaelőkészítés:

A 30 darab friss gyümölcsből turmixolt homogén pépet -25°C-on fagyasztva tároltuk. A méréseket megelőzően a mintákat felengedtük, majd 1,5 ml-es Eppendorf csőbe helyeztük, amit 15000 rpm fordulatszámon 5 percig centrifugáltuk (Hettich 23R). Ezt követően a felülúszót pipettával leszívtuk, majd 0,45 µm átmérőjű MILLEX®-HN Syringe Driven Filter Unit szűrőn (SLHN 013 NL, Millipore Ltd. 290 Concord Road, Billerica, MA 01821, USA) átszűrtük.

HPLC standardként analitikai tisztaságú szacharózt (CAS number: [57-50-1]), D-glükózt [50-99-7], D-fruktózt [57-48-7], D-szorbitolt [50-70-4], citromsavat [77-92-9], L-almasavat [97-67-6], borostyánkősavat [110-15-6] használtunk, melyek a Sigma-Aldrich Chemical Co.-tól (3050 Spruce Street, St. Louis, MO 63103, USA) származtak. A standardokat kétszeresen desztillált vízben oldottuk fel 0,01 g/50ml koncentrációban, majd munkálataink során ezek ötvenszeres hígítását használtuk HPLC standardként.

HPLC berendezés: a mérések során a Waters HPLC berendezés (Waters Corporation 34 Maple Street Milford, MA 01757 USA) a következő hardverekből állítottuk össze: 2487 Dual Wavelength Absorbance Detector (szerves savak meghatározásakor), 2414 Refractive Index Detector (cukor meghatározásakor), 1525 Binary HPLC Pumpa, Colonna termosztát, 717^{plus} automata injektor. A berendezés felügyeletét és irányítását EMPOWERTM 2 software program végezte.

Szerves savtartalom meghatározása:

A szerves savak szétválasztása Shodex RSpak KC-811 (8 mm ID X 300mmL) oszlopon történt, amely elé Shodex RSpak KC-G előtét oszlopot helyeztünk. A mobil fázis 0.1% foszforsav tartalmú víz volt. Az áramlási sebességet 1 ml/percre állítottuk be. Ekkor az oszlopon a nyomás 600 ± 25 psi volt. Az oszlopot 40°C hőmérsékletűre beállított oszloptermosztátban tartottuk. Az injektált minta mennyiség 20 μl volt, a detektálás időtartamát 15 percre állítottuk be. A detektálást 220 nm-en végeztük. A retenciós idő: citromsav 6,91 perc, almasav 7,78 perc, borostyánkősav 8,86 perc.

Cukor- és szorbitol-tartalom meghatározása:

Megegyezik a virágrügyek cukortartalmának a mérésével, melyet korábban ismertettünk.

4.5.2.2 Béta-karotin tartalom meghatározása

A béta-karotin tartalmat a KPKI (1990) által átdolgozott De Ritter és Purcell (1981) módszere alapján határoztuk meg, vizsgálatainkat három ismétlésben végeztük. A méréshez 1g gyümölcsmintát 15 cm^3 metanollal elkevertünk, és 5 percig sötét helyen állni hagytuk, majd G4 üvegszűrőre öntöttük. A metanol Millipore Wp6222050 típusú vákuumpumpával történő leszívása után a szűrőn lévő rostokra 25 cm^3 acetont öntöttünk a színioldás miatt. A metanol-acetonos szűrletet választótölcsérbe vittük át, ahol 25 cm^3 etil éterrel egyesítettük. A fázisok szétválasztásához tömény sóoldatot használtunk. A vizes fázis leengedése után az éteres fázist vízmentes nátriumszulfátot tartalmazó redős szűrőpapíron át mérőlombikba szűrtük. Az éteres oldat abszorbanciáját 450 nm-en mértük.

A β -karotin tartalmat az alábbi képlet segítségével határoztuk meg:

$$\text{Karotin tartalom (mg/kg)} = \frac{A_{450} \times V \times 4}{m}$$

ahol, V: az éteres oldat térfogata, cm^3

A_{450} : a 450 nm-en mért abszorbancia

m: bemért minta, g

4.5.2.3 Polifenol-tartalom meghatározása

A gyümölcsök összes polifenol tartalmát Folin-Ciocalteu reagens jelenlétében $\lambda=765\text{nm}$ -en spektrofotometriás úton mértük három ismétlésben, galluszsavból készített kalibrációs görbe alapján Singleton és Rossi (1965) módszere szerint. A meghatározás azon alapszik, hogy bázikus közegben a polifenolok redukálják a foszfor-molibdén és foszfor-wolframsav keverékét kék színű molibdén-, illetve wolfram-oxidá. Az oldat színintenzitása a gyümölcs polifenol koncentrációjával arányos. Az eredményt mg/l galluszsavban adjuk meg.

4.5.3 A beltartalmi vizsgálatok statisztikai értékelése

Regresszióanalízis:

A különböző érési állapotokban mért cukor- (szacharóz, glükóz, fruktóz), cukoralkohol (szorbitol), vízdoldható szárazanyag-tartalom, sav- (alma-, citrom-, borostyánkősav-, titrálható sav-) tartalomra, valamint a fizikai paraméterekre (magasság, szélesség, vastagság, tömeg) regresszióanalízist végeztünk. Háromféle modellt illesztettünk:

a reciprok modellt:
$$Y = b_0 + b_1 * (1 / X) + \varepsilon$$
,

a logisztikus modellt, melyet speciálisan úgy alkalmaztunk, hogy két ilyen alakú modellt egymás után illesztettünk:

$$Y = p_1 + (p_2 - p_1) / (1 + \text{EXP}(-p_3 * (X - p_4))) + \varepsilon$$
,

a csökkenő (negatív) telítődési modellt:
$$Y = p_1 + p_2 * (1 - \text{EXP}(-p_3 * (10 - X)))$$
,

valamint a másodfokú modellt:
$$Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * X^2 + \varepsilon$$

Az Y a magyarázott, az X a magyarázó változót, a b_i és p_i a modellek paramétereit, ε pedig a nulla várható értékű, normális elosztású hibtagot jelöli.

A regresszióanalízist a PASW18 statisztikai szoftver segítségével végeztük, az ábrákat az Excel felhasználásával készítettük el.

A hibtagok normalitásának teljesülését Kolmogorov-Smirnov teszttel igazoltuk ($p > 0,05$). Minden esetben értékeltük a determinációs együtthatót (R^2), mely azt mutatja meg, hogy a modell hány százalékban magyarázza a magyarázott változó szóródását. A modellre vonatkozó ANOVA F értékéből a modellválasztás helyességére következtethetünk, mégpedig oly módon, hogy minél nagyobb (a szignifikáns) F érték, annál jobban magyarázza a modell a vizsgált folyamatot. Az együtthatók mindegyikére elvégeztük a t -próbákat. Ha a t -próba értéke valamely együtthatóra nem volt szignifikáns ($p > 0,05$), akkor azt az együtthatót kiemeltük a modelltől. A fizikai paraméterekre az egymást követő két logisztikus, valamint a szacharóz felhalmozódására és a vízdoldható szárazanyag-tartalom változására logisztikus, a borostyánkősav és az almasav lebomlására reciprok modellt használtunk. A glükóz érésmenetének elejére (első öt szedés) másodfokú modellt illesztettünk. A titrálható savtartalom csökkenésére a 'Gönci magyar kajszí'

és 'Bergeron' esetében negatív logisztikus, a 'Harcot' esetében negatív telítődési modellt használtunk.

Ismételt mérésekre vonatkozó ANOVA (Repeated Measures ANOVA)

Az ismételt mérés, más néven összetartozó mintás varianciaanalízis (angolul Repeated Measures ANOVA) a hagyományos, egy- vagy többszemponú varianciaanalízissel ellentétben nem független minták alapján hasonlítja össze különböző csoportok (alapsokaságok, populációk, fajták) várható értékeit, hanem a kísérleti csoportok többszöri mérési eredményeinek különbségeit vizsgálja. Az összetartozó mintás varianciaanalízis lényegében a páros t-próba általánosítása kettőnél több mérési időpontra vonatkozóan.

Esetünkben az ismételt mérések adatai a 10 különböző érési stádiumban (4.3 melléklet) mért cukor (szacharóz, glükóz, fruktóz), cukoralkohol (szorbitol), vízdoldható szárazanyag-tartalom, illetve savtartalmi (alma-, citrom-, borostyánkősav, titrálható savtartalom) adatok. A faktor hatását a különböző fajták ('Harcot', 'Gönci magyar kajszli', 'Bergeron') képviselték.

A próbát normális eloszlású, intervallum skálán mért változókra alkalmazhatjuk. A próba nullhipotézisei, hogy valamennyi mérési alkalom és valamennyi fajta várható értéke megegyezik.

A modell: $X_{ijk} = \mu + \nu_i + \psi_{ik} + \tau_j + \nu\tau_{ij} + \varepsilon_{ijk}$,

ahol

μ a közös várható értéket,

ν_i az i . fajta ('Harcot', 'Gönci magyar kajszli', 'Bergeron') hatását,

ψ_{ik} az egy kezelésen belüli egyéni hibákat,

τ_j az ismétlés (idő) hatását ($j= 1, 2, \dots, 10$)

$\nu\tau_{ij}$ a fajta és az ismétlés (idő) interakcióját,

ε_{ijk} pedig a hibát jelöli.

Az ismételt mérés varianciaanalízist a PASW18 statisztikai szoftver segítségével végeztük.

Az idő mint faktor (Within-Subjects Factor) hatása azt mutatja meg, hogy a tíz időpontban mért eredmények között a fajta hatásától eltekintve mely esetben van szignifikáns különbség. Azonban azt, hogy pontosan mely időpontok között jelentkezik különbség valamely beltartalmi értékben, az ún. kontraszt (páronkénti összehasonlító) elemzéssel tudjuk megállapítani. A különféle kontraszt módszerek közül mi azt választottuk, amikor az egymást követő mérések közötti szignifikáns különbség meglétét, illetve hiányát keressük.

A fajta a modellben az egyszerű ANOVÁ-nál megismert faktorhatás (Between-Subjects Factor). A fajtáhatást vizsgálva megtudhatjuk, hogy az idő faktortól függetlenül van-e szignifikáns hatása a fajtának. A fajták páronkénti összehasonlításához különféle post hoc módszerek közül választhatunk, melyeknek két lényegesen elkülönülő csoportja van. Az egyik csoportbelieket olyan esetben választhatjuk, ha a szóráshomogenitás a különböző fajtákra teljesül, a másik csoportbelieket pedig, ha a szóráshomogenitás sérül. Ezt a Levene-tesztel tudjuk ellenőrizni. Az első csoportból mi a Tukey és a Scheffè, a másodikkól a Dunnett, valamint a Games-Howell tesztek alkalmaztuk.

A Scheffè- és a Tukey-módszer egyike sem speciális igényekhez (homogén csoportok létrehozása vagy osztályozás célból) készült, hanem egyszerű páronkénti összehasonlításra. A Scheffè-módszer a legszigorúbb (legkisebb elsőfajú hibával járó, tehát kis valószínűséggel ad hibás szignifikáns eredményt, azaz szignifikáns különbség esetén igen meggyőző) és egyben a leggyengébb (legmagasabb másodfajú hibájú) módszer, a Tukey-módszer kevésbé szigorú, azonban kisebb másodfajú hibával jár. Mindkét módszer azonosnak tekinthető varianciák esetén alkalmazható.

Ha a szóráshomogenitás nem teljesül, akkor leginkább a Dunnett (T3) tesztet, illetve a Games-Howell tesztet szokták javasolni, mert ez kezeli legjobban a különböző szórásokkal járó hibát (a szabadsági fok Welch-típusú korrekciójával). A Dunnett teszt kicsit szigorúbb a Games-Howell tesztnél.

Érdemes mindig kétféle szigorúságú post hoc tesztet is lefuttatni, mert ha ugyanazt az eredményt adják, akkor az nagyon meggyőző, ha pedig eltérő eredményt adnak, akkor rávilágítanak az eredmény árnyaltabb voltára.

A fajta és az ismétlés (idő) interakciójából arra következtethetünk, hogy a fajtáknál a különféle beltartalmi adatok mennyisége eltérő módon változik-e a különböző érési fázisokban.

A szfericitás az ismételt mérések különbségeinek szóráshomogenitását jelenti. Ezt a Mauchly-teszt, vagy még inkább az ϵ értéke alapján tudjuk eldönteni. Alacsony ϵ érték ($<0,7$) esetén, azaz ha a szfericitás feltétele nem teljesült, akkor az eredményeket a Greenhouse-Geisser korrekcióval értelmeztük.

A statisztikai elemzésekhez a BCE-KeT Matematika és Informatika Tanszék nyújtott segítséget.

5 EREDMÉNYEK

5.1 Virágrügyfejlődés

5.1.1 Virágrügyfejlődés az előnyugalom alatt

A virágrügyfejlődés fenológiai folyamatát az előnyugalmi időszakban 5 fajtánál, két különböző termőrész típuson, 3 egymás utáni évjáratban vizsgáltuk. A virágrügyfejlődésnek ebben az időszakában egy kezdeti vegetatív fázis után a virágszervek kezdeményeinek akropetális sorrendben történő megjelenése figyelhető meg. A kajszi virágrügyeiben szabályos esetben mindig egy virág alakul ki.

A fénymikroszkópos tanulmányozás során öt fejlődési szakaszt különítettünk el. A virágrügyek belső szöveti szerkezetét tekintve a fajták között lényeges morfológiai különbségeket nem találtunk az előnyugalmi szakaszban, ezért a fejlődési fázisokat a 'Gönci magyar kajszi'-ról készült képek alapján mutatjuk be (I. tábla).

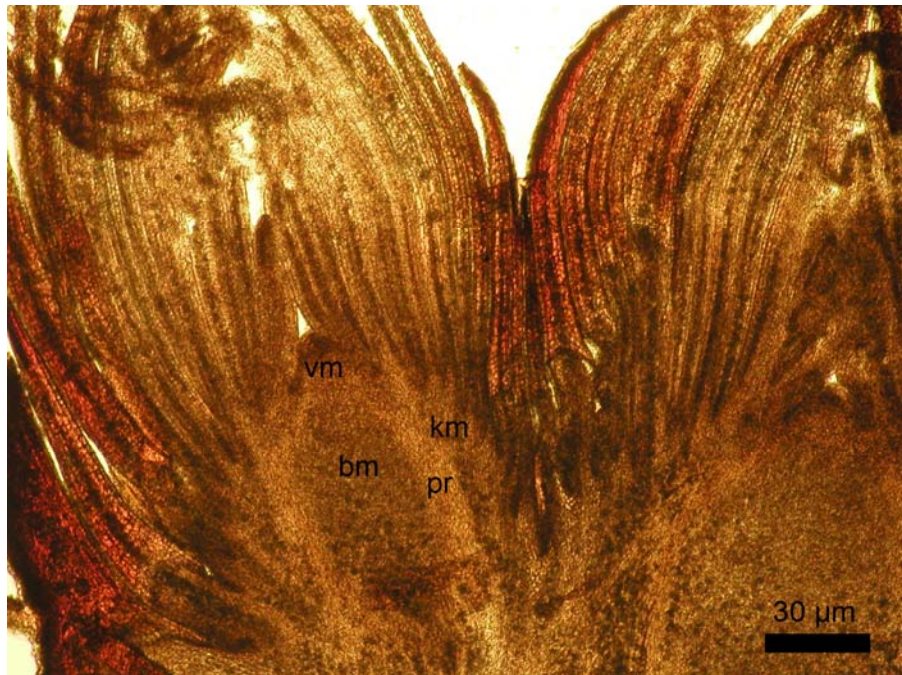
A 0. stádiumban (I. A.) a hajtástenyészőkúp még csúcsos, vegetatív állapotban van, a kétrétegű tunika sejtsora rendezett. A tunika sejtjei szögletesek, nagy sejtmagvúak. A korpusz sejtjei hasonló méretűek a tunika sejtjeivel. Elkülöníthető a bordamerisztéma, amely sejtjei nagyok és vakuolizáltak, valamint az azt körülvevő kéregmerisztéma.

Az 1. stádiumban az addigi vegetatív tenyészőkúp átalakul reproduktív tenyészőkúppá, azaz a tenyészőkúp alsó merisztematikus része kiszélesedik az osztódások következtében. A mikroszkópos vizsgálat során a tenyészőcsúcs ellaposodása határozottan megfigyelhető (I. B.). A következő fejlődési stádiumban (2. stádium) a csészelevél-kezdemények kezdenek fejlődni. A reproduktív hajtástenyészőkúp szélén, a tunika alatt több irányú sejtosztódással megkezdődik a primordiumok lefűződése. A kezdetben 4-6 sejtoros állapot később a differenciálódással párhuzamosan szélesebbé válnak és megnyúlnak (II. A.).

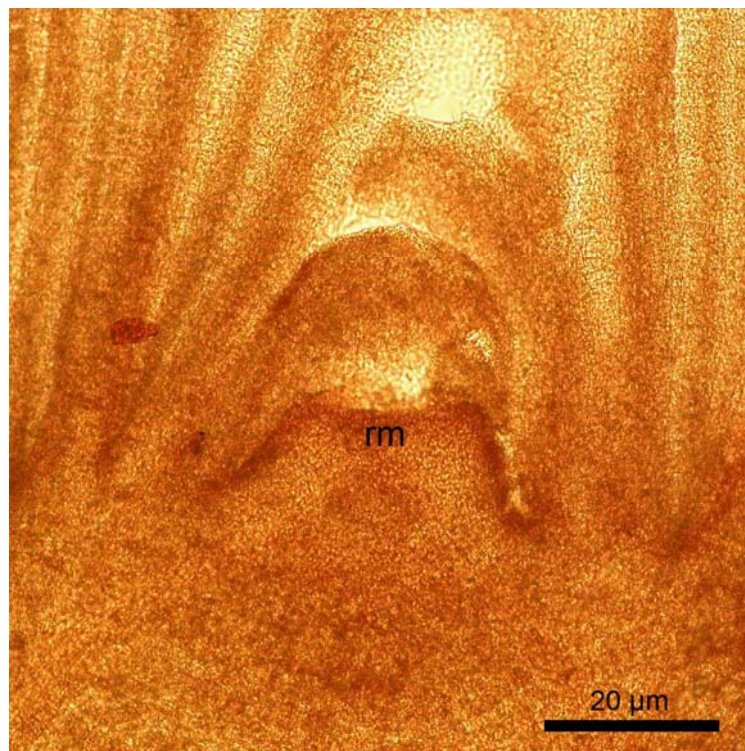
A tenyészőkúp középső része ekkorra már teljesen ellaposodott. A csészelevelek differenciálódása után megkezdődik a szíromlevél-kezdemények differenciálódása is, ezt neveztük el 3. stádiumnak (II. B.). Eközben a csészelevél-kezdemények tovább fejlődnek. A szíromlevél-primordiumoktól befelé a tunika sejtsorában intenzív osztódás indul el, ez áttérjed a korpusz sejtjeire is és megjelennek a porzó-kezdemények is, amely során létrejön a 4. stádium (III. A.). Kialakulásuk után elkezdődik a termőlevél lefűződése is, ekkor még nyoma sincs az embriózsáknak (III. B. és IV. A.). A rügydifferenciálódás külsőleg nem látható, csak a virágrügyek növekedése figyelhető meg. A virágszervek kialakulása a reproduktív fázistól kezdve közel egy hónap alatt végbemegy. Utána a fejlődés lelassul és bekövetkezik a rügyek mélynyugalmi állapota.

I. – IV. Táblák: Az előnyugalom során leírt stádiumok a virágrügyben, 'Gönci magyar kajszi', hosszmetset

I. Tábla

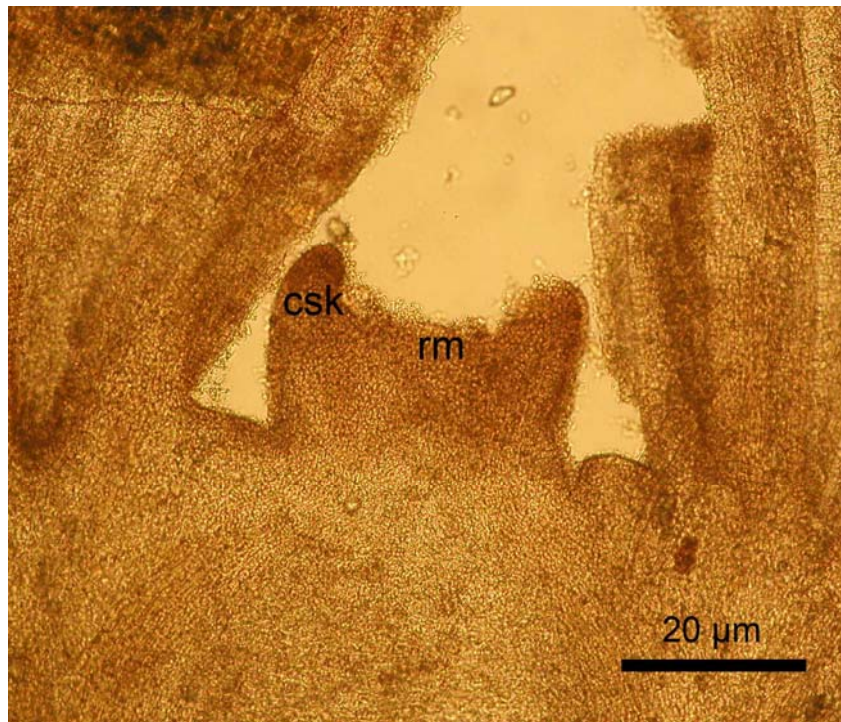


I. A: A hajtástenyészőkúp még vegetatív állapotban van a virágrügyben (0. stádium)
vm: vegetatív merisztéma, bm: bordamerisztéma, km: kéregmerisztéma, pr: prokambium

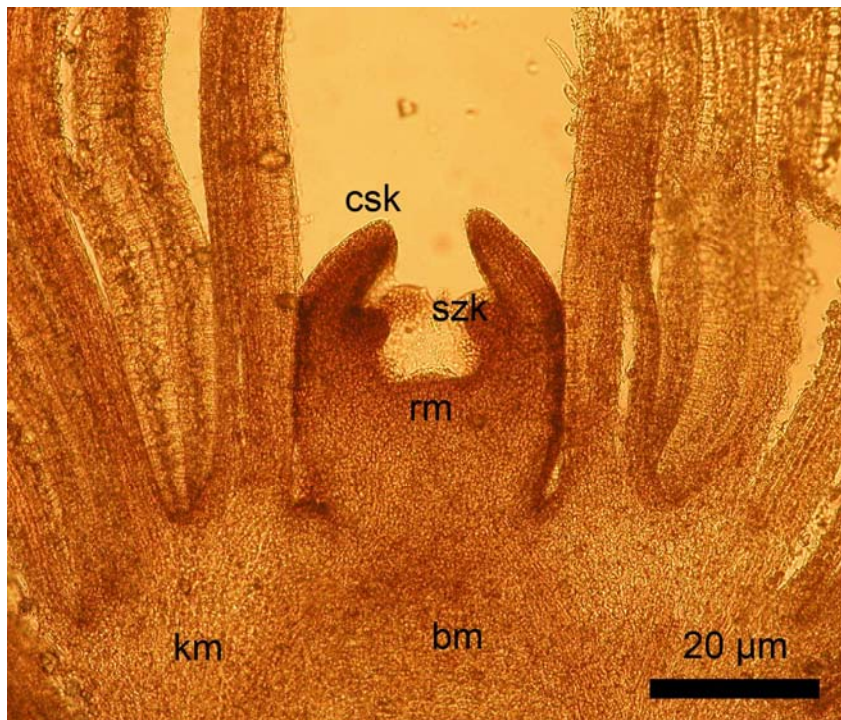


I. B: Hajtástenyészőkúp ellaposodik, generatív állapotba kerül (1. stádium)
rm: reprodukív merisztéma

II. Tábla



II. A: Csészelevél-kezdemények kialakulása a virágrügyben (2. stádium)
rm: reproduktív merisztéma, csk: csészelevél-kezdemény



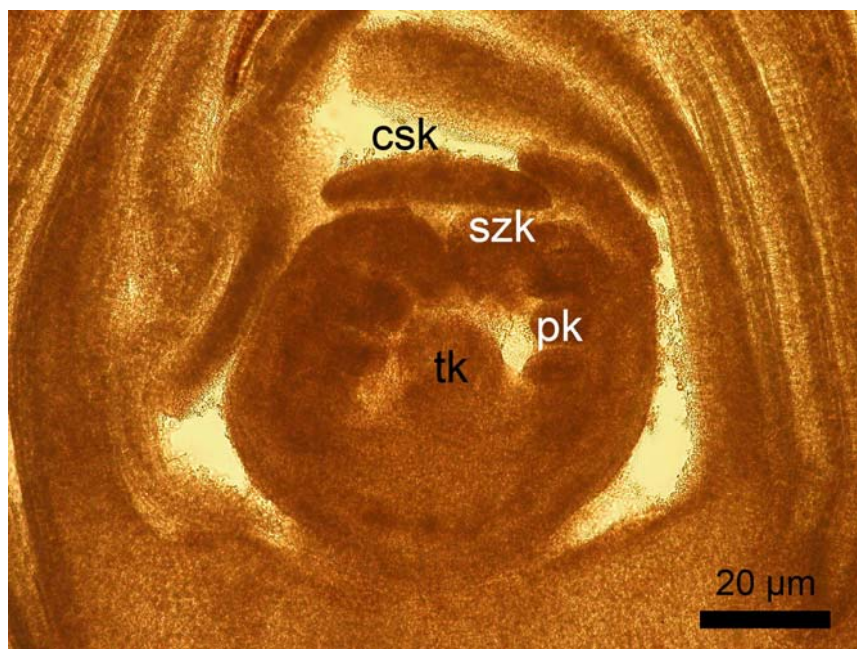
II. B: Sziromlevél-kezdemények kialakulása a virágrügyben (3. stádium)
bm: bordamerisztéma, km: kéregmerisztéma, rm: reproduktív merisztéma, csk: csészelevél-kezdemény, szk: sziromlevél-kezdemény

III. Tábla



III. A: Porzók kialakulása a virágrügyben (4. stádium)

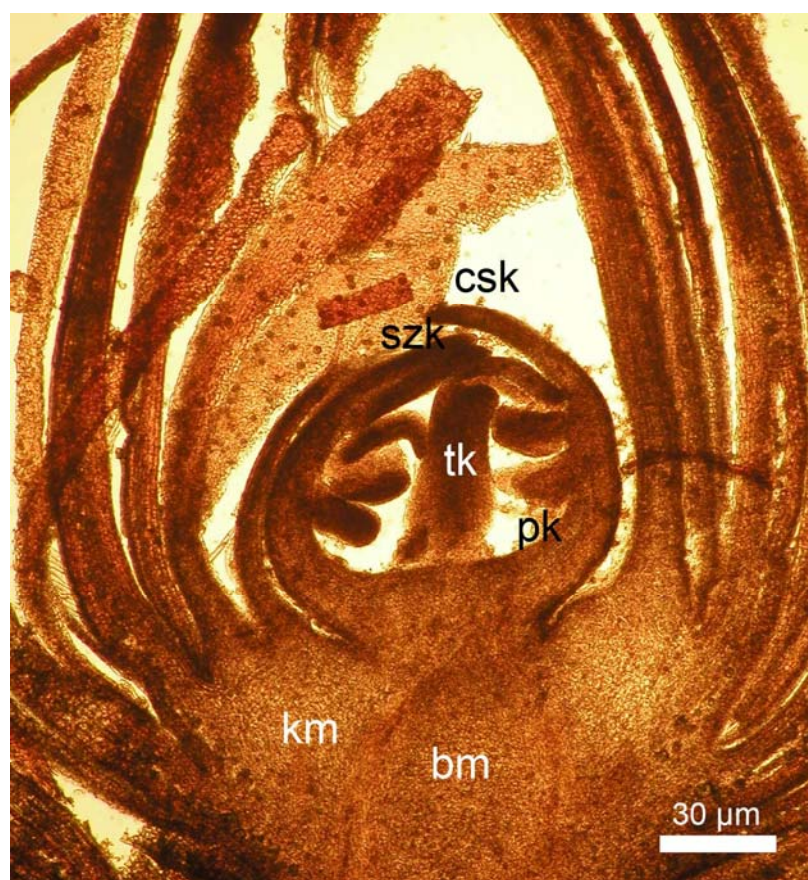
rm: reprodukzív merisztéma, csk: csészelevél-kezdemény, szk: szíromlevél-kezdemény,
pk: porzó-kezdemény



III. B: Termőlevél kialakulásának kezdete a virágrügyben

csk: csészelevél-kezdemény, szk: szíromlevél-kezdemény, pk: porzó-kezdemény,
tk: termő-kezdemény

IV. Tábla

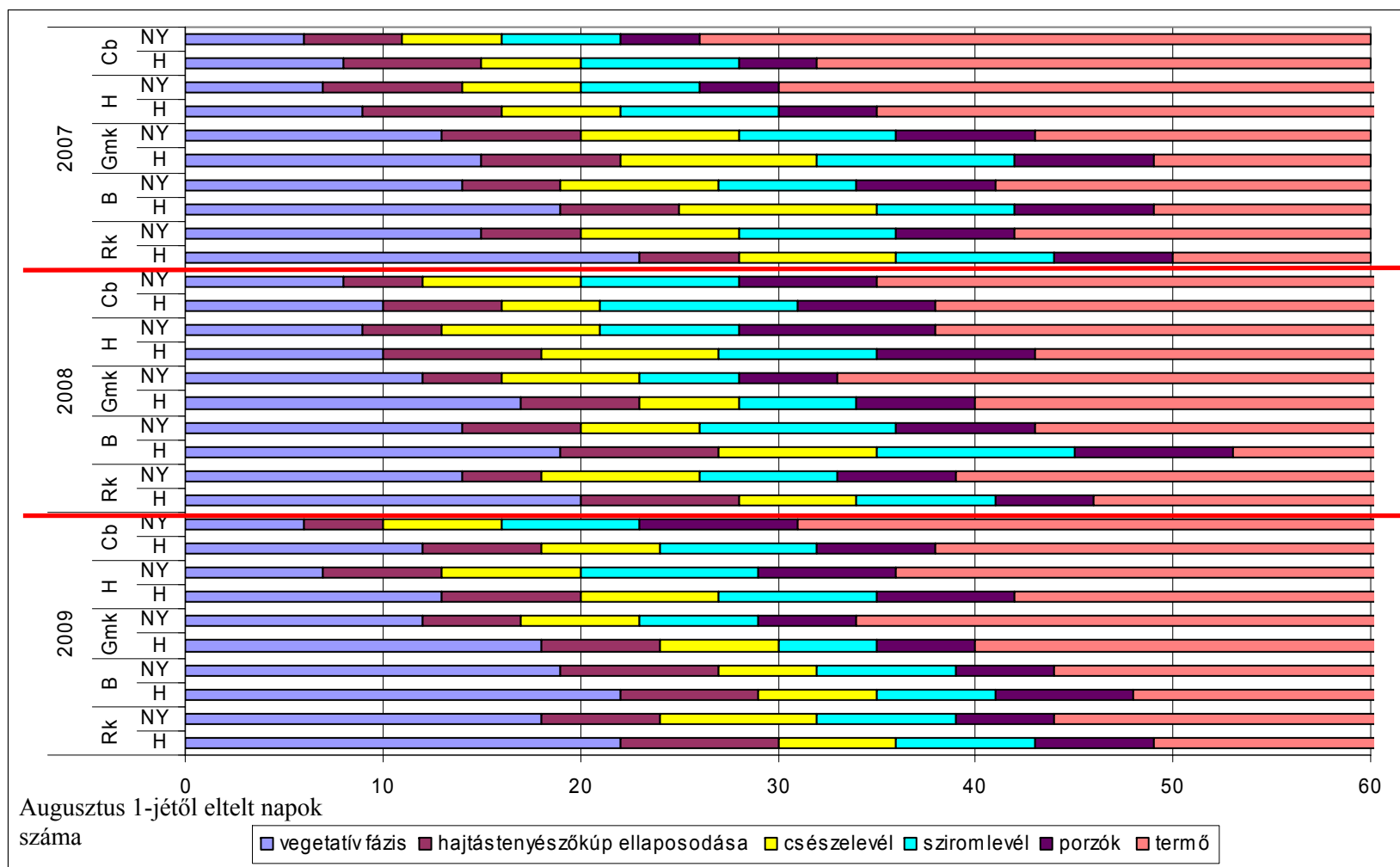


IV. A: A termő már kialakult (5. stádium)

bm: bordamerisztéma, km: kéregmerisztéma, pr: prokambium, csk: csészelevél-kezdemény, szk: szíromlevél-kezdemény, pk: porzó-kezdemény, tk: termő-kezdemény

A virágrügyfejlődés ütemét alapvetően a fajta öröklött tulajdonságai határozzák meg, amelynek tényleges kifejeződését a hőmérséklet és más környezeti tényezők nagymértékben befolyásolnak. A vizsgált fajták, termőrész típusok, valamint az évjáratok között jelentős különbséget tapasztaltunk a virágrügyfejlődés ütemében az előnyugalom során, amelyet a statisztikai elemzés is alátámasztott (3.1-3.3 melléklet).

A különböző hosszúságú hajtásokon a virágrügyfejlődés nem egyforma ütemben zajlott le (4. ábra). Mindhárom évben a nyársak és a hosszú hajtások között az egyes stádiumok kialakulásánál jelentős különbség volt, a fejlődés során akár 5-10 nap különbség is előfordult. A 'Ceglédi bíborkajszi' esetében a reprodukzív fázis két nappal korábban kezdődött el a termőnyáron, mint a hosszú hajtáson. Ez a különbség fokozatosan nőtt, és a termők kialakulásánál (5. stádium) már tíz nap eltérést tapasztaltunk 2007-ben, 2008-ban az eltérés csekélyebb mértékű volt. A 'Harcot' fajta esetében a fejlődési menet közel azonos ütemben folyt le, mint a 'Ceglédi bíborkajszi' fajtánál, a fejlődési stádiumok között 1-3 nap különbség volt évjáratától függően, mely különbség a fejlődés előrehaladtával enyhén nőtt. A 'Bergeron' fajta fejlődésmenete nagyon hasonlóan alakult a 'Rózsakajszi C.1406' fajtához, az egyes stádiumok között 2-4 nap különbséget figyeltünk meg. Augusztus 1-jétől a termő kifejlődéséig eltelt napok száma alapján elvégeztük a statisztikai elemzést (3. táblázat), mely alátámasztja, hogy a két termőrész típus között szignifikáns különbség volt, fajtától és évjáratától függetlenül a nyársakon előbb kezdődött el a fejlődés, illetve korábban is fejeződött be. Az elemzés során homogén csoportokat alkottunk. A különböző betűvel jelölt fejlődési intervallumok különböznek egymástól, az azonos betű pedig azonos homogén csoportot jelöl. Minden vizsgált fajtánál megállapítható, hogy a virágszervek fejlődésének időtartama alapján a rövid és hosszú hajtások külön homogén csoportba kerültek.



4. ábra. Kajszifajták virágrügyfejlődésének előnyugalmi szakasza (Soroksár, 2007-2009)

NY: termőnyárs; H: hosszú hajtás

Cb: 'Ceglédi biborkajszi'; H: 'Harcot'; Gmk: 'Gönci magyar kajszi', B: 'Bergeron'; Rk: 'Rózsakajszi C. 1406'

Az 3. táblázatban szereplő adatok statisztikai elemzésének elvégzéséhez az adatokat úgy számszerűsítettük, hogy az augusztus 1. napjától az 5. stádium, azaz a termő megjelenésének első napjáig eltelt napok számát vettük figyelembe. Az évjáratok, a fajták és a különböző hosszúságú hajtások között számottevő különbségeket mutattunk ki. Az egyes stádiumok fajtától és évjáratától függően 4-8 nap alatt alakultak ki.

3. táblázat: Kajszifajták közötti különbségek az előnyugalom (összes nap) alatt a három vizsgált év tükrében *

Fajta	2007		2008		2009	
	hosszú hajtás	nyárs	hosszú hajtás	nyárs	hosszú hajtás	nyárs
Ceglédi bíborkajszi	31,85 ± 2,0 c	26,25 ± 1,6 a	38,10 ± 1,7 c	34,90 ± 1,7 b	37,90 ± 1,2 d	30,95 ± 1,4 a
Harcot	35,05 ± 1,9 d	29,95 ± 1,3 b	42,80 ± 2,1 d	38,10 ± 1,9 c	41,75 ± 1,5 f	35,85 ± 1,8 c
Gönci magyar kajszi	48,80 ± 1,6 g	42,85 ± 1,8 f	39,80 ± 1,6 c	33,00 ± 1,8 a	40,05 ± 1,6 e	34,15 ± 2,0 b
Rózsakajszi C.1406	49,70 ± 1,3 g	42,05 ± 2,0 ef	45,75 ± 1,9 e	39,00 ± 1,7 c	48,90 ± 1,8 h	44,20 ± 1,4 g
Bergeron	49,15 ± 1,7 g	41,00 ± 1,5 e	53,00 ± 1,4 f	42,85 ± 1,9 d	48,05 ± 1,9 h	44,00 ± 1,4 g

középérték ± standard hiba, $p < 0,05$

*augusztus 1-jétől az 5. stádium első napjáig eltelt napok száma

Mindhárom évben a legkorábban a 'Ceglédi bíborkajszi' fajtánál kezdődött el a csészelevel-kezdemények kialakulása augusztus elején. 2007-ben a virág összes része augusztus végére fejlődött ki a termőnyáron átlag 26 nap, a hosszú hajtáson pedig 32 nap alatt. Ezzel szemben 2008-ban a hajtáson 38, a nyáron 35; 2009-ben pedig a hajtáson 38, a nyáron 31 napra volt szükség a virágrészek kifejlődéséhez. A 'Harcot' fajta virágzási ideje ugyan korai, és a 'Ceglédi bíborkajszi' fajta után, illetve azzal megegyezően van, de a generatív rügyek előnyugalma csak a 'Ceglédi bíborkajszi' után pár nappal kezdődött el. 2007-ben a hosszú hajtáson lévő virágrügyekben az előnyugalmi szakasz lefolyásához 35 nap, a nyáron 30 nap volt szükséges. 2008-ban a termők kifejlődéséhez a vesszőn közel 43 napra, a nyáron 38 napra, 2009-ben a hajtáson 42 napra, a termőnyáron pedig 36 napra volt szükség. 2007-ben a 'Gönci magyar kajszi' fajta virágrészei augusztus közepétől szeptember elejéig alakultak ki, azaz a hajtáson 49 nap és a nyáron átlagosan 43 nap alatt. 2008-ban közel 10 nappal korábban fejeződött be a termő kifejlődése, hajtáson 40, nyáron 33 nap alatt. 2009-ben a virágszervek fejlődése augusztus második dekádjától szeptember első dekádjáig tartott, hasonlóan az előző évhez (hajtás: 40 nap; nyárs: 34 nap). A legfagyűrőbb fajta, a 'Rózsakajszi C.1406' virágrügyeinek előnyugalmi szakasza a hosszú hajtásokon elkezdődött augusztus harmadik dekádjában és szeptember végére fejeződött be. Tehát a 2007-es évben 50 és 42 nap volt

átlagosan a fejlődésmenet hajtáson, illetve termőnyáron, 2008-ban ez 46 és 39 nap, 2009-ben pedig 49 és 44 nap volt. A 'Bergeron' fajta előnyugalmi szakasza nagyon hasonlóan alakult a 'Rózsakajszai C.1406' fajtához. 2007-ben és 2009-ben azonos homogén csoportot alkottak, 2008-as évben mutattunk ki szignifikáns különbséget.

A virágrügy-differenciálódás előnyugalmi szakaszának menetét 2007-ben a 3.1. mellékletben foglaltuk össze. Az egyes fajták és stádiumok között jelentős különbség mutatható ki. A fajták virágrügyfejlődése nem egyszerre indult el, a legtöbb nap a vegetatív fázisból a reproductívba való átmenethez a 'Rózsakajszai C.1406' és a 'Bergeron' fajtáknál volt. A 'Ceglédi bíborkajszai' virágrügyeiben a hajtástenyészőkúp ellaposodása hosszú termőrészen 7, termőnyáron 5 nap alatt történt. Hasonlóan alakult a 'Harcot' és a 'Gönci magyar kajszai' fajtáknál a hosszú hajtáson a fejlődés, mivel körülbelül 7 nap alatt alakult ki az 1. stádium. A termőnyársakon is ugyanennyi nap kellett a fejlődéshez. A 'Rózsakajszai C.1406' és a 'Bergeron' fajtáknál 5-6 napig tartott az 1. stádium. A csészelevél-kezdemények fajtától függően 4-10 nap alatt fejlődtek ki. A legtöbb ideig a 'Gönci magyar kajszai' és a 'Bergeron' fajták hajtásain lévő virágrügyeknél tartott. A vizsgálati adatokat összevetve a hőmérsékleti adatokkal megállapítható, hogy ebben az időszakban egy lehülés következett be, valamint nagyobb mennyiségű csapadék hullott a fejlődési stádium kezdetén, ezért vontatottá vált a fejlődés (2.1. melléklet). A szíromlevél primordiumok fejlődése hasonlóan alakult, 6 és 8 nap között fejlődtek ki az egyes fajtáknál és termőrész típusokon. A 'Gönci magyar kajszai' fajtánál tapasztaltunk jelentős eltérést, azaz hosszú termőrészen 10 nap alatt játszódott le teljesen a 3. stádium. Erre a periódusra ingadozó hőmérséklet, illetve enyhén csapadékos időjárás volt jellemző, mely befolyásolhatta a 'Gönci magyar kajszai' fajtánál a szíromlevél-kezdemények fejlődését. A porzók a 'Ceglédi bíborkajszai' és a 'Harcot' fajta virágrügyeiben alakultak ki a leggyorsabban, összesen 4-5 nap alatt. Ehhez a 'Gönci magyar kajszai', 'Rózsakajszai C.1406' és 'Bergeron' fajtáknál 6-7 napra volt szükség.

2008-ban az 1. stádium hossza a fajtáknál 4 és 8 nap között volt (3.2. melléklet). Mind az öt fajtára vonatkozik, hogy a hosszú termőrészekeken 2-3 nappal tovább tartott a virágrészek fejlődése, mint a rövid termőrészekeken. A csészelevél-kezdemények átlagosan 5-8 nap alatt fejlődtek ki. A 'Harcot' fajtánál a hajtásoknál 9, a nyársaknál 8 napig tartott a fejlődés. Ugyanezt állapítottuk meg a 'Ceglédi bíborkajszai' és a 'Bergeron' fajták esetében a szíromlevél-kezdemény formálódásánál a hajtáson. Mindhárom fejlődési stádium ugyanarra az időtartamra esett, mely periódust megelőzően néhány nappal közel 10°C-os lehülés következett be (2.3. melléklet). Ezt követte egy lassú hőmérsékleti emelkedés, azonban a napi középhőmérséklet még így is 16°C körül mozgott, mely elmarad az augusztusban megszokott hőmérséklettől. Ezt az időszakot egy újabb hirtelen lehülés, majd egyenletes emelkedés követte, mely időtartamra esett

a porzók fejlődése a 'Harcot' nyársain, így a fejlődés elhúzódó lett, azaz közel 10 napig tartott. A többi fajtánál, illetve termőrészen ugyanez a fejlettségi állapot kialakulása 5-8 napig tartott.

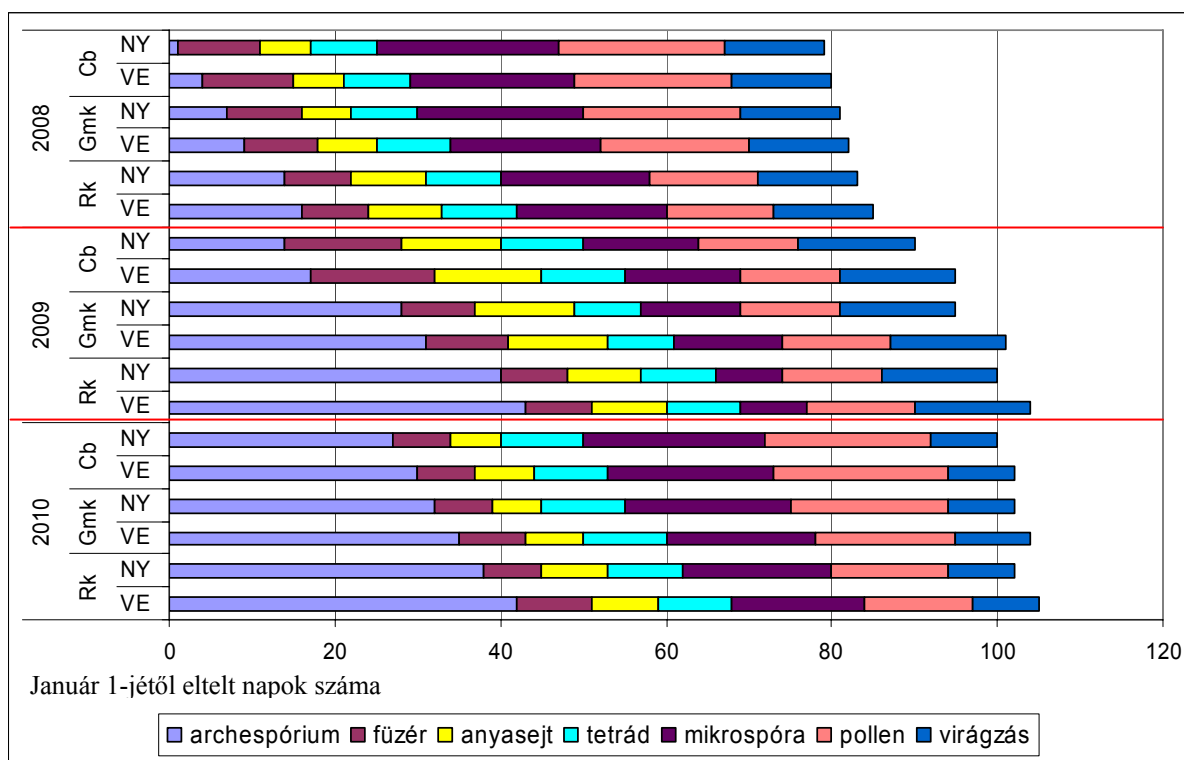
2009-ben a különböző termőrészekben és fajtáknál az egyes fejlődési stádiumok közel azonos időtartam alatt mentek végbe (3.3. melléklet). Kivételt képeznek a 3. stádiumban lévő 'Harcot' virágrügyei a nyársakon, valamint a 'Ceglédi bíborkajszi' virágrügyei a hajtásokon, továbbá a 4. stádiumban lévő 'Ceglédi bíborkajszi' nyársak, mivel az augusztus végén enyhén ingadozó napi középhőmérséklet miatt a fejlődés 1-2 nappal elnyúlt a többi fajtához, illetve termőrész típushoz képest (2.5. melléklet).

5.1.2 Mikrosporogenezis és mikrogametogenezis vizsgálata

A kajszi virágrügyeiben a portokokon belül kezdetben differenciálatlan szövetállomány, az archesporium szövet található. Ebből alakulnak ki a pollenszemek, mely folyamat a mikrosporogenezis, több fejlődési fázisból áll. Három éves megfigyeléseink alapján megállapíthatjuk, hogy a folyamat egyes fázisai fokozatosan mentek át egymásba, és az átmeneti időszak egy-egy virágrügyön belül is hosszú időt vett igénybe. Egyes genotípusoknál az archesporiumból a füzér állapotba való átmenet akár több hétig is zajlott. Később a fejlődés felgyorsult, és a további fejlődési fázisok átmenetei egyre rövidebb idő alatt játszódtak le. Az adatok statisztikai értékeléséhez az „Anyag és módszer” fejezetben részletezett közelítéseket, egyszerűsítéseket végeztünk.

Munkánk során 3 egymás utáni évjáratban, 3 fajtánál a hosszú és rövid termőrészekben lévő virágrügyekben belüli pollenfejlődést követtük nyomon. A mikrosporogenezis üteme eltérő volt a különböző elhelyezkedésű virágrügyekben, a nyársakon néhány nappal korábban kezdődött el a pollenfejlődés, és így hamarabb is fejeződött be. A fajták és az évjáratok között is jelentős különbségeket tapasztaltunk. A vizsgálati eredményeket az 5. ábrán, a statisztikai elemzéseket a 3.4. – 3.6. mellékletekben mutatjuk be.

A különböző termőrész típusokon a fejlődési ütem eltérő volt. Mindhárom évben a rövid termőrészekben indult el 2-4 nappal hamarabb a pollenfejlődés. Az egyes stádiumok kialakulása azonban közel azonos nap alatt ment végbe mindkét típus virágrügyeiben. A 'Ceglédi bíborkajszi' termőnyársain a füzér három nappal korábban jelent meg 2008 januárjában, mint a vesszőkön. Ez a különbség egyenletesen megmaradt a fejlődés végéig, egészen a virágzás első napjáig. A 'Gönci magyar kajszi' fajtánál ugyanebben az évben a füzér a nyárson két nappal korábban jelent meg. Az egyes fejlődési állapotok 2-3 nappal korábban alakul ki a nyársakon. A 'Rózsakajszi C.1406' fajtánál is megfigyeltük a rövid termőrészekben a korábbi fejlődést. 2009-ben és 2010-ben is hasonló különbség látható mind a három fajtánál.



5. ábra: Kajszi fajták mikrosporogenezisének üteme különböző termőrész típusokon (Soroksár, 2007-2009)

NY: termőnyárs; VE: hosszú termővessző

Cb: 'Ceglédi bíborkajszi'; Gmk: 'Gönci magyar kajszi', Rk: 'Rózsakajszi C. 1406'

A legkorábban mindhárom évben a 'Ceglédi bíborkajszi' fajta nyársakon lévő virágrügyei kezdték meg fejlődésüket. 2008. januárban a külső hőmérséklet fagypont fölé emelkedett (2.2. melléklet), így a rügyfejlődés felgyorsult. Ennek köszönhető, hogy 2007/2008 telén a teljes folyamathoz átlagosan 66 nap a rövid, illetve 68 nap volt szükséges a hosszú termőrészekben január 1-jétől számítva. A többi fajta is gyorsabban fejlődött, így a 'Gönci magyar kajszi' pollenfejlődése nyárson és hosszú termővesszőn is közel 69 napig tartott, a 'Rózsakajszi C.1406' fajtánál pedig 71 és 73 napig (4. táblázat). A rákövetkező télen, 2009 januárjában a fagypont alatti hőmérséklet tovább tartott, így a pollenfejlődés közel tíz nappal később indult el. A három vizsgált év közül a 2009/2010-es tél volt a leghidegebb, tehát a mikrosporogenezis 2010-ben indult el a legkésőbb. A 'Ceglédi bíborkajszi' fajta, mint a legkorábbi fajta esetében a rövid termőrészekben található virágrügyek fejlődése január 27. körül kezdődött. Ugyan 2009/2010-es télen később indult el a fejlődés a portokokban, mégis többé-kevésbé azonos időben következett be a virágzás, mint a korábbi évben. Ezt magyarázza a hőmérséklet egyenletesebb emelkedése 2010 februárjában, majd március közepén egy kisebb lehülés hatására ismét lelassult a fejlődés (2.6. melléklet).

4. táblázat: Kajszifajták közötti különbségek a mikrosporogenezis (összes nap) alatt a három vizsgált év tükrében *

Fajta	2008		2009		2010	
	vessző	nyárs	vessző	nyárs	vessző	nyárs
Ceglédi bíborkajszi	68,10 ± 2,4 ab	66,85 ± 1,3 a	80,70 ± 1,9 b	75,70 ± 1,5 a	93,50 ± 1,9 ab	91,90 ± 2,5 a
Gönci magyar kajszi	69,85 ± 1,4 cd	69,10 ± 1,8 bc	87,05 ± 2,5 c	80,90 ± 3,2 b	94,75 ± 1,8 b	93,80 ± 2,4 ab
Rózsakajszi C.1406	72,95 ± 2,3 e	71,10 ± 1,7 d	90,00 ± 1,8 d	85,75 ± 2,9 c	96,95 ± 2,6 c	94,00 ± 1,7 b

középérték ± standard hiba, $p < 0,05$

*január 1-jétől a virágzás első napjáig eltelt napok száma

A füzér állapot jelzi a mélynyugalom végét, ekkor a rügyek kényszernyugalomba kerülnek. A füzér állapot 2007/2008 telén a legtovább a 'Ceglédi bíborkajszi' fajta rügyeinél tartott, 10-11 napig, a 'Gönci magyar kajszi' fajtánál átlagosan 9 napig és a 'Rózsakajszi C.1406' fajta virágrügyeinél pedig 8 napig (3.4. - 3.6. melléklet). A következő évben, 2008/2009 telén a 'Ceglédi bíborkajszi' fajtánál közel 14 napig tartott a fejlődés, köszönhetően egy hidegebb periódusnak, ekkor fagypont alatt volt pár napig a hőmérséklet (2.4. melléklet). Mivel a 'Rózsakajszi C.1406' fajta fejlődése későbbi, ezért a füzér állapot már átlagosan 8 nap volt. 2009/2010 télen szintén 7-9 napig tartott a három vizsgált fajtánál a füzér állapot. A pollenanyasejt állapot 2007/2008 és 2009/2010 teleken hasonlóan alakult, azaz 6-9 napig tartott fajtától, illetve termőrész típustól függően. 2009-ben a megelőző lassabb fejlődés miatt azonban a pollenanyasejt fejlődése is tovább tartott a 'Ceglédi bíborkajszi' és a 'Gönci magyar kajszi' fajtáknál. A tetrád állapot előtt már megtörtént a meiotikus osztódás, amelynek következménye a jól látható négy mikrospóra. Ez az állapot általában 8-10 napig tartott. Amikor a tetrádok szétválnak, már mikrospórákról beszélünk, ez az állapot tartott a leghosszabb ideig a stádiumok közül. 2008 és 2010 tavaszán 16-22 napig tartott a fejlődése, míg 2009 tavaszán csak 8-14 napig. A gyorsabb fejlődés 2009-ben annak köszönhető, hogy február közepétől egyenletesen emelkedő hőmérséklet volt jellemző. 2008 és 2010 tavaszán a virágzás hasonlóan alakult, a fajták, illetve termőrész típusok között néhány napos eltérést figyeltünk meg. 2009 tavaszán a virágzás elhúzódóbb volt.

5.1.3 Szövet- és sejttani vizsgálatok eredményei

Az archesporiális sejtek pollenné fejlődése során a fénymikroszkópos megfigyelések mellett elektronmikroszkópos vizsgálatokat is végeztünk a 'Gönci magyar kajszi' fajtánál 2010 tavaszán.

A pollenanyasejt állapotot az V. táblán mutatjuk be. A portokfél keresztmetszetén látszódnak a lokulamentumokban a pollenanyasejtek, melyek kallóz sejtfallal rendelkeznek. Az

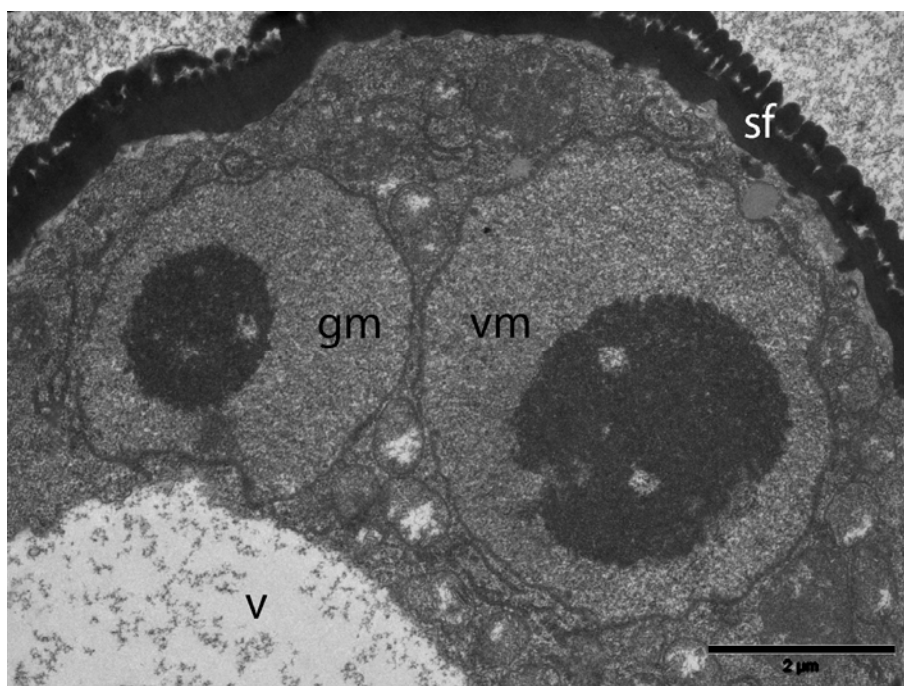
anyasejtek meiótikus osztódása ezen a kallóz sejtfalon belül játszódik le. A szállítóanyagot körülvevő sejtek ozmium tetroxidos fixálás hatására szürkés színűre festődtek a nagy mennyiségű tannin tartalom miatt. Elektronmikroszkópos képen e terület sejtjeinek vakuoláris tannintartalma retikuláris vagy tömör, elektronenz csapadék formájában látszik, azaz a megvilágító elektronokat szórja (V. A-B.). Az osztódás előtt álló anyasejtek citoplazmája tömör, sok sejtorganelumot tartalmaz. A pollenanyasejtek körül, viszonylag zárt elrendezésben található a még kevésbé vakuolizált tapétális sejtek. Nagyobb nagyításnál főleg a mitokondriumok nagy száma feltűnő az anyasejtek plazmájában. A tapétum egyrétegű, a sejtek megnyúltak, néhol több sejtmag is található (V. D.), mely arra utal, hogy endomitózisok mennek végbe (V. F.). A tapétumsejtek sejtfalhoz közel eső részénél vakuolumok láthatók. Az epidermisz alatt az endotécialis réteg helyezkedik el, alatta a köztesréteg és a portokfal belső sejtjei, ezen belül a tapétum húzódik (V. C-F.). Feltűnő, hogy a portok majdani felnyitásban alapvető szerepet játszó endotécium speciális sejtfalvastagodásának még nyoma sincsen ebben a fejlettségi állapotban (V. E.).

A pollenanyasejtekből redukciós osztódással négy haploid mikrspóra keletkezik, melyek együtt maradnak egy kallóz fallal körülvéve, ez a tetrád állapot (VI. tábla). A tetrád állapotban, a mikrspóráknak egy nagy sejtmagjuk van, citoplazmájuk tömör, organelumokban gazdag. A tetrádokon belül a mikrspórák nem szükségszerűen egyformák, különbözően fejlődnek, valószínűleg később némelyik elhal (VI. A-C.). Gyakori a tapétumsejtek elválása a lokulamentum ürege felől, miközben sejtfaluk megmarad eredeti helyzetükben. A fénymikroszkópban vakuolumoknak tűnő világos területek (VI. B.) tehát a tapétális sejt plazmamembránjának elválása a sejtfaltól, legtöbbször a tetrádok irányából (VI. D és F.). A tetrád és a tapétális rész kialakulása párhuzamosan történik, de később megindul a tapétum degradációja (VI. E-F.).

A mikrspórák a kallóz falon belül maradnak egészen a késői tetrád állapotig. Ezt követően a kallóz sejtfal felszívódása után a mikrspórák szétválnak, megindul a pollenszemek fejlődése (VII. tábla). A késői mikrspóra fejlődési állapotban (VII. A-B.) a pollenfal fejlődése elkezdődik, a mikrspórák plazmájában jellemzően csaknem központi helyzetű, nagy vakuolumok alakulnak ki, amelyek később leépülnek. A tapétumsejtek szétesése folytatódik (VII. C-D.) amíg teljesen fel nem szívódik. A pollen falába jelentős mennyiségű sporopollenin rakódik be, s megkezdődik a pollenfal mintázatának kialakulása. A sporopollenin fal legkülső rétege világosabb, feltehetőleg a lerakódó falanyagok még nem végleges struktúráltságúak ezen a részen (VII. E.). A pollenfalon kialakulnak a pollenre jellemző apertúrák (VII. E-F.). Az apertúrák közelében nagyobb számban fordulnak elő membránborítású, elektrontranszparens,

szögletes képletek, melyek főként az exine endexine és tektum része között láthatók. Feltűnő az intine speciális alakulása ezen a területen (VII. F.).

A fejlődő pollen kezdetben egyszettű, majd mitotikus osztódással létrejön a kisebb generatív és a nagyobb vegetatív sejt a pollenfalon belül, a pollen plazmájában tartalék tápanyagok halmozódnak fel, megjelenik az endotécium sejtjeinek speciális sejtfaletagodása (VIII. tábla). Az 6. ábrán látható egy késői mikrospóra, melyben az osztódás már megtörtént, azonban még nem beszélhetünk vegetatív és generatív sejtről, mivel még csak a két sejtmag szeparálódott, de a citokinézis nem ment még végbe. A pollen teljes kifejlődésekor a tapétum már leépült (VIII. A-B.).

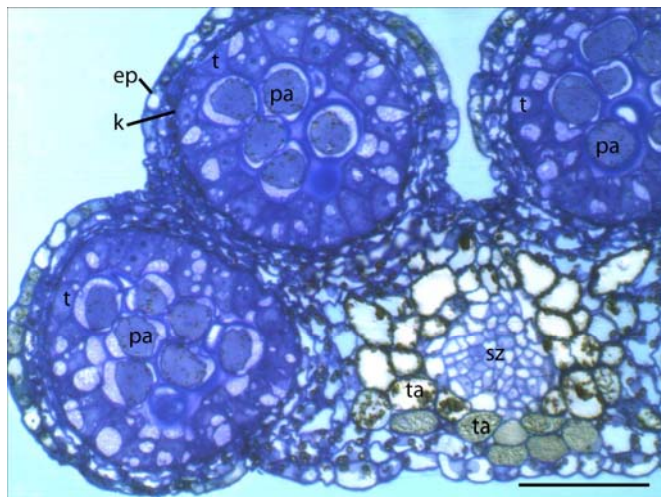


6. ábra: Késői mikrospóra állapot

gm: generatív sejtmag, vm: vegetatív sejtmag, v: vakuolum, sf: sejtfal

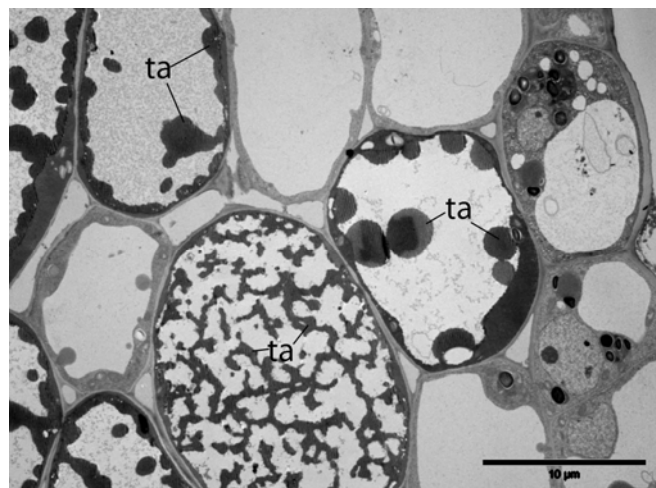
A pollenfejlődés utolsó fázisában megtörténik a vegetatív és generatív sejtek elkülönülése, és a generatív sejt a pollenfaltól elválva a vegetatív sejt apró vakuolumokat tartalmazó citoplazmájába ágyazódik be (VIII. C.). Nagyobb nagyításon jól megfigyelhető, hogy a pollen két sejtjének plazmamembránja között világos sejtfaletmaradványok vannak. A generatív sejt kevés plazmát tartalmaz, de ebben plasztiszok, mitokondriumok, ER, stb. megfigyelhető, még ha kis számban is. Feltűnően nagy a sejtmagvaeska, a sejtmag állománya denz, kromatin helyenként elkülöníthető benne (VIII. D.). A vegetatív sejt citoplazmájában lipidcseppek és a plasztiszokban keményítő jelentős mennyiségben halmozódik fel (VIII. E.). A sporogén szövetből kialakuló pollen érésének utolsó fázisában a portok falának állapota is megváltozik. Az epidermisz alatti sejtsor sejtfalának vastagodása erőteljessé válik. A párhuzamosan lécesen vastagodott sejtfal adja a kifejlődött endotécium jellegzetes képét (VIII. A-B; és F.). A portokok felnyitását e sejtréteg működése teszi lehetővé.

V. Tábla: Pollenanyasejt állapot, portok-keresztmetszet, 'Gönci magyar kajszi'



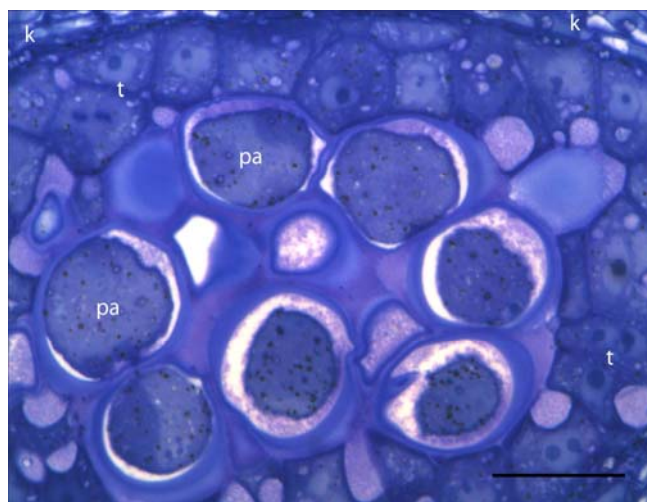
A

Lépték: 100 µm



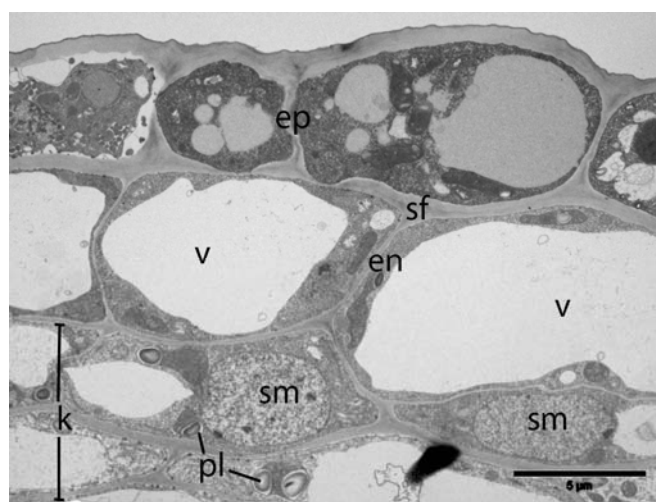
B

Lépték: 10 µm



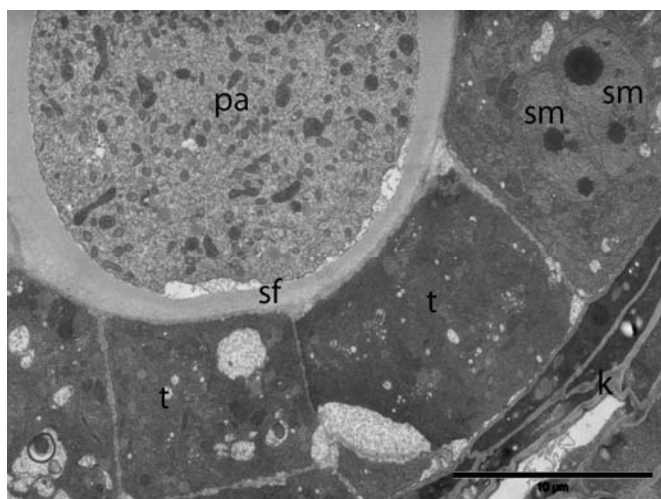
C

Lépték: 20 µm



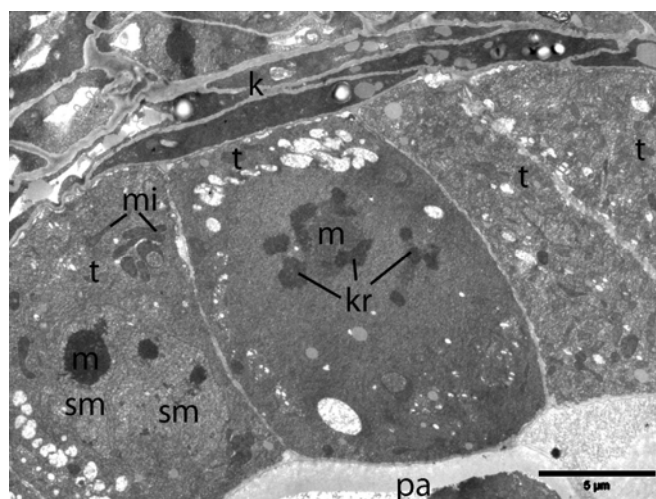
D

Lépték: 5 µm



E

Lépték: 10 µm

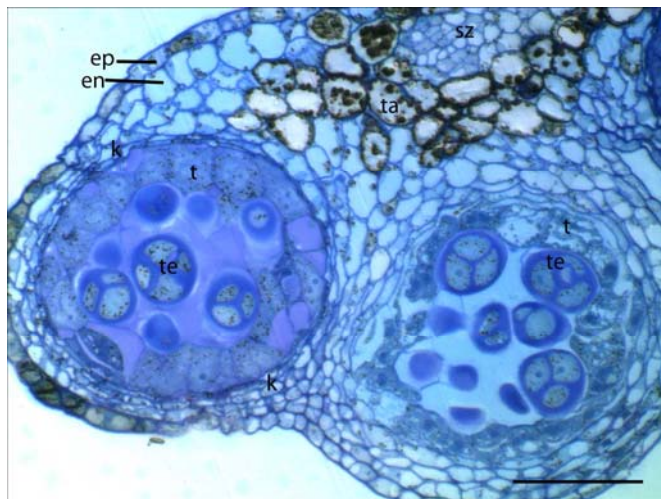


F

Lépték: 5 µm

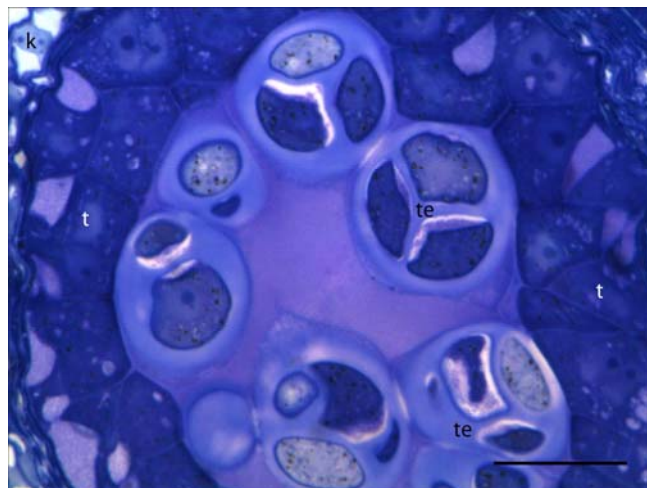
pa: pollenanyasejt, k: köztes réteg, ep: epidermisz, t: tapétum, ta: tannin, sz: szállítóyaláb, v: vakuolum, pl: plasztisz, sf: sejtfa, en: endotécium, sm: sejtmag, m: sejtmagvacska, mi: mitokondrium, kr: kromoszóma

VI. Tábla: Tetrád állapot, portok-keresztmetszet, 'Gönci magyar kajszi'



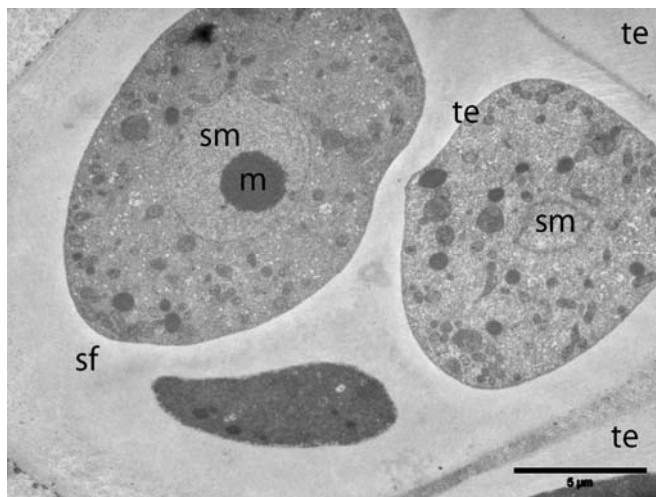
A

Lépték: 100 μ m



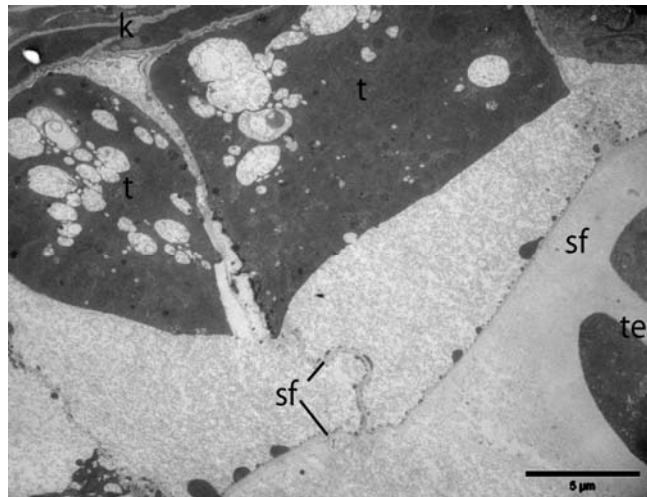
B

Lépték: 20 μ m



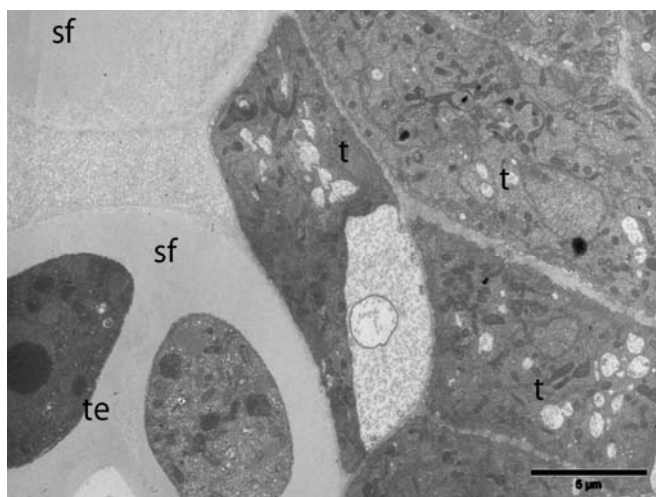
C

Lépték: 5 μ m



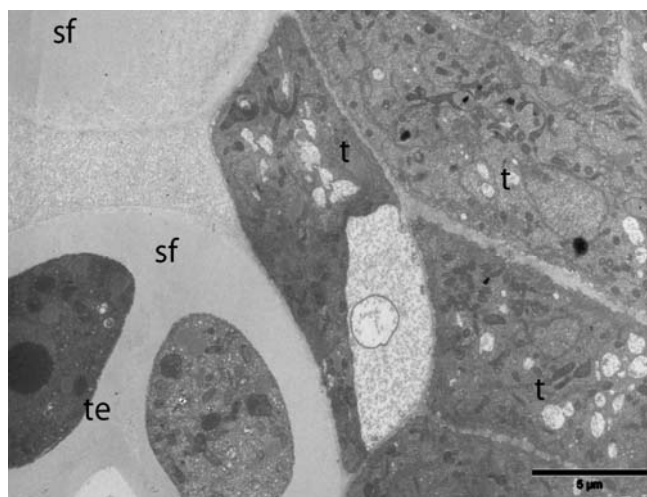
D

Lépték: 5 μ m



E

Lépték: 5 μ m

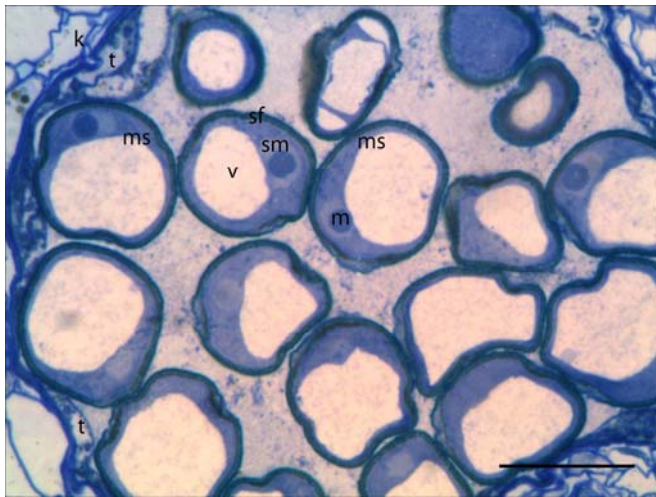


F

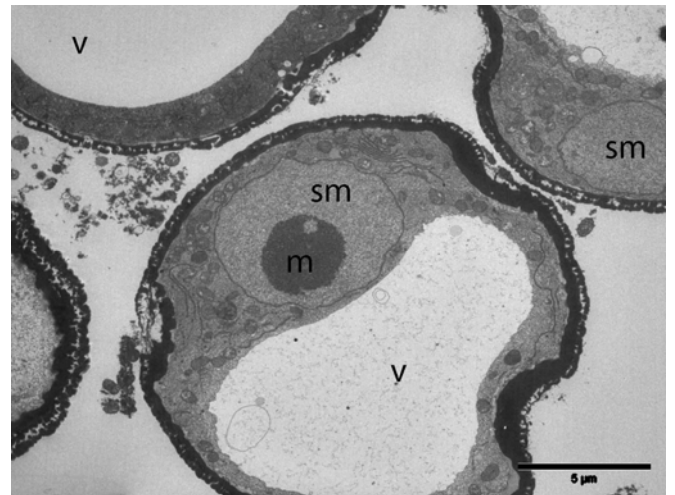
Lépték: 5 μ m

te: tetrád, k: köztes réteg, ep: epidermisz, en: endotécium, t: tapétum, ta: tannin, sz: szállítóyaláb, sf: sejtfa, sm: sejtmag, m: sejtmagvacska

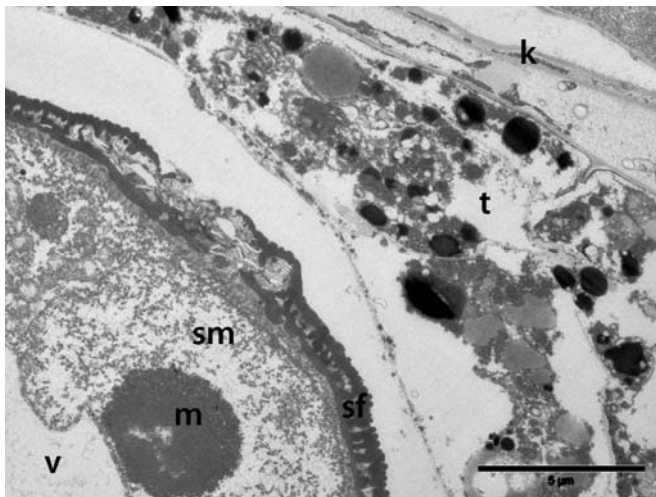
VII. Tábla: Mikrospóra állapot, portok-keresztmetszet, 'Gönci magyar kajszi'



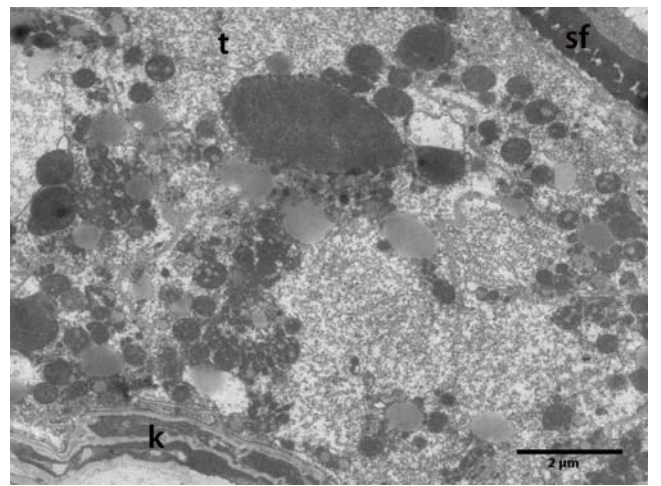
A Lépték: 20 μm



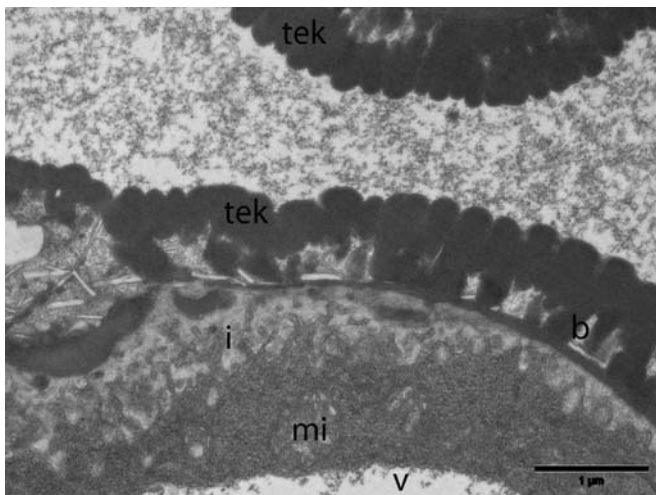
B Lépték: 5 μm



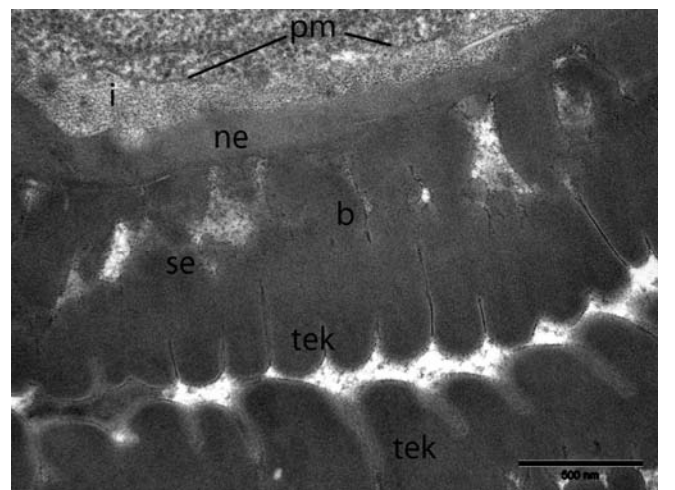
C Lépték: 5 μm



D Lépték: 2 μm



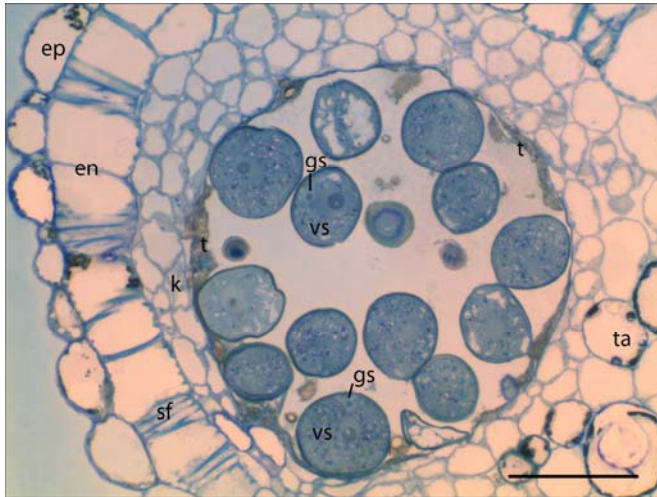
E Lépték: 1 μm



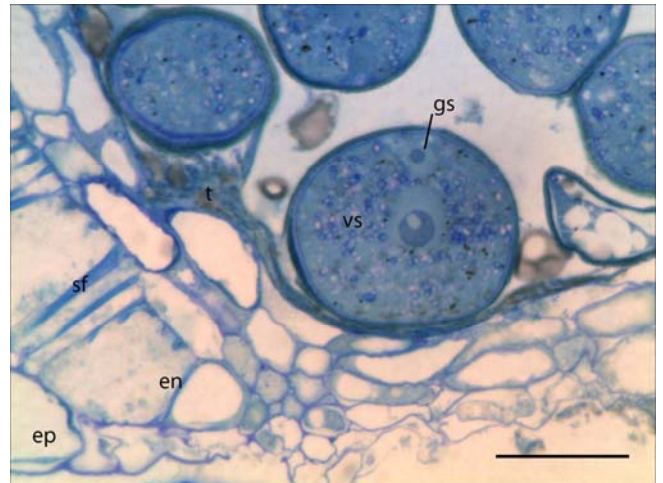
F Lépték: 500 nm

ms: mikrospóra, k: köztes réteg, t: tapétum, sf: sejtfal, sm: sejtmag, m: sejtmagvacska, v: vakuolum, tek: tektum, i: intine, b: bakulum, mi: mitokondrium, pm: plazmamembrán, ne: nexine, se: sexine

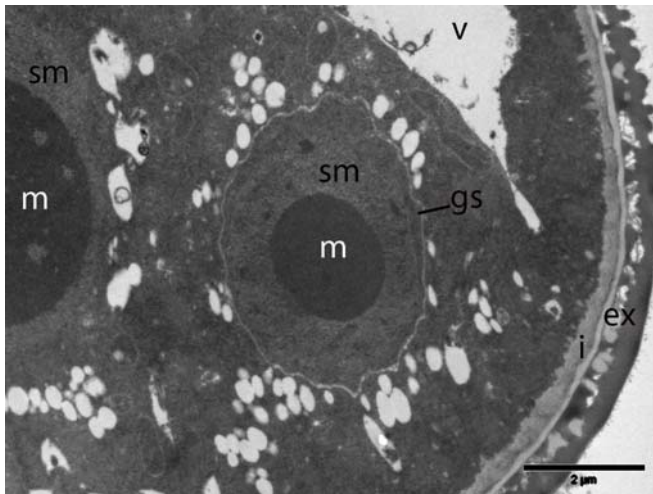
VIII. Tábla: Pollen állapot, portok-keresztmetszet, 'Gönci magyar kajszi'



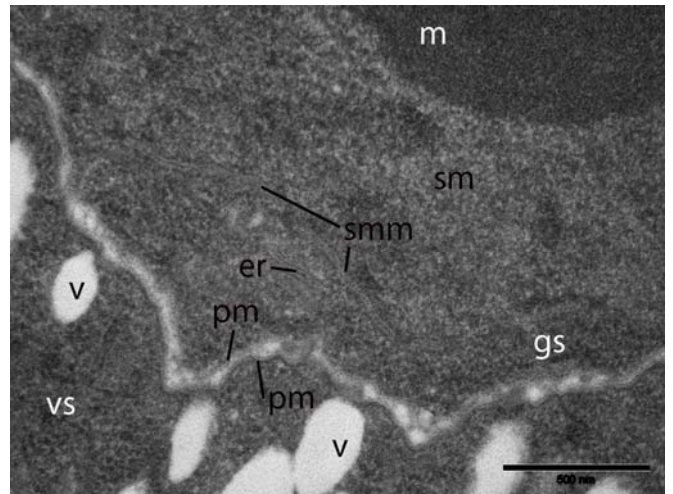
A Lépték: 100 µm



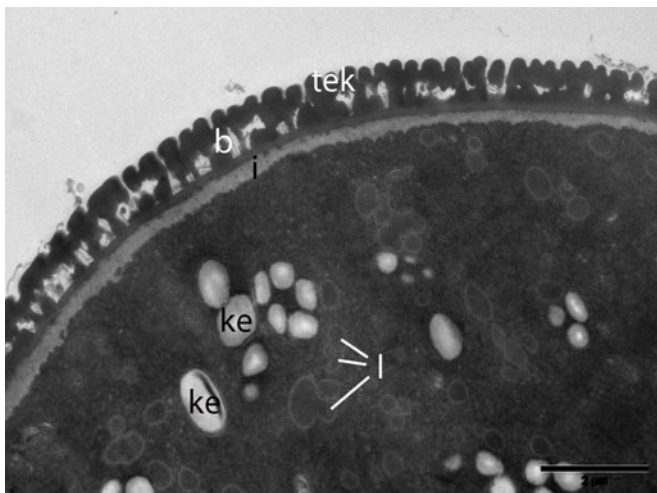
B Lépték: 20 µm



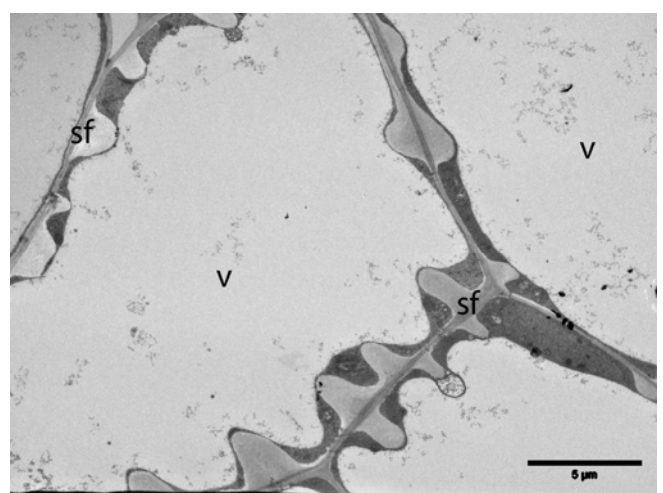
C Lépték: 2 µm



D Lépték: 500 nm



E Lépték: 2 µm



F Lépték: 5 µm

ep: epidermisz, en: endotécium, k: köztes réteg, ta: tannin, t: tapétum, sf: sejtfa, gs: generatív sejt, vs: vegetatív sejt, sm: sejtmag, m: sejtmagvacska, v: vakuolum, ex: exine, i: intine, er: endoplazmatikus retikulum, smm: sejtmag membrán, ke: keményítő, l: lipid, b: bakulum, tek: tektum

5.1.4 Pollenek morfológiai elemzése

A pollenszemek morfológiai (alak, méret, forma, exine mintázata) tanulmányozása fontos a fajták azonosításához. Vizsgálataink során két különböző típusú pollent különítettünk el. Az egyik csoportba tartozó fajták pollenje prolát elliptikus alakú, a másik szub-oblát háromszögletű. Mindkét típus apertúra alakja trikolpát. Jellemző a striát pollenfelszín-mintázat (5. táblázat).

Elemzésünk során tíz fajta ('Orange Red', 'Ligeti óriás', 'Harcot', 'Ceglédi Piroska', 'Ceglédi óriás', 'Ceglédi bíborkajszi', 'Gönci magyar kajszi', 'Pannónia', 'Mandulakajszi', 'Bergeron') pollenjének morfológiáját vizsgáltuk meg részletesen. A tíz fajtából nyolc fajtánál egyértelműen az elliptikus forma volt jellemző. Két fajta, a 'Ceglédi Piroska' és a 'Bergeron' esetében a lapított háromszögletű alak (IX-XII. tábla). A 'Gönci magyar kajszi' fajta pollenszemei között találtunk deformált polleneket, mely valószínűsíti a pollenfal vékonyságát.

Az exine redőzöttségének mintázata nagyon sokféle, azonban mindenképpen elkülöníthető két nagy csoport:

- 1) Hosszirányú lefutású, helyenként néhány örvény található
- 2) Egymásba fonódó tarajos felület számos spirális rajzolattal, amelyek nem hosszirányú lefutásúak

Az első csoportba tartoznak az elliptikus formájú pollenek, a másodikba pedig a háromszögletű pollenek. Nemcsak a pollen mérete, hanem a felülete is fajtajellemző. A tektum felületén tegillumok, azaz kinövések láthatóak, melyek a kajszi esetében főleg striát típusúak. A 'Ceglédi Piroska' fajta exine mintázata azonban inkább a rugulát típusba tartozik. A vonalak között sok esetben láthatóak apró lyukak is. Az exinén látható vonalak mélysége is különböző az egyes fajták között. A 'Ceglédi bíborkajszi' felületén a bemélyedések nem olyan mélyek, mint a többi fajta esetében, simább hatást keltenek. Ellentétben a 'Gönci magyar kajszi' és a 'Mandulakajszi' fajták pollenjének felületén sokkal mélyebbek a striát vonalak, mint az összes többi vizsgált fajta pollenfelületén. A vonalak lefutása is különböző, a 'Ceglédi óriás' és a 'Mandulakajszi' pollenek felszínén hullámosabb, örvénylő vonalak figyelhetőek meg. A többi prolát típusú pollenen kevésbé hullámzó az exine felülete. A szub-oblát pollenek felülete tarajos, csúcsosan kiemelkedő tegillumok láthatóak. A redőzöttség helyenként egymásba fonódik, így alakítva ki egy sokkal változatosabb felületmintázatot.

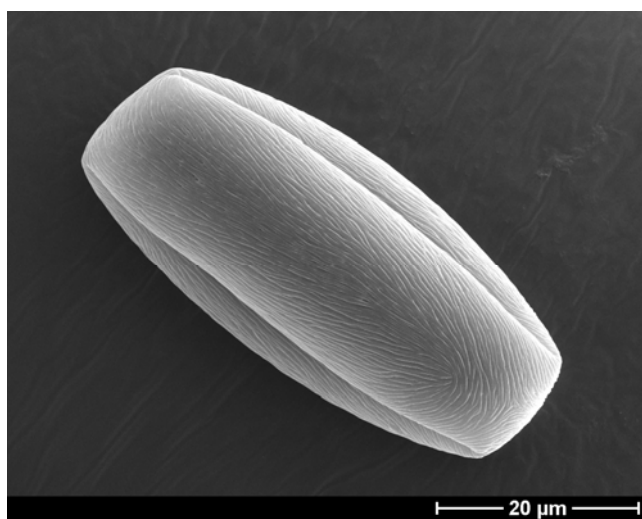
A prolát elliptikus pollennel rendelkező fajtáknál számos esetben fordul elő, hogy az egyik apokolpium elkeskenyedik, ilyen a 'Ligeti óriás', a 'Ceglédi óriás' és a 'Ceglédi bíborkajszi' pollenjein figyelhető meg nagy számban. Többségében azonban az apokolpium enyhén szögletes és lapított.

5. táblázat: Vizsgált kajszifajták pollenjeinek jellemzői

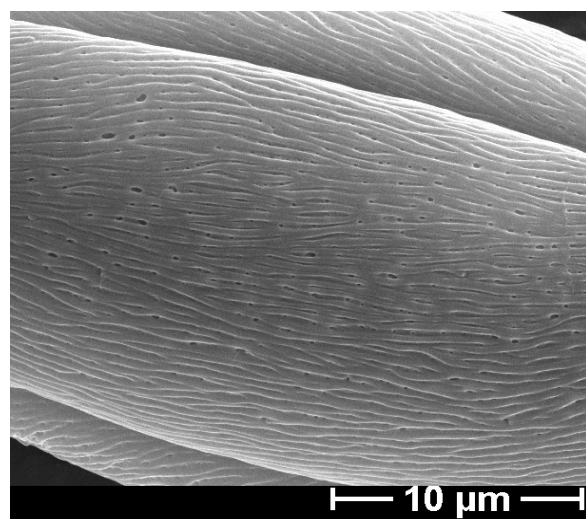
Jellemző	Bergeron	Ceglédi bíborkajszi	Ceglédi óriás	Ceglédi Piroska	Gönci magyar kajszi	Harcot	Ligeti óriás	Mandula- kajszi	Orange Red	Pannónia
terjedési egység	monád	monád	monád	monád	monád	monád	monád	monád	monád	monád
alak	szub-oblát	prolát	prolát	szub-oblát	prolát	prolát	prolát	prolát	prolát	prolát
csíryanílás (apertúra) alak	trikolpát	trikolpát	trikolpát	trikolpát	trikolpát	trikolpát	trikolpát	trikolpát	trikolpát	trikolpát
exine mintázat	rugulát	striát	striát	rugulát	striát	striát	striát	striát	striát	striát

IX. Tábla: Pollen alak és exine mintázata három elliptikus trikolpát pollentípusú kajszi fajtánál.

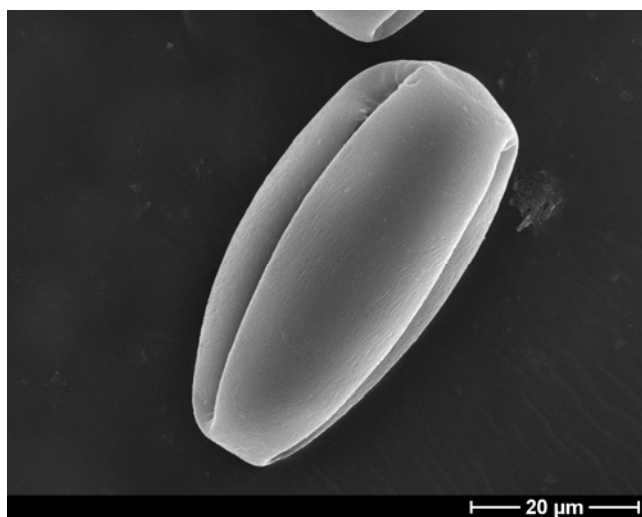
A, B - 'Harcot'; C, D - 'Ligeti óriás'; E, F - 'Orange Red'



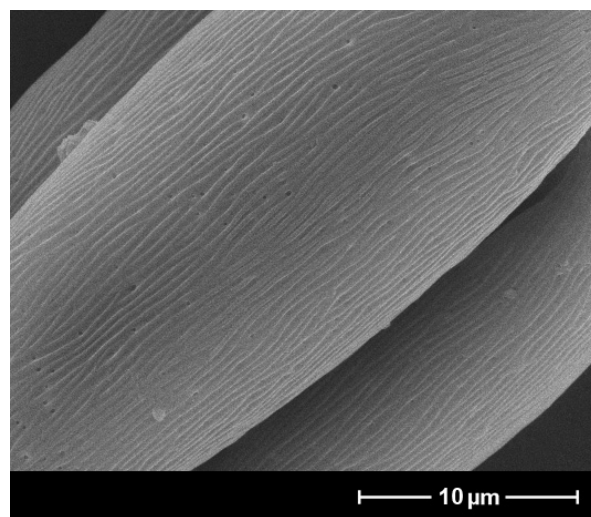
A



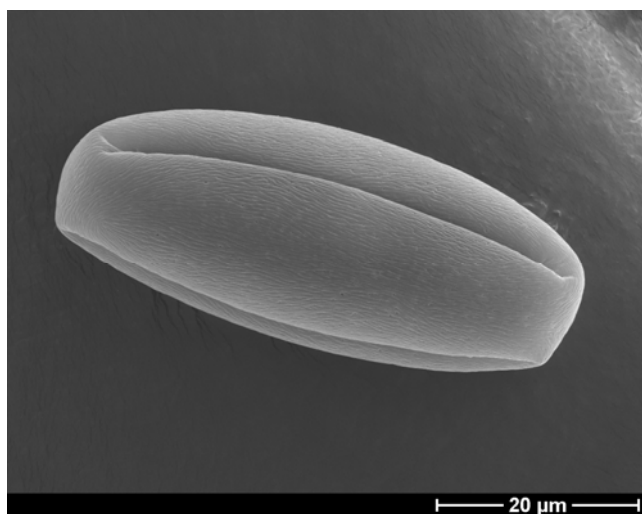
B



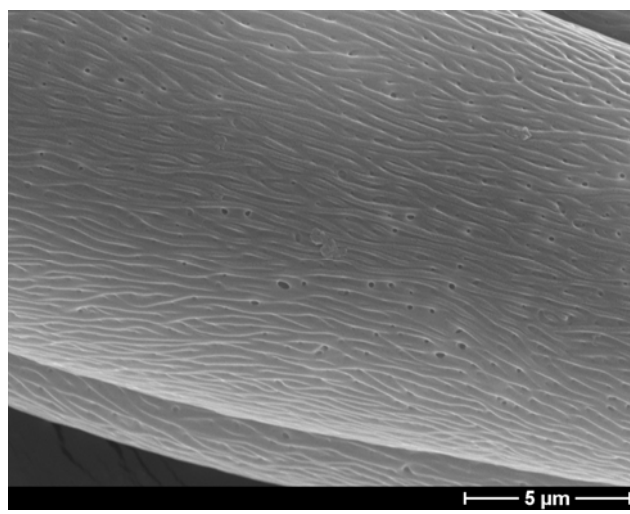
C



D



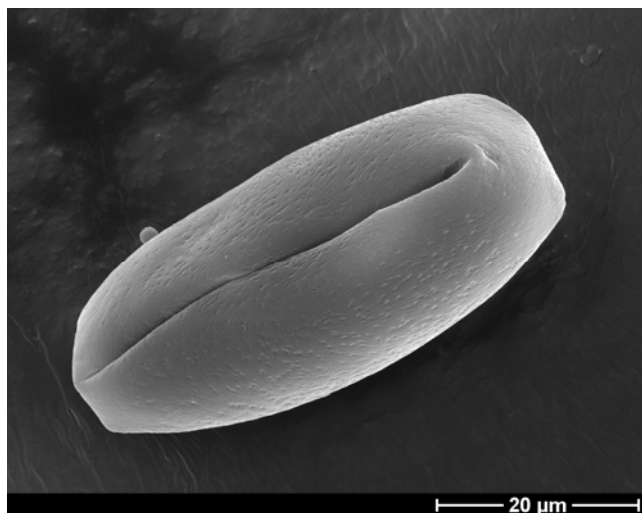
E



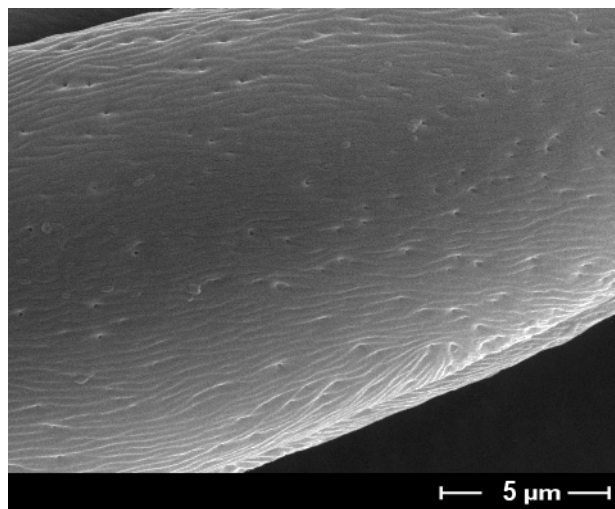
F

X. Tábla: Pollen alak és exine mintázata három elliptikus trikolpát pollentípusú kajszi fajtánál.

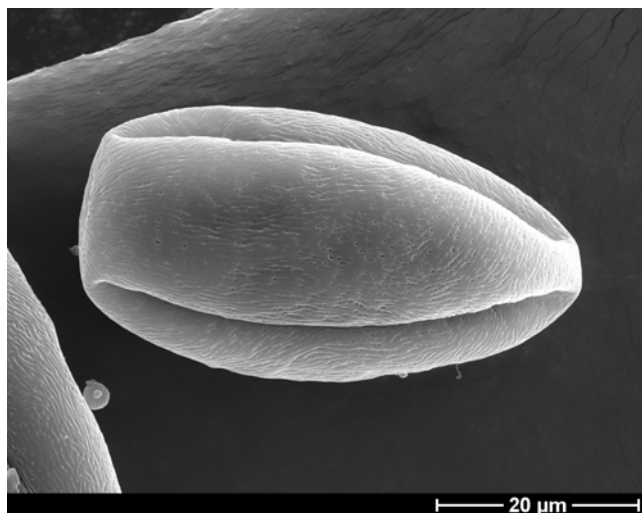
A, B - 'Ceglédi óriás'; C, D - 'Ceglédi bíborkajszi'; E, F - 'Gönci magyar kajszi'



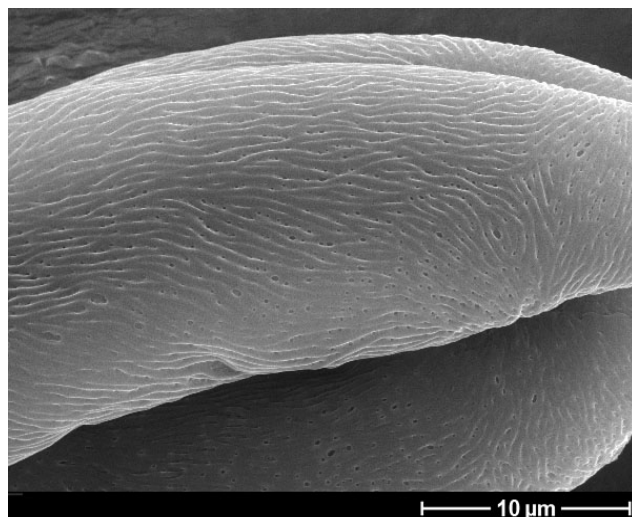
A



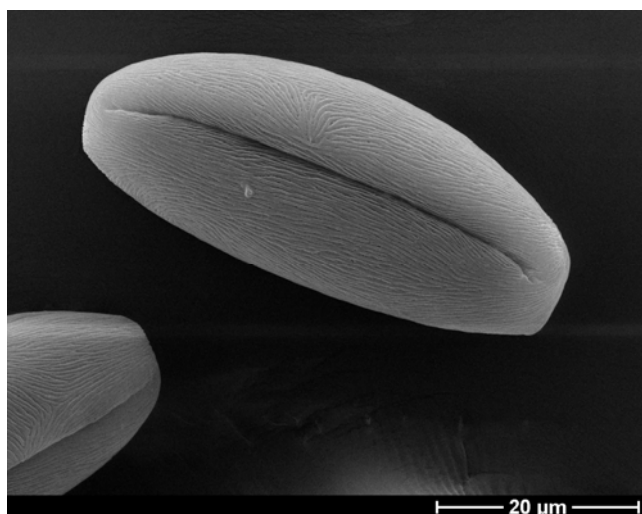
B



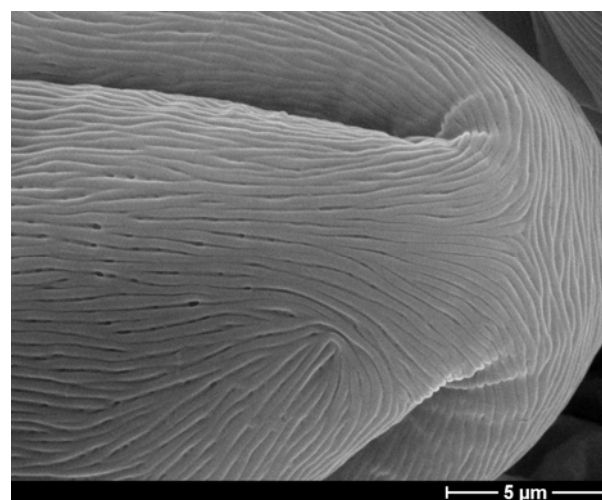
C



D



E



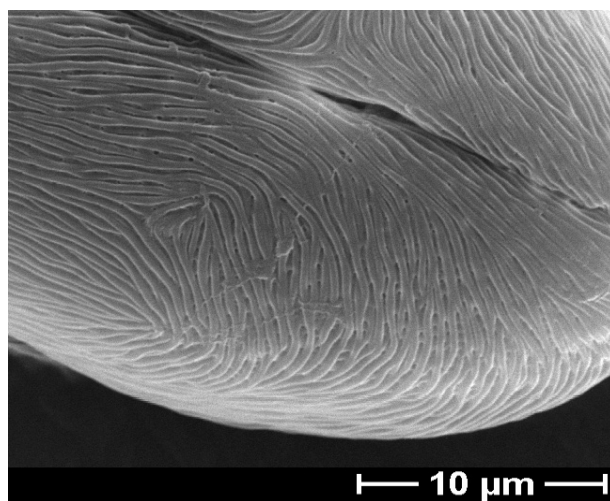
F

XI. Tábla: Pollen alak és exine mintázata két elliptikus trikolpát pollentípusú kajszi fajtánál.

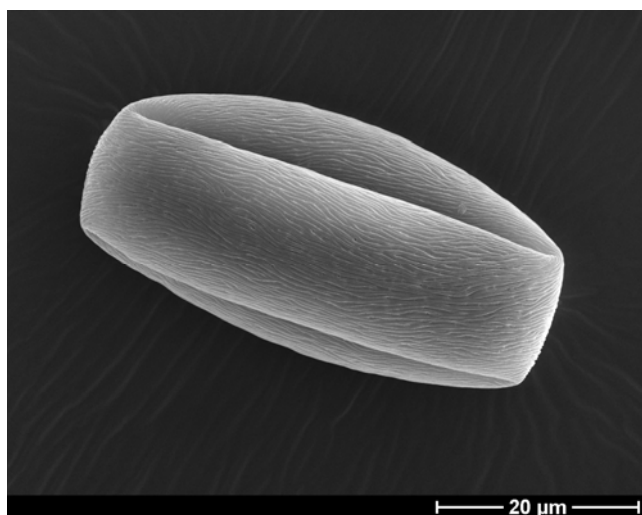
A, B - 'Pannónia'; C, D - 'Mandulakajszi'



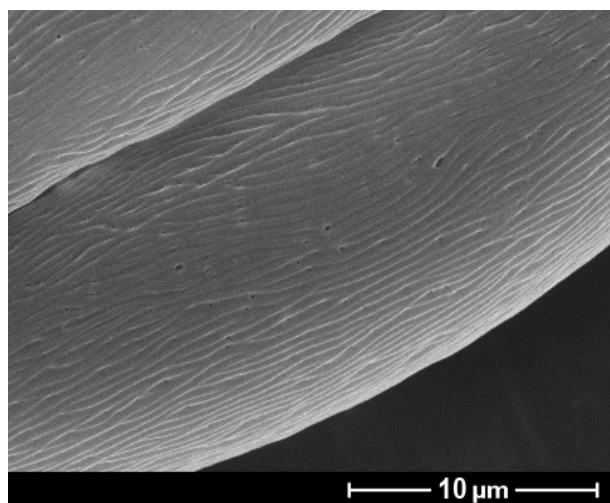
A



B



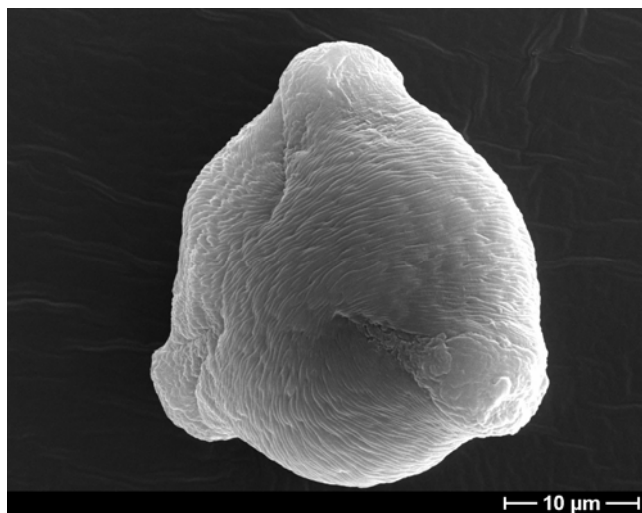
C



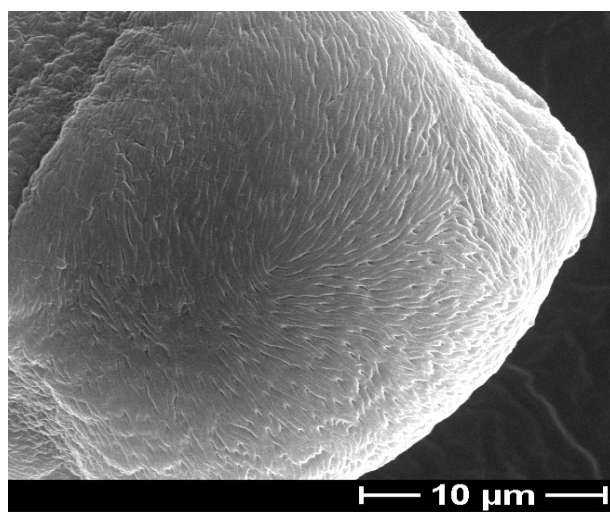
D

XII. Tábla: Pollen alak és exine mintázata két szub-oblát trikolpát pollentípusú kajszi fajtánál.

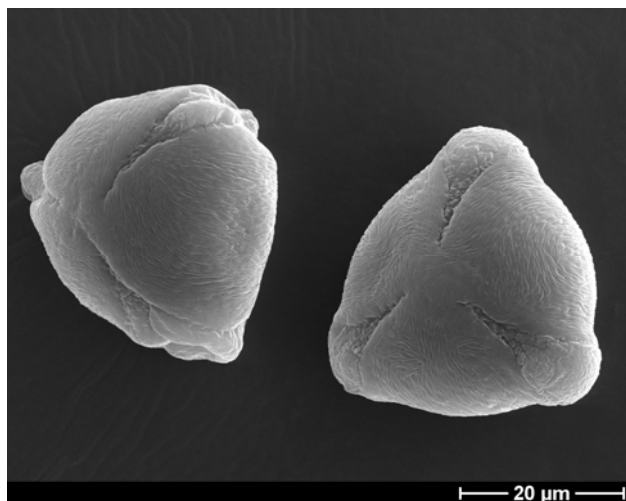
A, B - 'Ceglédi Piroska'; C, D - 'Bergeron'



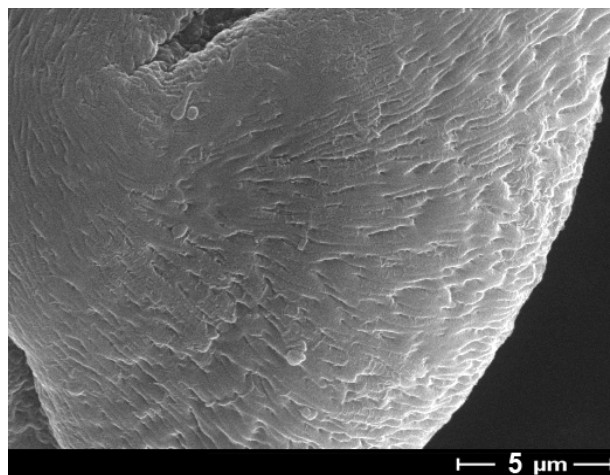
A



B



C



D

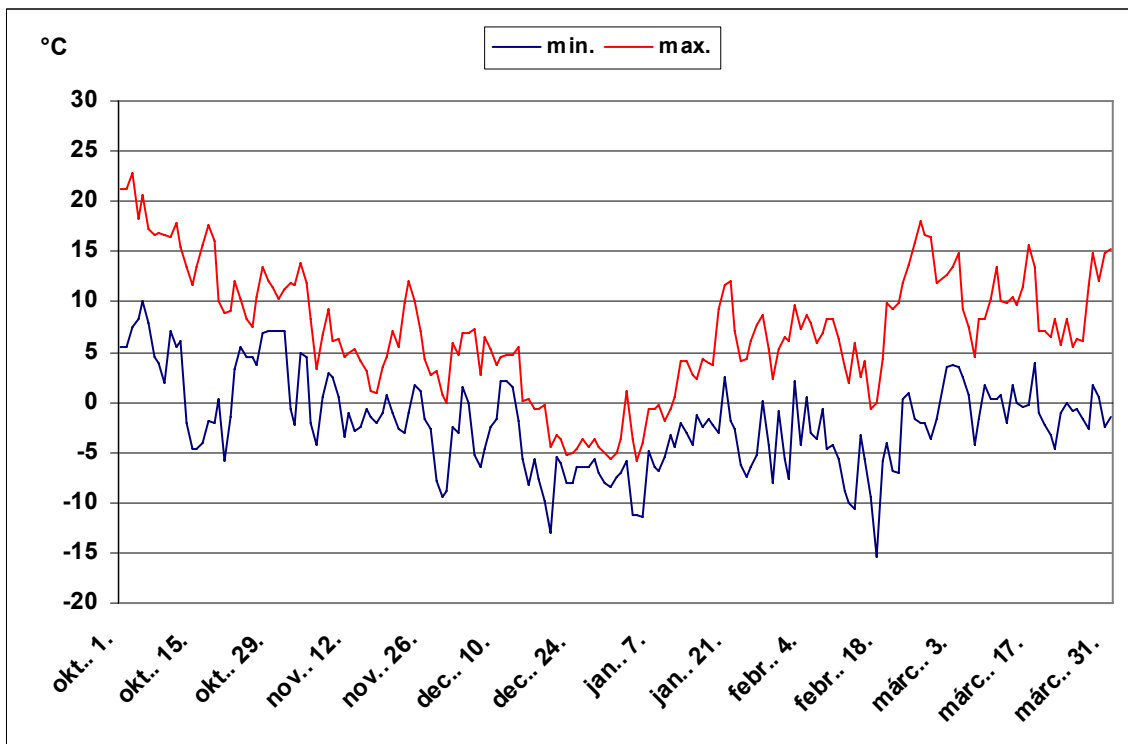
5.2 A virágrügyek stressztűrése

5.2.1 Az abiotikus stressztűrés nyomon követése az enzimaktivitás változásával

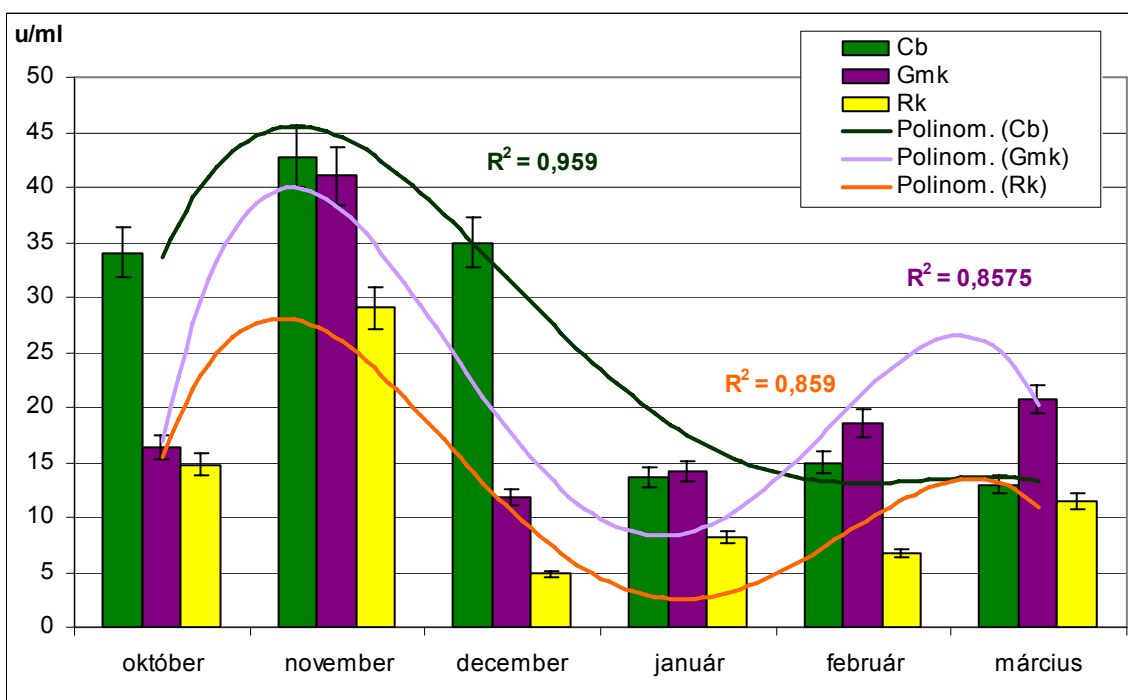
A virágrügyekben a peroxidáz és a polifenol-oxidáz enzimek aktivitásának változását két évadban követtük nyomon, a 2007/2008-as és a 2008/2009-es nyugalmi periódus alatt. A vizsgált fajták három egymástól eltérő fagyűrési típust képviseltek. A vizsgált enzimek aktivitását tekintve a fajták között szignifikáns különbség mutatkozott. Az enzimek aktivitásának változása szoros kapcsolatban állt a külső hőmérséklettel.

A legnagyobb peroxidáz enzimaktivitást a fagyérzékeny 'Ceglédi bíborkajszi' fajta virágrügyeiben mértük mindkét évadban. A fagyűrő 'Rózsakajszi C. 1406.' virágrügyeiben a peroxidáz enzim alacsonyabb szinten mozgott. A 'Gönci magyar kajszi' virágrügyeinek peroxidáz aktivitása a két másik fajta között helyezkedett el.

A 2007/2008 évi nyugalmi időszak hőmérsékleti adatait a 7. ábrán tüntettük föl. A nyugalmi időszak kezdetén, amikor a hőmérséklet csökkent a virágrügyek fagyűrésének növekedése az enzimaktivitás változásban is megnyilvánult. A virágrügyekben októberről novemberre megnőtt mindhárom vizsgált fajtánál a peroxidáz enzim aktivitása (8. ábra). November végén pár nap alatt 8°C-os hőmérséklet-csökkenés következett be, melyre a fajták különbözőképpen reagáltak. Decemberben a virágrügyekben alacsonyabb peroxidáz enzimaktivitást mutattunk ki, mint novemberben. A fagyérzékeny 'Ceglédi bíborkajszi' virágrügyeiben ez a csökkenés kisebb mértékű (19%) volt, de a 'Gönci magyar kajszi' virágrügyeiben 72%-os, míg a fagyérzékeny fajtánál 83%-os csökkenést tapasztaltunk. December végén újabb hirtelen lehülés következett be. Erre a lehülésre a fagyérzékeny 'Ceglédi bíborkajszi' reagált a legjobban, azaz a januári mintákban a peroxidáz enzim aktivitása 61%-kal csökkent. A 'Gönci magyar kajszi' és a fagyűrő 'Rózsakajszi C. 1406.' fajták virágrügyei ekkorra már megfelelő edzettséggel bírtak, s mindkét fajta virágrügyeiben enyhén nőtt a peroxidáz enzim aktivitása. Februárban bekövetkezett 12°C-os hőmérséklet csökkenésre a 'Ceglédi bíborkajszi' nem reagált, a 'Gönci magyar kajszi' is csak kis mértékben, míg a 'Rózsakajszi C. 1406.' virágrügyek peroxidáz aktivitása megnőtt.

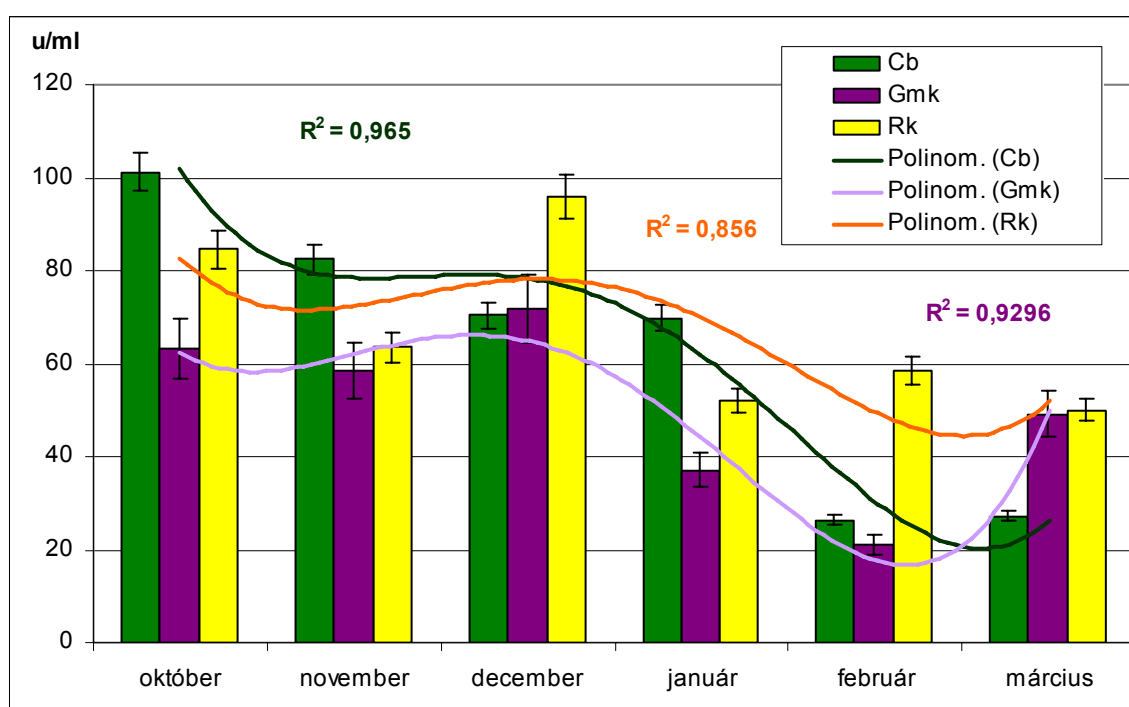


7. ábra: A vizsgálati 2007/2008-as időszak minimum és maximum napi hőmérsékleti adatai, Soroksár



8. ábra: Peroxidáz enzim aktivitásának változása a 'Ceglédi bíborkajszi' (Cb), a 'Gönci magyar kajszi' (Gmk) és a 'Rózsakajszi C. 1406.' (Rk) virágrügyeiben (2007/2008)

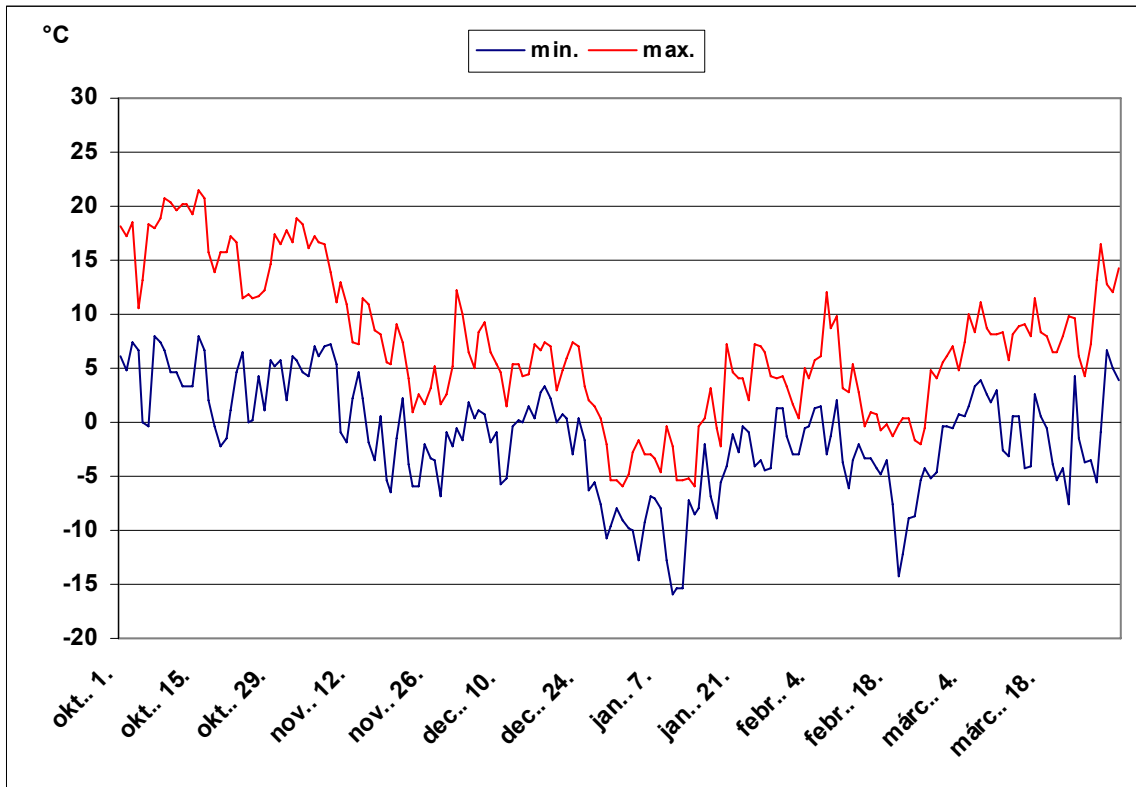
Vizsgáltuk a polifenol-oxidáz enzim aktivitásának változását is. A polifenol-oxidáz enzim aktivitása ellentétes tendenciát mutatott a peroxidáz enzim aktivitásával a fagyűrő és a közepesen fagyűrő fajták esetében (9. ábra). A november végi lehülés következtében a fagyűrő 'Rózsakajszai C. 1406.' fajta virágrügyeiben 36%-kal magasabb polifenol-oxidáz aktivitást mutattunk ki decemberben, mint novemberben. Hasonlóan reagált a 'Gönci magyar kajszai' is, azonban a növekedés kisebb mértékű volt, 19%-os. A 'Ceglédi bíborkajszai' virágrügyeiben ezzel szemben 15%-kal csökkent a polifenol-oxidáz enzim aktivitás. A december végi 7,4°C-os hőmérséklet csökkenésre a 'Rózsakajszai C. 1406.' és a 'Gönci magyar kajszai' is enzimaktivitás csökkenéssel reagáltak. A fagyérzékeny fajta virágrügyeiben nem tapasztaltunk változást. Januárról februárra a 'Rózsakajszai C. 1406.' virágrügyeiben a polifenol-oxidáz aktivitása enyhén növekedett, ekkor már a virágrügyek kezdték elveszteni az edzetségüket. Ebben az időszakban a kevésbé fagyűrő 'Gönci magyar kajszai' és 'Ceglédi bíborkajszai' virágrügyeiben csökkent a polifenol-oxidáz enzim aktivitása. Február közepén újabb lehülés eredményeként a 'Rózsakajszai C. 1406.' kis mértékű enzimaktivitás csökkenést tapasztaltunk. Ugyanekkor a 'Ceglédi bíborkajszai' nem mutatott reakciót, a 'Gönci magyar kajszai' mintákban pedig emelkedést figyeltünk meg.



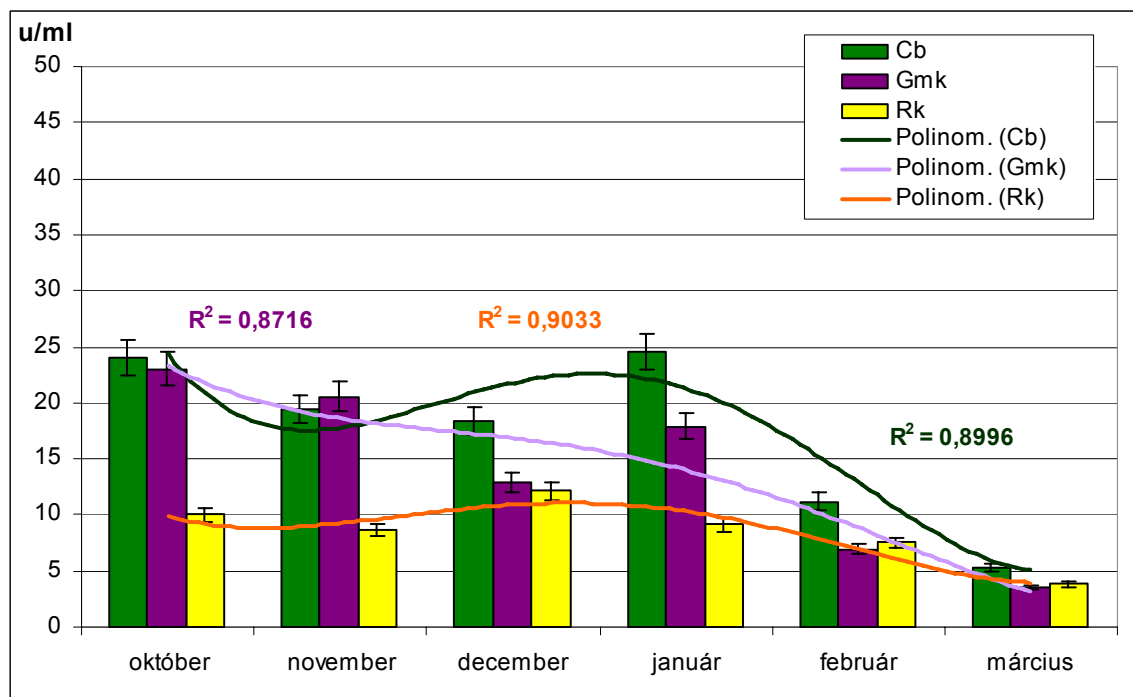
9. ábra: Polifenol-oxidáz enzim aktivitásának változása a 'Ceglédi bíborkajszai' (Cb), a 'Gönci magyar kajszai' (Gmk) és a 'Rózsakajszai C. 1406.' (Rk) virágrügyeiben (2007/2008)

2008-ban az edződési időszak eleje, október-december enyhébb volt az előző évinél (10. ábra), így a fajták virágrügyeiben kisebb peroxidáz enzimaktivitást mértünk (11. ábra), mint a megelőző évben. Ebben az időszakban a 'Rózsakajszai C. 1406.' fajta virágrügyeiben októberről novemberre minimális peroxidáz aktivitás csökkenést, majd decemberben enyhe növekedést mértünk. A 'Ceglédi bíborkajszai' és 'Gönci magyar kajszai' fajták virágrügyeinek peroxidáz aktivitása hasonlóképpen alakult, azaz októberről novemberre kismértékű csökkenést mutattunk ki. A további hőmérséklet-csökkenés következtében a 'Gönci magyar kajszai' fajta a virágrügyeiben a peroxidáz aktivitás csökkent, és decemberben már hasonló értéket mutattunk ki, mint a 'Rózsakajszai C. 1406.' fajta virágrügyeiben. December végén a hőmérséklet egyenletes csökkenésnek indult, majd január első dekádjában három nap alatt 7°C-ot esett a hőmérséklet. Ennek a hirtelen stressznek a hatására a fajták különbözőképpen reagáltak. A 'Rózsakajszai C. 1406.' fajta virágrügyeiben a peroxidáz aktivitása decemberről januárra 25%-kal csökkent, ugyanekkor a 'Ceglédi bíborkajszai' mintákban 26%-os növekedést mutattunk ki. A közepes fagyűrűsű 'Gönci magyar kajszai' fajta virágrügyeiben is növekedett az enzimaktivitás. Ezután a külső hőmérséklet emelkedni kezdett, amelynek hatására a 'Rózsakajszai C. 1406.' fajta vizsgált mintáiban a peroxidáz enzimaktivitás minimálisan tovább csökkent. A 'Ceglédi bíborkajszai' és 'Gönci magyar kajszai' mintákban markánsabb csökkenést tapasztaltunk. A peroxidáz enzim aktivitása februárról márciusra tovább csökkent mindhárom fajta virágrügyeiben.

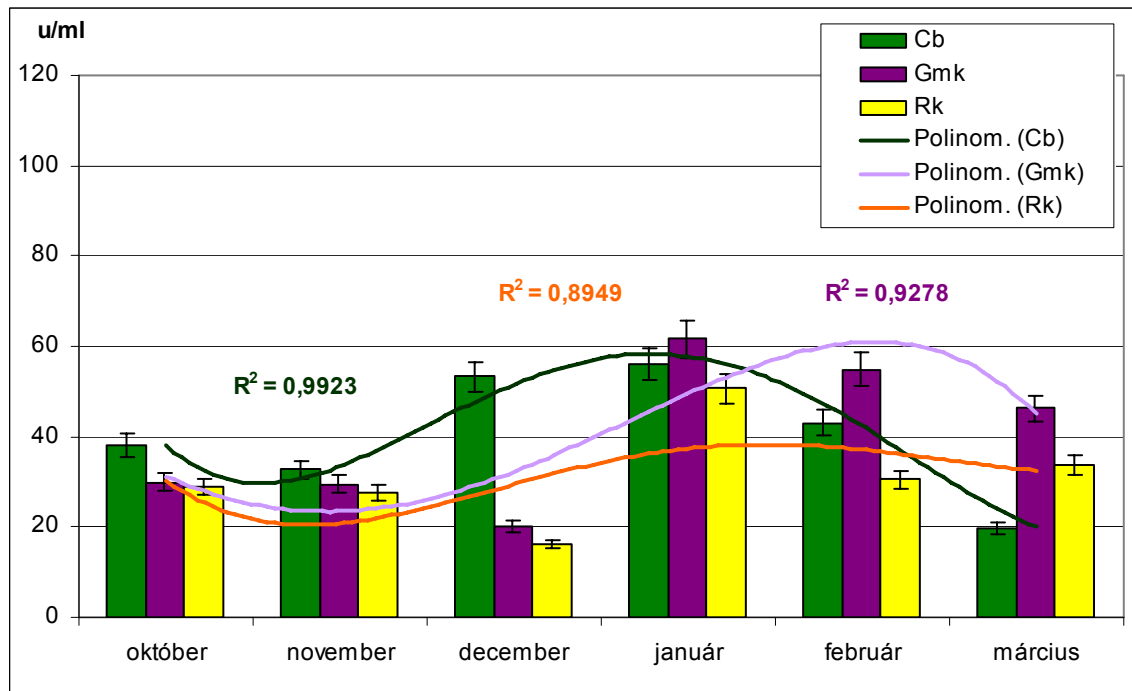
A polifenol-oxidáz enzim aktivitásának változása az előző évhez hasonló tendenciát mutatott (12. ábra). Az egyenletes hőmérséklet-csökkenés hatására a polifenol-oxidáz aktivitása is csökkent a 'Ceglédi bíborkajszai' virágrügyeiben. A 'Gönci magyar kajszai' és 'Rózsakajszai C. 1406.' fajtáknál nem tapasztaltunk szignifikáns változást. Novemberről decemberre a 'Ceglédi bíborkajszai' virágrügyeiben 39%-kal növekedett a polifenol-oxidáz aktivitás, míg a 'Gönci magyar kajszai' és 'Rózsakajszai C. 1406.' fajtáknál csökkenő tendenciát tapasztaltunk. A december végi-január eleji lehülésre a fagyűrűsű 'Rózsakajszai C. 1406.' fajta 69%-os, valamint a közepes fagyűrűsű 'Gönci magyar kajszai' fajta 68%-os enzimaktivitás növekedéssel reagált a virágrügyekben, de a 'Ceglédi bíborkajszai' fajta esetében nem tapasztaltunk változást. A január végi-február eleji hőmérséklet-emelkedés következtében a virágrügyekben a polifenol-oxidáz aktivitás mindhárom fajtánál csökkent. Február 19-én újabb hirtelen lehülés következett be, közel 10°C-ot esett a külső hőmérséklet. A 'Ceglédi bíborkajszai' virágrügyeiben 55%-kal, a 'Gönci magyar kajszai' rügyeiben, pedig 16%-kal csökkent a polifenol-oxidáz enzim aktivitása. Ezzel szemben a 'Rózsakajszai C. 1406.' fajta 10%-os enzimaktivitás növekedéssel reagált, mely a virágrügyek részbeni visszaedződésének tulajdonítható.



10. ábra: 2008/2009 tél minimum és maximum napi hőmérsékleti adatai, Soroksár



11. ábra: Peroxidáz enzim aktivitásának változása a 'Ceglédi bíborkajszi' (Cb), a 'Gönci magyar kajszi' (Gmk) és a 'Rózsakajszi C. 1406.' (Rk) virágrügyeiben (2008/2009)



12. ábra: Polifenol-oxidáz enzim aktivitásának változása a 'Ceglédi bíborkajszi' (Cb), a 'Gönci magyar kajszi' (Gmk) és a 'Rózsakajszi C. 1406.' (Rk) virágrügeiben (2008/2009)

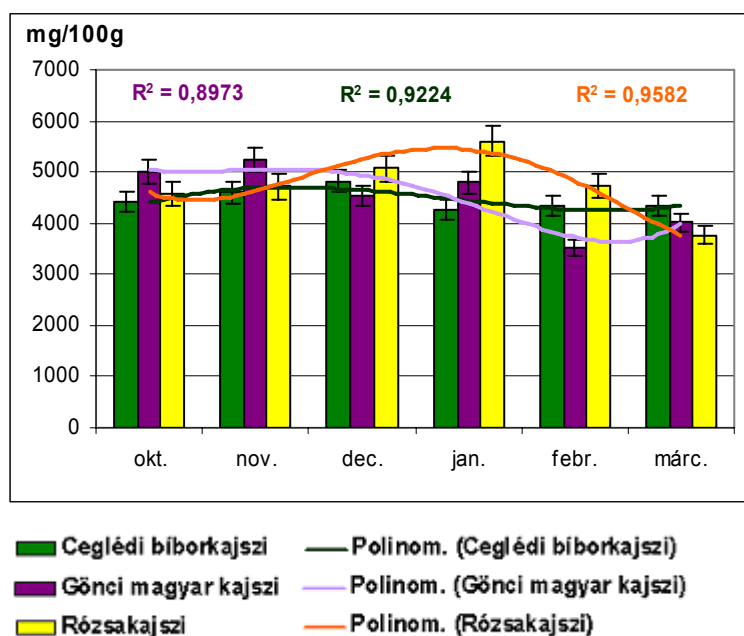
5.2.2 A virágrügek cukor- és szorbitol-tartalmának változása a hideg stressz hatására

A virágrügekben a hideg stressz hatására bekövetkező szénhidrát-tartalom változását 2008/2009 időszakban mértük HPLC-vel. A kísérlethez a korábban ismertetett három eltérő fagy-, illetve téltűrésű fajták virágrügeiből vettünk mintát.

Az általunk vizsgált cukor komponensek összesített eredményeit az 13. ábrán szemléltetjük. Októberben a napi középhőmérséklet átlag 10°C volt, majd novemberre 5°C-ra csökkent le. A csökkenés hatására a szénhidrát-koncentráció emelkedett mindhárom fajta virágrügeiben októberről novemberre. Decemberben már gyorsabban csökkent a hőmérséklet, melynek következtében a fagyűrő 'Rózsakajszi C. 1406.' fajta virágrügeiben a szénhidrát felhalmozódott. A fagyérzékeny 'Ceglédi bíborkajszi' virágrügeiben nem tapasztaltunk változást, a közepesen fagyűrő 'Gönci magyar kajszi' fajta virágrügeiben pedig kis mértékben csökkent a koncentráció. Januárban hirtelen lehűlés következett be. Ebben az időszakban a 'Rózsakajszi C. 1406.' fajta virágrügeiben a szénhidrát-tartalom tovább növekedett. A 'Gönci magyar kajszi' fajta virágrügeiben kis mértékű szénhidrát-tartalom növekedést (6%) figyeltünk meg. A 'Ceglédi bíborkajszi' rügeiben azonban csökkent a szénhidrát koncentráció 12%-kal. Ezután a hőmérséklet emelkedni kezdett, majd február második dekádjának végén újabb lehűlés következett be. Januárról februárra a melegedés hatására a szénhidrát-tartalom is csökkent a

'Rózsakajszai C. 1406.' és a 'Gönci magyar kajszai' fajta virágrügyeiben. A 'Ceglédi bíborkajszai' fajtánál nem tapasztaltunk változást, majd a következő hónapban, azaz márciusban is közel ugyanannyi volt a szénhidrát-tartalom a virágrügyekben. A 'Rózsakajszai C. 1406.' fajtánál a februári lehülés hatására csökkent a szénhidrát-tartalom, a 'Gönci magyar kajszai' fajtánál pedig növekedett.

Összevetve a rügyekben mért szénhidrátok mennyiségét és a peroxidáz enzim aktivitását megállapítható, hogy a jó fagyűrőssel rendelkező fajta esetében ellentétes tendenciát mutatnak. A 2009. januári hőmérséklet csökkenés hatására a fagyűrő 'Rózsakajszai C. 1406.' fajta virágrügyeiben lecsökkent a peroxidáz aktivitása, a szénhidrát-tartalom pedig megemelkedett. Ugyanekkor a 'Ceglédi bíborkajszai' fajta rügyeiben a peroxidáz aktivitása megnőtt, a szénhidrát-tartalom pedig csökkent.



13. ábra: Az összes mért szénhidrát-tartalom változása a rügynyugalom során (2008/2009)

A tél folyamán a virágrügyekben legnagyobb mennyiségben a szacharóz volt jelen, mely a külső hőmérséklet változásának megfelelően dinamikusan alakult (14. ábra). Októberről novemberre nem tapasztaltunk jelentős változást a fajták virágrügyeinek szacharóz tartalmát tekintve. Novemberről decemberre mindhárom fajta virágrügyeiben jelentősen lecsökkent a szacharóztartalom. A december végi és január eleji lehülés következtében a 'Rózsakajszai C. 1406.' virágrügyeiben a szacharóz mennyisége 25%-kal emelkedett. A 'Gönci magyar kajszai' virágrügyeiben 13%-os volt az emelkedés. A 'Ceglédi bíborkajszai' fajta virágrügyeiben a szacharóztartalom 24%-kal csökkent. Később a 'Ceglédi bíborkajszai' virágrügyeiben is tapasztaltunk szacharóztartalom növekedést, januárról februárra 51%-os emelkedést mutattunk ki. Ebben az időszakban a szacharóz mennyisége a 'Gönci magyar kajszai' virágrügyekben 11%-

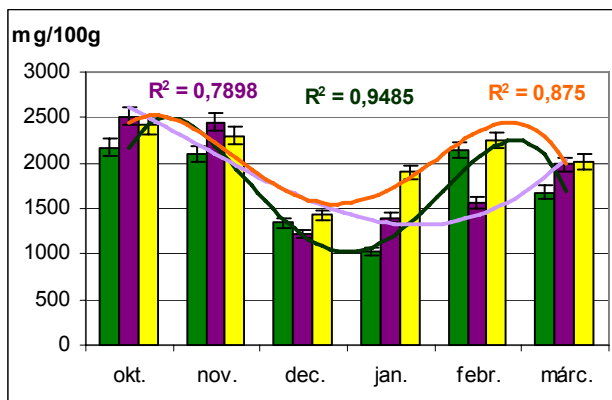
kal, a 'Rózsakajszai C. 1406.' virágrügyeiben pedig 16%-kal emelkedett. A februári lehülésre a 'Ceglédi bíborkajszai' virágrügyekben 21%-kal csökkent a szacharóztartalom, míg a 'Gönci magyar kajszai' és 'Rózsakajszai C. 1406.' fajtáknál 22%-os és 11%-os emelkedést tapasztaltunk.

A glükóz, fruktóz és szorbitol mennyiség alakulása a tél során hasonló tendenciát mutatott. A külső hőmérséklet csökkenésével párhuzamosan megfigyeltük a glükóz, fruktóz és szorbitol felhalmozódását a virágrügyekben. A glükóztartalom októberben hasonló volt a három vizsgált fajta virágrügyeiben. Novemberre a glükóztartalom a virágrügyekben megemelkedett mindhárom fajtánál 12-14%-kal. Decemberre a növekedés nagyobb lett. A 'Ceglédi bíborkajszai' virágrügyeiben 31%-os emelkedést mértünk, a 'Gönci magyar kajszai' fajtánál 20%-kal és a 'Rózsakajszai C. 1406.' fajtánál pedig 34%-kal nőtt meg a glükóz mennyisége. Januárban hasonló mennyiségben volt jelen a glükóz a virágrügyekben, mint decemberben. Ezután februárra már csökkenni kezdett a glükóztartalom, azaz a 'Ceglédi bíborkajszai' virágrügyeiben 21%-kal csökkent a glükóztartalom. A 'Gönci magyar kajszai' esetében a csökkenés 39%-os, a 'Rózsakajszai C. 1406.' esetében 26%-os volt. A 'Rózsakajszai C. 1406.' fajtánál a csökkenés kis mértékben folytatódott márciusban is. A 'Gönci magyar kajszai' és 'Ceglédi bíborkajszai' fajtáknál azonban növekedést tapasztaltunk.

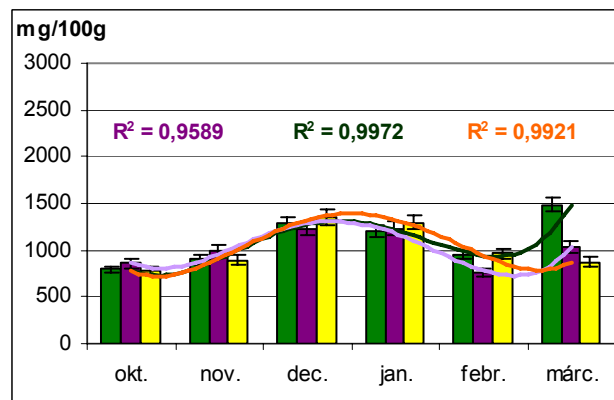
A fruktóztartalom októberben a vizsgált fajták virágrügyeiben hasonló volt. Novemberre a fruktóz mennyiség kis mértékben megnőtt a virágrügyekben. Decemberre a fruktóztartalom növekedése folytatódott. A 'Ceglédi bíborkajszai' virágrügyeiben 37%-kal, a 'Gönci magyar kajszai' virágrügyeiben 31%-kal és a 'Rózsakajszai C. 1406.' virágrügyeiben 43%-kal több fruktózt mutattunk ki. Decemberben és januárban hasonló mennyiségben mutattunk ki fruktózt mindhárom fajtánál. Februárra lecsökkent a fruktóztartalom a virágrügyekben 32-45%/-kal. Márciusra a 'Ceglédi bíborkajszai' virágrügyeiben kis mértékben (16%) emelkedett a fruktóztartalom, a magyar kajszai' fajtánál nem változott, a 'Rózsakajszai C. 1406.' virágrügyekben pedig 38%-kal csökkent.

A szorbitoltartalom változása a vizsgált időszakban hasonló volt a glükózhoz és fruktózhoz. Októberben és novemberben nem tapasztaltunk szignifikáns változást a vizsgált fajtáknál. Decemberre megnőtt a szorbitoltartalom a virágrügyekben. Januárra a 'Rózsakajszai C. 1406.' virágrügyeiben további szorbitolnövekedést mértünk, a 'Ceglédi bíborkajszai' és a 'Gönci magyar kajszai' fajták virágrügyeiben nem történt szignifikáns változás. Februárra mindhárom vizsgált fajtánál lecsökkent a szorbitoltartalom, a 'Ceglédi bíborkajszai' fajtánál 43%-kal, a 'Gönci magyar kajszai' fajtánál 44%-kal és a 'Rózsakajszai C. 1406.' fajtánál 38%-kal csökkent. Márciusban folytatódott a csökkenés, azonban sokkal kisebb mértékben.

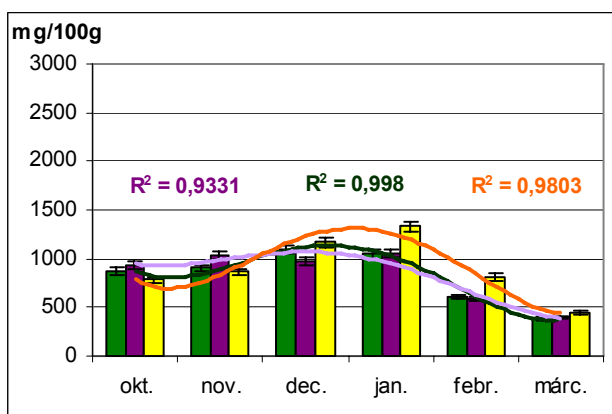
Szacharóz



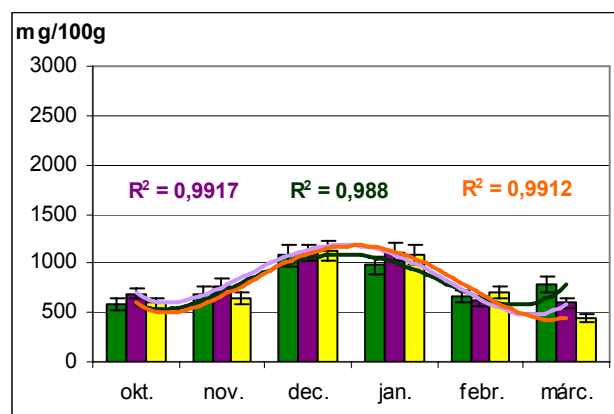
Glükóz



Szorbitol



Fruktóz



■ Ceglédi bíborkajszi ■ Gönci magyar kajszi ■ Rózsakajszi
— Polinom. (Ceglédi bíborkajszi) — Polinom. (Gönci magyar kajszi) — Polinom. (Rózsakajszi)

14. ábra: Szénhidrát-tartalom változása a 'Ceglédi bíborkajszi', a 'Gönci magyar kajszi' és a 'Rózsakajszi C. 1406.' virágrügyeiben (2008/2009)

5.3 Kajszfajták gyümölcsfejlődésének és –érésének vizsgálata

5.3.1 A gyümölcs fizikai paramétereinek változása

Kajszfajták gyümölcseinek méretbeli változását és tömeggyarapodását vizsgáltuk a kötődéstől a teljes érettségig. A gyümölcsök méretét négy paraméter jellemzi, a szélesség, vastagság, magasság és a tömeg. A paraméterek időbeli változásai két egymáshoz fűzött logisztikus görbével írhatóak le. Ennek első szakaszára az $y = \frac{p_1}{1 + \exp(-p_2(x - p_3))}$ alakú függvényt,

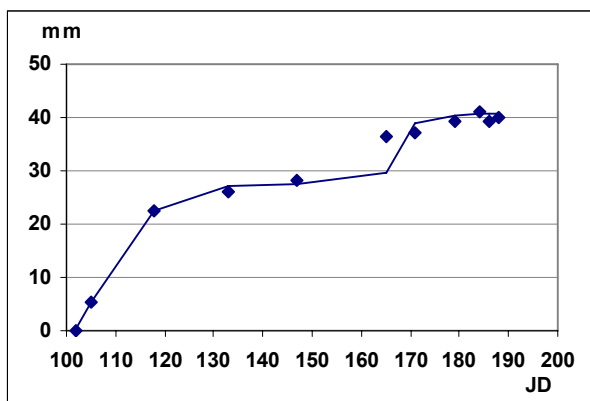
második szakaszára pedig az $y = p_2 + \frac{p_4 - p_2}{1 + \exp(-p_5(x - p_6))}$ görbét illesztettük. A p_1 paraméter az első szakasz telítődési értéke, a p_2 a meredeksége, a p_3 pedig az inflexiós pontja. A p_4 paraméter a második szakasz telítődési értéke, a p_5 a meredeksége, míg a p_6 az inflexiós pontja. A második szakasz az első szakasz telítődési értékénél indul.

Három különböző érési idejű fajtát vizsgáltunk, így a különbségeket is modellezni tudtuk. A gyümölcsfejlődés első szakaszát az első, a második szakaszát a második logisztikus görbe jelöli, a csonthéjkeményedés időszaka pedig a két logisztikus görbe találkozásánál van.

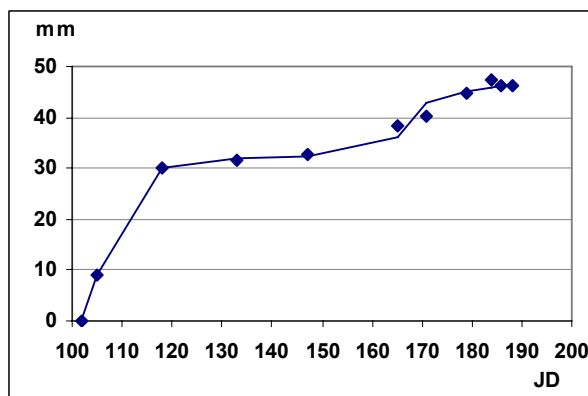
A 'Harcot' fajta gyümölcseinek változását az 15. ábrán mutatjuk be. Az első fejlődési szakaszban a vastagság, magasság és a szélesség gyorsan nőtt, a tömeg esetében a görbe sokkal laposabb ívben emelkedett. Ez a szakasz átlagosan 28 nap alatt ment végbe. A csonthéjkeményedés szakasza jelzi a sejtosztódás végét, ez a 'Harcot' fajtánál május 13-án már elkezdődött, és tartott május 27-ig. Ezután a harmadik szakasz következett, mely 30 nap volt. A gyümölcsérés befejeződött július 7-én. A tömeg a csonthéjkeményedés előtti szakaszban kevésbé változott, csupán átlagosan 15,64 g-ot ért el ekkorra. A csonthéjkeményedés szakaszát követően a gyümölcs gyorsan gyarapodott, az érés végére átlag 46,54 g-ot mértünk. A gyümölcs magassága a gyümölcsfejlődés első szakasza alatt meredeken nőtt, átlagosan 32,79 mm-t mértünk, mely a végső gyümölcsmagasságnak a 70%-a. A három utolsó mintaszedés időpontjában, azaz a 80, 90 és 100%-os érettségben lévő gyümölcsök mérete már alig változott.

A mért adatokra két egymáshoz fűzött logisztikus görbét illesztettünk. Az 6. táblázat tartalmazza az alkalmazott modell paramétereit. Az alkalmazott modell mind a négy változó esetében jól illeszkedik a mért adatokra.

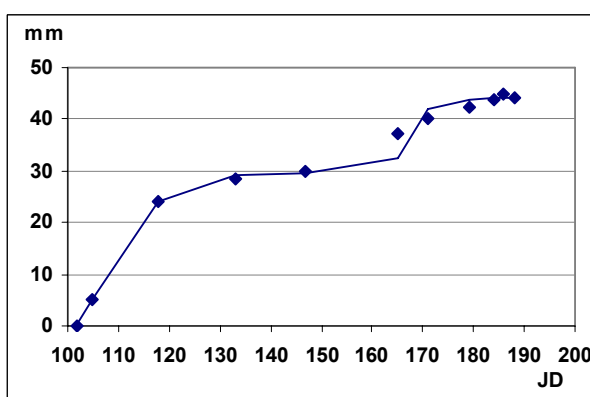
Vastagság



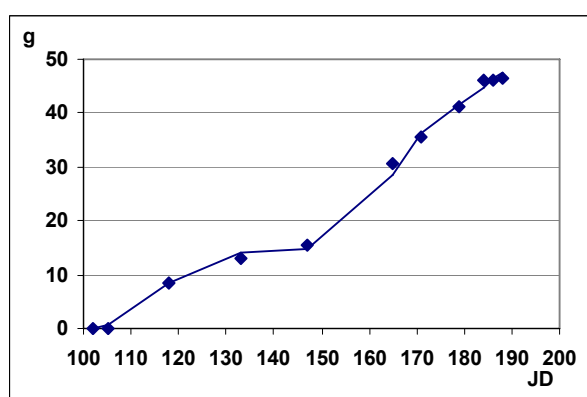
Magasság



Szélesség



Tömeg



15. ábra: 'Harcot' gyümölcsseinek méretbeli változása a gyümölcsfejlődés és érés során (Soroksár, 2009) (JD: Julianusz nap) ◆ mért eredmény, — modell

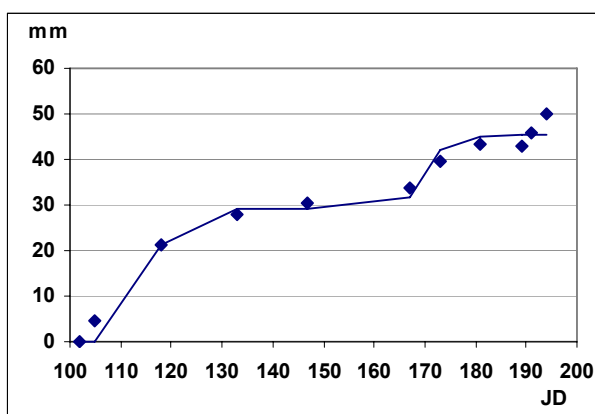
6. táblázat: 'Harcot' gyümölcsméret jellemzőinek változására alkalmazott logisztikus modellek paramétereit és a modellek illesztésének statisztikai eredményeit

Paraméter		Magasság	Szélesség	Vastagság	Tömeg
		Beclés			
1. szakasz	p_1 telítődési érték	32,17	29,42	27,35	14,67
	p_2 meredekségi tényező	3,53	3,06	2,95	3,10
	p_3 inflexiós pont	1,26	1,50	1,48	1,91
2. szakasz	p_4 telítődési érték	78,51	73,61	68,12	62,94
	p_5 meredekségi tényező	1,24	2,00	2,00	0,73
	p_6 inflexiós pont	4,00	4,50	4,50	4,50
Illeszkedés		$R^2 = 0,994$	$R^2 = 0,986$	$R^2 = 0,975$	$R^2 = 0,996$
F érték		F = 1514,30	F = 663,36	F = 361,51	F = 2902,30
Szignifikancia szint		SL < 0,001	SL < 0,001	SL < 0,001	SL < 0,001

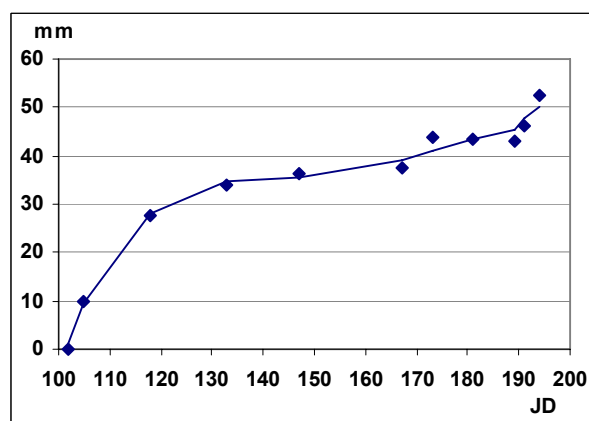
A közepes érési idejű 'Gönci magyar kajszi' fajtáról július 13-án 100%-os érettségű gyümölcsöket szedtünk (16. ábra). A gyümölcsfejlődés első szakasza hasonló volt a 'Harcot' fajtához, 28 napos időtartamot vett igénybe. A csonthéjkeményedés szakasza május 20. körül kezdődött, amely hosszabb ideig tartott, mint a korai érésű 'Harcot' esetében. Átlagosan június közepéig tartott. Az első szakasz azonban tovább tartott, 42 napig. Ebben a szakaszban a tömeg alig növekedett, ekkor a gyümölcs átlagosan 20,34 g volt, a csonthéjkeményedés alatt kissé gyarapodott. A csonthéjszilárdulás utáni szakaszban rendkívül gyorsan nőtt, majd az érés végére átlagban elérte a 76,32 g-os tömeget is. Az érés vége felé is változott a gyümölcs mérete. A szélesség, vastagság és magasság növekedésének menete hasonlóan alakult. A gyümölcsök magasságai a sejtszétválás szakasz végére elérték a végleges magasságuk közel 67%-át, a csonthéjkeményedés alatt szinte nem volt változás, majd folyamatos növekedéssel elérték a fajtára jellemző méretet.

A modell paramétereit az 7. táblázatban foglaltuk össze. A modell mindegyik méret paramétert 98,9 – 99,8%-ban magyarázza.

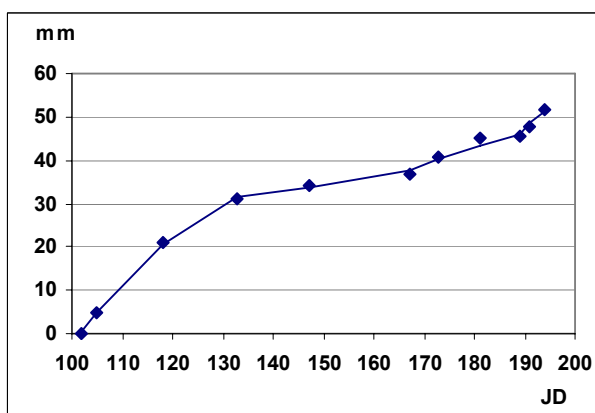
Vastagság



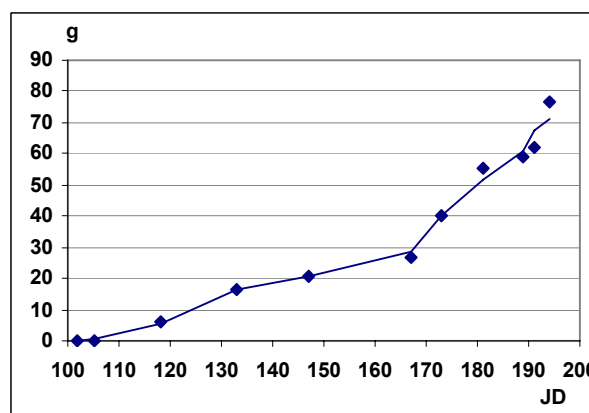
Magasság



Szélesség



Tömeg



16. ábra: 'Gönci magyar kajszi' gyümölcsjeinek méretbeli változása a gyümölcsfejlődés és érés során (Soroksár, 2009) (JD: Julianusz nap) ◆ mért eredmény, — modell

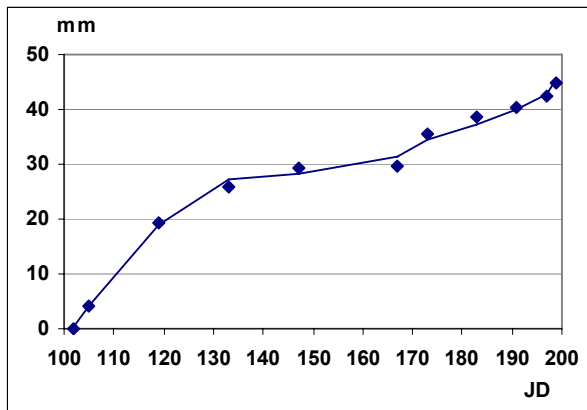
7. táblázat: 'Gönci magyar kajszi' gyümölcsméret jellemzőinek változására alkalmazott logisztikus modellek paraméterei és a modellek illesztésének statisztikai eredményei

Paraméter		Magasság	Szélesség	Vastagság	Tömeg
		Becslés			
1. szakasz	p_1 telítődési érték	35,77	33,83	29,24	21,422
	p_2 meredekségi tényező	2,30	2,24	11,38	2,21
	p_3 inflexiós pont	1,43	1,80	1,91	2,45
2. szakasz	p_4 telítődési érték	123,51	114,84	74,75	98,42
	p_5 meredekségi tényező	0,10	0,13	1,67	0,61
	p_6 inflexiós pont	7,23	6,00	4,50	5,85
Illeszkedés		$R^2 = 0,994$	$R^2 = 0,989$	$R^2 = 0,998$	$R^2 = 0,980$
F érték		F = 1514,30	F = 853,99	F = 4615,02	F = 443,17
Szignifikancia szint		SL < 0,001	SL < 0,001	SL < 0,001	SL < 0,001

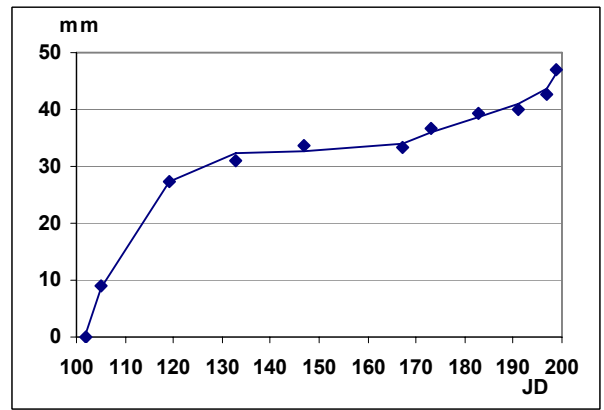
A késői érésű csoportot a 'Bergeron' képviselte (17. ábra). A gyümölcsfejlődés első szakasza 42 napig tartott. A csonthéjkieményedés szakasza hasonlóképpen a közepes érési idejű fajtához, május 20. körül kezdődött és június közepéig tartott. A harmadik szakasz azonban elhúzódóbb volt, közel egy hónapig tartott. A gyümölcsök magassága, hasonlóan a másik két vizsgált fajtához, a csonthéjkieményedés előtti szakasz végére már elérte a végleges méret 66%-át. A szélesség és vastagság növekedése sokkal kiegyenlítettebb volt. A tömeget ábrázoló görbén látható, hogy az első logisztikus görbe laposan emelkedik, míg a második görbénél sokkal markánsabb növekedés figyelhető meg. A gyümölcsök a csonthéjkieményedés szakaszának végére csupán 32%-át érték el a 100%-os érettségi állapotú gyümölcsöknek.

Az alkalmazott modell paraméterei az 8. táblázatban láthatók. A modell 99,5 – 99,7%-ban igazolja a jelenséget.

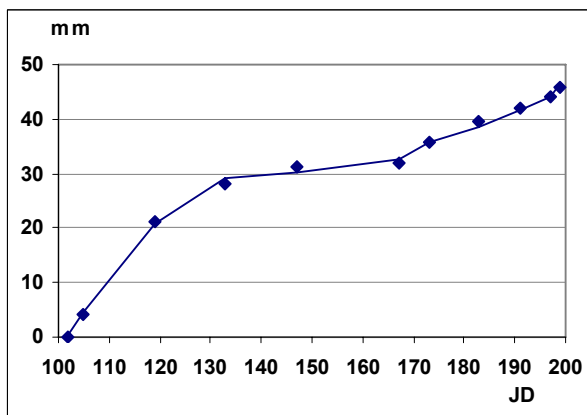
Vastagság



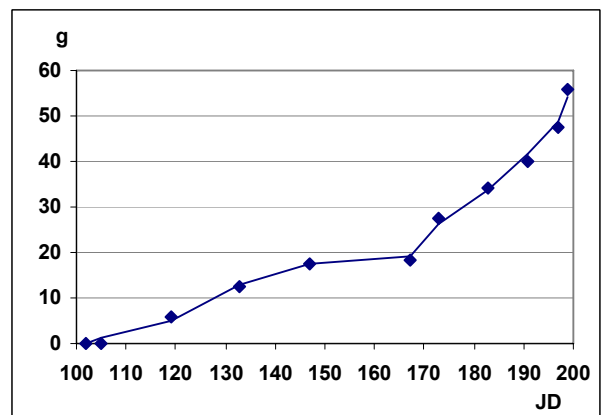
Magasság



Szélesség



Tömeg



17. ábra: 'Bergeron' gyümölcsének méretbeli változása a gyümölcsfejlődés és érés során (Soroksár, 2009) (JD: Julianusz nap) ◆ mért eredmény, — modell

8. táblázat: 'Bergeron' gyümölcsméret jellemzőinek változására alkalmazott logisztikus modellek paraméterei é a modellek illesztésének statisztikai eredményei

Paraméter		Magasság	Szélesség	Vastagság	Tömeg
		Beclés			
1. szakasz	p_1 telítődési érték	32,63	30,35	28,24	18,61
	p_2 meredekségi tényező	2,65	2,51	2,44	1,80
	p_3 inflexiós pont	1,37	1,69	1,7	2,52
2. szakasz	p_4 telítődési érték	181,89	92,29	97,02	97,68
	p_5 meredekségi tényező	0,08	0,20	0,16	0,38
	p_6 inflexiós pont	19,51	4,50	6,00	7,81
Illeszkedés F érték Szignifikancia szint		$R^2 = 0,994$ F = 1514,30 SL < 0,001	$R^2 = 0,996$ F = 2939,91 SL < 0,001	$R^2 = 0,997$ F = 4428,43 SL < 0,001	$R^2 = 0,995$ F = 1949,86 SL < 0,001

5.3.2 Szerves savtartalom, cukor- és szorbitoltartalom változása a gyümölcsfejlődés és érés során

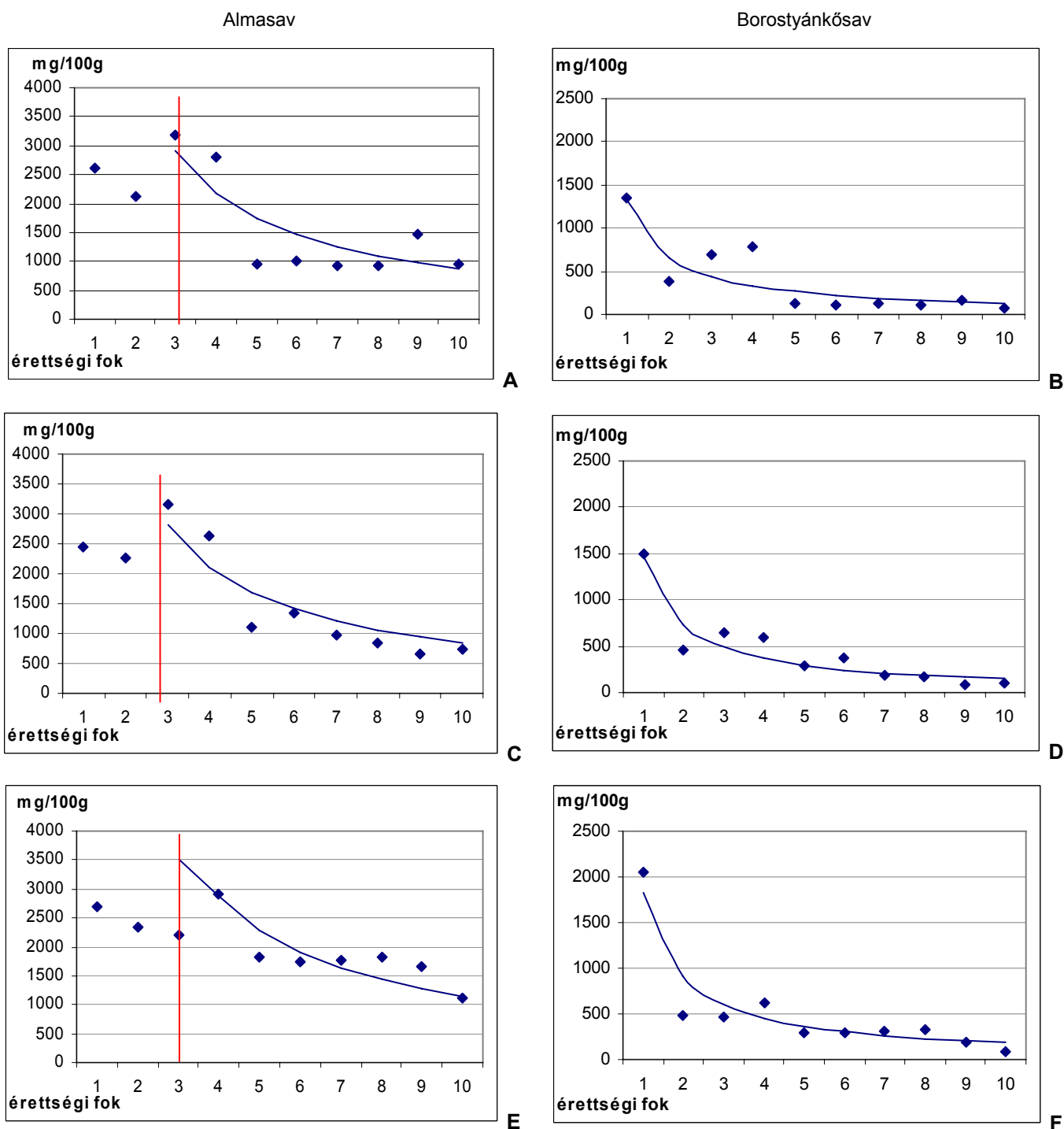
A gyümölcsökben a szénhidrát-, illetve a savtartalom változását a gyümölcskötődéstől követtük nyomon a korábban ismertetett három fajtánál 2009-ben. A tíz szedési időpont megfelel a gyümölcsök érettségi fokának, melyet az érés végén már százalékosan is szokás jelölni. A szedési időpontokat az 4.3 mellékletben foglaltuk össze.

Vizsgálataink során három szerves savat mértünk, az alma-, a citrom- és a borostyánkősavat, melynek jellegzetes kromatogramja az 4.1. mellékletben található. Emellett mértük a titrálható savtartalmat is a 4. szedési időponttól. A detektált szerves savak közül a legnagyobb mennyiségben az almasav volt jelen mindhárom fajtánál az érés korai szakaszában. Az almasav tartalom először emelkedett, majd a 'Harcot' és 'Gönci magyar kajsz' fajtáknál a harmadik, a 'Bergeron' fajtánál a negyedik szedéstől hirtelen lecsökkent a mennyisége a

gyümölcsben. Az almasav tartalom változására reciprok függvényt ($y = \frac{b}{\text{érésidő}}$) illesztettünk a 3. szedéstől, mivel ettől kezdve bomlott egyenletesen. A modellt az 18. ábrán, illetve a paramétereket az 9. táblázatban foglaltuk össze. Az alkalmazott modell mind a három fajtánál jól magyarázza a jelenséget, a 'Harcot' fajtánál 93,3%-ban, a 'Gönci magyar kajsz' fajtánál 96%-ban és a 'Bergeron' fajtánál 97,7%-ban. Az ismételt mérésekre vonatkozó varianciánálízis alapján az egyes hatások (idő, interakció, fajta) között szignifikáns különbség áll fenn (11. táblázat). Az almasav tartalom jelentős mértékben függött a szedési időtől. A fajta és a szedési idő interakciója alapján megállapíthatjuk, hogy az almasav mennyisége eltérő módon változott az egyes érési állapotokban. Az ötödik szedéstől az almasav mennyisége nem változott számottevően. Egy alkalommal a 'Harcot' fajtánál a 90%-os érettségű gyümölcsökben hirtelen emelkedést mutattunk ki. A 'Harcot' és 'Gönci magyar kajsz' fajták az almasav mennyiséget tekintve hasonlóságot mutatnak, a 'Bergeron' külön csoportba került. A 10. érési fok, azaz 100%-os érettségű 'Harcot' és 'Gönci magyar kajsz' gyümölcsökben mért almasav tartalom 15%-kal, illetve 36%-kal kisebb volt, mint a 'Bergeron' ugyanilyen érettségű gyümölcseiben.

A borostyánkősav tartalom változására szintén reciprok görbét illesztettünk (18. ábra és 9. táblázat). A modell a 'Harcot' fajtánál 87,8%-ban, 'Gönci magyar kajsz' fajtánál 95,1%-ban és 'Bergeron' fajtánál 94,1%-osan magyarázza a jelenséget. Mindhárom fajtánál elmondható, hogy az első szedésidő után hirtelen lecsökkent a borostyánkősav mennyisége, majd a második szedésidő után enyhe emelkedést figyeltünk meg. A negyedik szedésidő után ismét lecsökkent és ettől kezdve közel egy szinten mozgott. A kezdeti időszakban a legtöbb borostyánkősavat a 'Bergeron' mintákban mértük. A 'Harcot' mintákban ugyanekkor 35%-kal, a 'Gönci magyar

kajszi' mintákban pedig 28%-kal kevesebb borostyánkősavat mutattunk ki. Az utolsó érettségi stádiumban már hasonló mennyiségben volt mind a három fajta mintáiban. Az idő, fajta, illetve a kettő viszonya alapján varianciaanalízissel szignifikáns különbség mutatható ki, mindhárom hatás befolyásolja a borostyánkősav mennyiségét a gyümölcsben. A 'Harcot' fajta szignifikánsan különbözik a 'Gönci magyar kajszi' és 'Bergeron' fajtáktól a borostyánkősav tartalmát tekintve (4.4. melléklet).



18. ábra: 'Harcot' (A, B), 'Gönci magyar kajszi' (C, D) és 'Bergeron' (E, F) kajszi fajták alma- és borostyánkősav tartalmának változása az érés során inverz modellel közelítve (Soroksár, 2009)

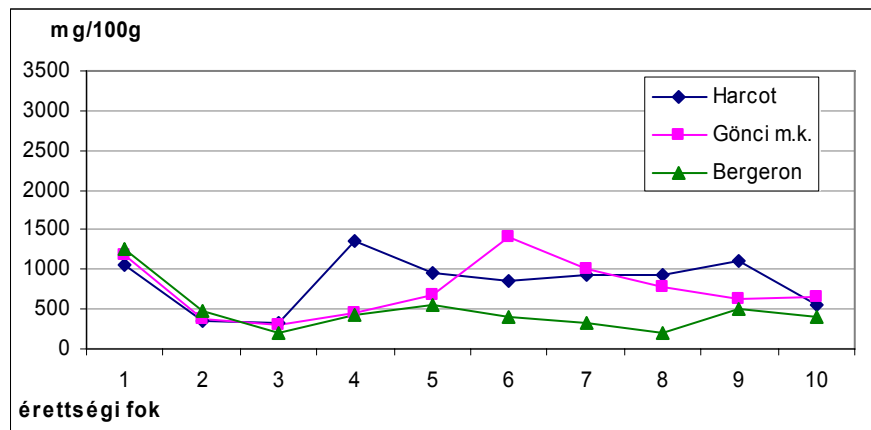
◆ mért eredmény, — modell, — modell illesztés kezdete

9. táblázat: Vizsgált fajták alma- és borostyánkősav tartalmának növekedésére alkalmazott reciprok modellek paraméterei, a modellekre, valamint a modellek paramétereire vonatkozó statisztikai eredmények

Fajta	Sav	R ²	modell		együtthatók		
			F	SL	b	t	SL
Harcot	almasav	0,933	97,003	p<0,001	8743,92	9,84	p<0,001
Gönci magyar kajszai		0,960	167,551	p<0,001	8472,29	12,94	p<0,001
Bergeron		0,977	260,380	p<0,001	11496,13	16,13	p<0,001
Harcot	borostyánkősav	0,878	65,050	p<0,001	1332,02	8,06	p<0,001
Gönci magyar kajszai		0,951	174,682	p<0,001	1466,96	13,21	p<0,001
Bergeron		0,941	144,225	p<0,001	1823,35	12,01	p<0,001

A citromsav mennyisége sokkal alacsonyabb szintről indult, mint a másik két vizsgált szerves savé (19. ábra). Az első szedés után csökkent a gyümölcs citromsav tartalma, majd a 3. érettségi foktól a 'Gönci magyar kajszai' és 'Bergeron' mintákban enyhe, míg a 'Harcot' fajtánál markánsabb emelkedést írtunk le. A 'Gönci magyar kajszai' mintákban is megfigyelhető a citromsav tartalmának nagyobb emelkedése a 6. érettségi foknál, azaz a 60%-os érettségi állapotú gyümölcsöknél. Az érés második felében a citromsav tartalom is beállt egy szintre, kiugró változást nem tapasztaltunk. Az ismételt mérésekre vonatkozó varianciaanalízis alapján megállapítható, hogy egyes hatások között jelentős különbség van (11. táblázat). A Post Hoc elemzés szerint a fajták szignifikánsan különböznek egymástól (4.4 melléklet).

Mindhárom fajtánál a 3. és 4. érettségi fok között a szerves savak megemelkedtek, majd az érés későbbi szakaszaiban ismét csökkenésnek indultak. Ez az időszak a csonthéjkeményedés időszakával egyezett meg.



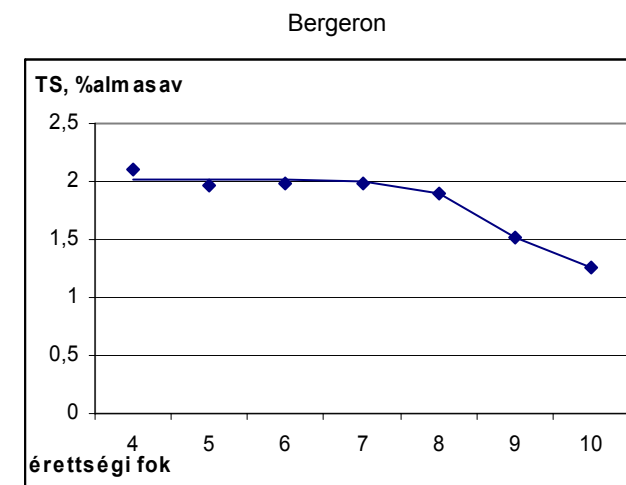
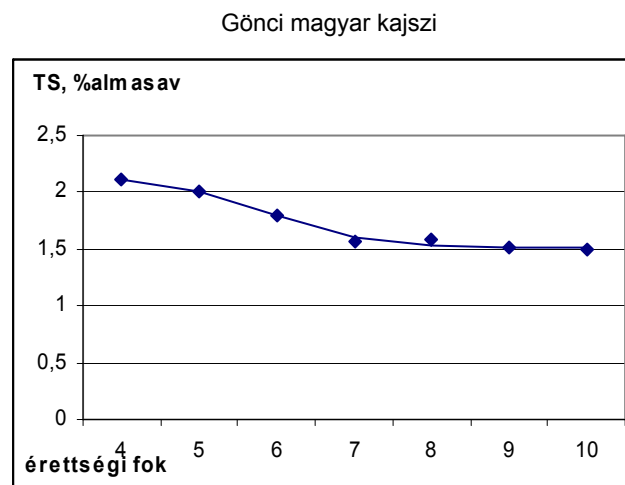
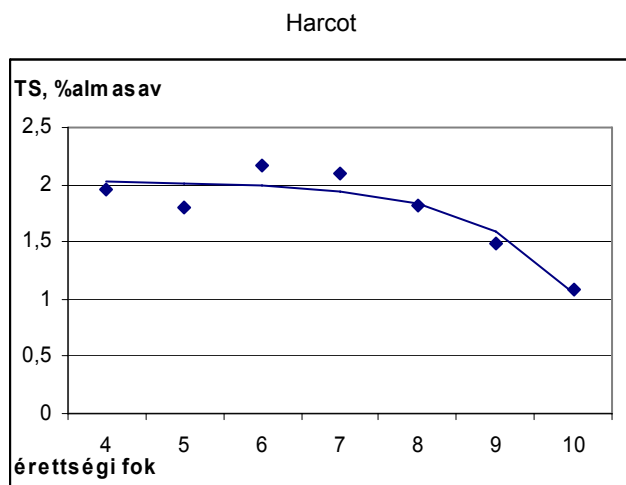
19. ábra: Vizsgált kajszifajták citromsav mennyiségének változása a gyümölcsfejlődés és érés alatt (Soroksár, 2009)

A titrálható savtartalom változását a gyümölcsben az érés során a 20. ábrán foglaltuk össze.

A változást csökkenő (negatív) logisztikus görbével $(y = p_0 + \frac{p_1 - p_0}{1 + \exp(-p_2(x - p_3))})$ modelleztük a 'Gönci magyar kajszi' és 'Bergeron' fajtáknál, illetve csökkenő (negatív) telítődési modellel $(y = p_1 + p_2 * (1 - \exp(-p_3 * (10 - X))))$ a 'Harcot' fajtánál. A 'Harcot' fajtánál azért ezt a modellt használtuk, mert a megfigyelési tartományban a titrálható savtartalom először lassú, majd egyre gyorsabb ütemű csökkenést mutatott, és a negatív logisztikus görbére jellemző újra lassuló csökkenésű szakasza hiányzott. A modellek paramétereit a 10. táblázatban foglaltuk össze. Mindhárom fajta gyümölcsében a titrálható savtartalom csökkent az érés során, a 'Harcot' és 'Bergeron' titrálható savtartalmának csökkenése analóg lefutású volt. A 4. érettségi fokban a fajták titrálható savtartalma hasonló volt. Az 5. érettségi fokra a titrálható savtartalom enyhén csökkent mindhárom fajta gyümölcsében. Ezt követően a 'Harcot' fajtánál 17%-os növekedést tapasztaltunk, a 'Gönci magyar kajszi' fajtánál további csökkenést és a 'Bergeron' fajtánál pedig nem tapasztaltunk változást. A 6. érettségi fok után a fajták gyümölcsében további csökkenést mutattunk ki a titrálható savtartalommal illetően. A 'Gönci magyar kajszi' gyümölcsében a 7. érettségi fokig folyamatos volt a csökkenés, ezután a savtartalom már nem változott szignifikánsan. A 'Harcot' és 'Bergeron' gyümölcsökben folyamatosan csökkent a savtartalom. A modell a titrálható savtartalom csökkenését a 'Harcot' fajtánál 90,1%-ban, a 'Gönci magyar kajszi' fajtánál 99,0%-ban és a 'Bergeron' fajtánál 97,9%-ban magyarázza.

10. táblázat: Vizsgált fajták titrálható savtartalmának csökkenésére alkalmazott negatív logisztikus modellek paraméterei, a modellekre, valamint a modellek paramétereire vonatkozó statisztikai eredmények

Harcot	Becslés	t	SL
p_1 $x = 10$ -ben vett határérték	1,05	1,66	$p < 0,001$
p_2 p_1 és p_2 összege a mínusz végtelenben vett határérték	0,97	0,19	$p < 0,01$
p_3 meredekségi tényező	8,98	12,73	$p < 0,1$
$R^2 = 0,901$		$F = 196,65$	
Gönci magyar kajszi	Becslés	t	SL
p_0 mínusz végtelenben vett határérték	2,16	3,13	$p < 0,001$
p_1 plusz végtelenben vett határérték	1,50	5,80	$p < 0,001$
p_2 meredekségi tényező	1,47	3,55	$p < 0,05$
p_3 inflexiós pont	5,79	25,98	$p < 0,001$
$R^2 = 0,990$		$F = 5298,00$	
Bergeron	Becslés	t	SL
p_0 mínusz végtelenben vett határérték	2,01	57,65	$p < 0,001$
p_1 plusz végtelenben vett határérték	1,21	11,00	$p < 0,001$
p_2 meredekségi tényező	2,22	2,59	$p < 0,05$
p_3 inflexiós pont	8,76	41,35	$p < 0,001$
$R^2 = 0,979$		$F = 1480,00$	



20. ábra. Vizsgált kajszifajták titrálható savtartalmának (% almasav) változása a gyümölcsfejlődés és érés alatt (Soroksár, 2009)

◆ mért eredmény, — modell

11. táblázat: A szerves savak ismételt méréseire vonatkozó varianciaanalízis eredményei

Szerves sav	Hatás	Szfericitás teljesül	Greenhouse-Geisser F	SL
almasav	idő	nem	7689,34	p<0,001
	idő * fajta		567,09	p<0,001
borostyánkősav	idő	nem	8294,20	p<0,001
	idő * fajta		264,66	p<0,001
citromsav	idő	nem	5039,93	p<0,001
	idő * fajta		1891,79	p<0,001
titrálható savtartalom	idő	nem	2128,53	p<0,001
	idő * fajta		354,39	p<0,001

Szerves sav	Hatás	Szóráshomogenitás	F	SL
almasav	fajta	teljesül	41,54	p<0,001
borostyánkősav	fajta	6. és 8. szedésen kívül teljesül	53,62	p<0,001
citromsav	fajta	4. szedésen kívül teljesül	219,89	p<0,001
titrálható savtartalom	fajta	teljesül	3,14	p<0,080

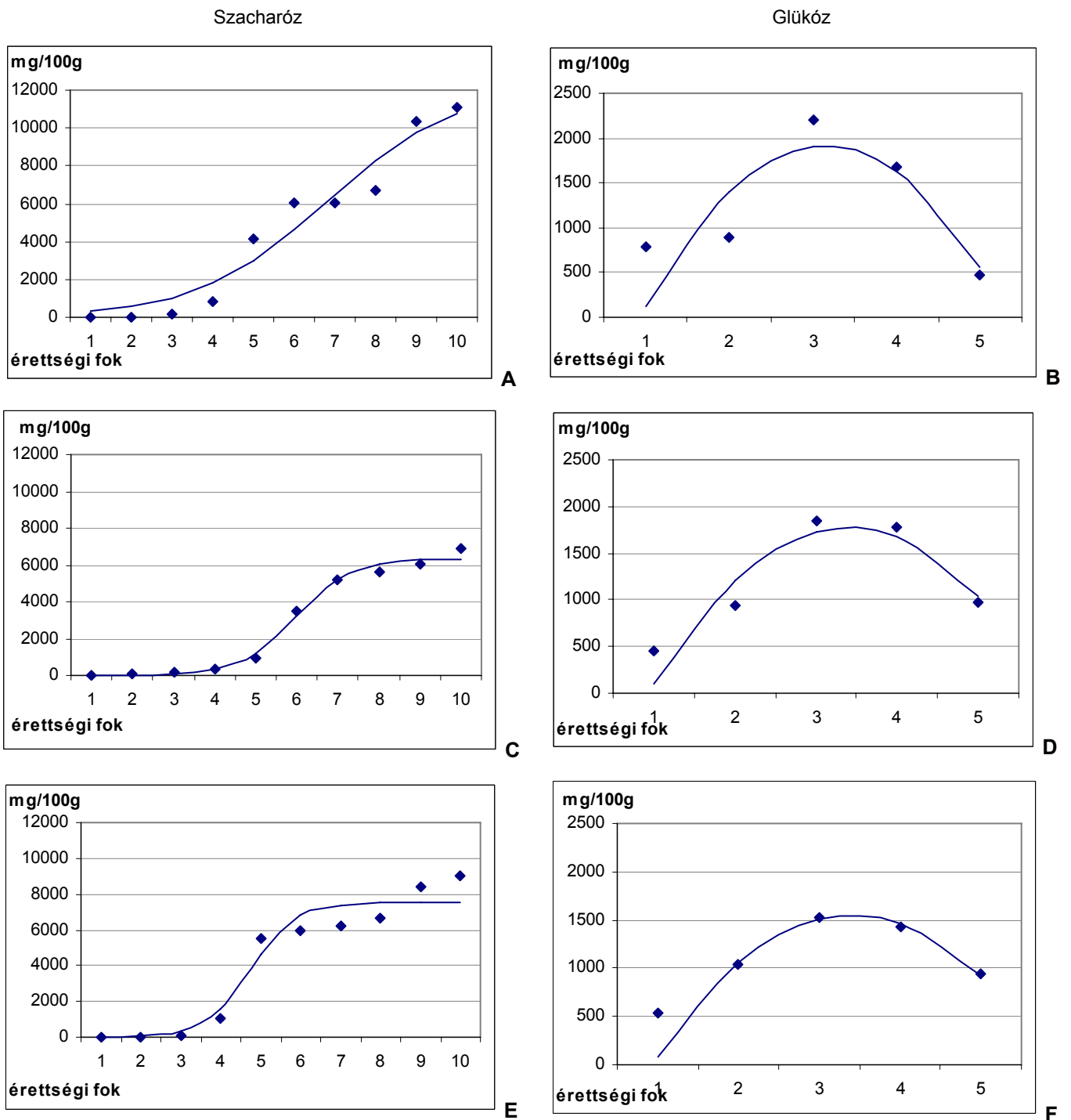
Vizsgálataink során a kajszi gyümölcs a fő cukor komponensei a szacharóz, glükóz, fruktóz és szorbitol. Az egyes cukrokat ábrázoló jellegzetes kromatogram az 4.2. mellékletben látható. Az egyes szénhidrátokon kívül megmértük a vízdoldható szárazanyag-tartalmat is a gyümölcsökben a 4. szedési időponttól.

A fajták között a cukortartalom alapján szignifikáns különbséget tudunk kimutatni (15. ábrázat). A kajszi cukortartalmát döntő mértékben a szacharóz adta. Mindhárom fajta szacharóztartalma nőtt az érés során, azonban az első két szedési időpontban még nem találtunk kimutatható mennyiséget a gyümölcsökben (21. ábra). A növekedés logisztikus görbével írható

le ($y = \frac{p_1}{1 + \exp(-p_2(x - p_3))}$). A modell paramétereit az 12. táblázatban foglaltuk össze. A

modell a szacharóz növekedést a 'Harcot' esetében 94,7%-ban, a 'Gönci magyar kajszi' fajtánál 99%-ban és a 'Bergeron' fajtánál 94,1%-ban magyarázza. A 'Harcot' és 'Bergeron' fajtáknál a csonthéjkeményedés végén és a gyümölcsfejlődés harmadik szakaszának kezdetén megtorpant a szacharóz mennyiségének változása, a 'Gönci magyar kajszi' mintákban egyenletes növekedést mutattunk ki. A legmagasabb szacharóztartalmat a 'Harcot' mintákban mértünk, a 'Gönci magyar kajszi' fajtánál 38%-kal, a 'Bergeron' fajtánál 19%-kal magasabbat. Az idő, fajta és a

kettő interakciója is szignifikáns, tehát hatással bírnak a szacharóztartalomra. A 'Harcot' és 'Bergeron' fajták hasonlóak, a 'Gönci magyar kajszi' pedig az ezektől szignifikánsan különböző csoportba került (4.4. melléklet).



21. ábra: 'Harcot' (A, B), 'Gönci magyar kajszi' (C, D) és 'Bergeron' (E, F) kajszi fajták szacharóz tartalmának változása az érés alatt, és glükóz tartalmának változása a gyümölcsfejlődés és érés kezdeti szakaszában (Soroksár, 2009)

◆ mért eredmény, — modell

12. táblázat: Vizsgált fajták szacharóz tartalmának növekedésére alkalmazott logisztikus modellek paraméterei, a modellekre, valamint a modellek paramétereire vonatkozó statisztikai eredmények

Harcot	Becslés	t	SL
p_1 telítődési érték	122,39	5,04	$p < 0,001$
p_2 meredekségi tényező	0,62	3,23	$p < 0,05$
p_3 inflexiós pont	6,81	7,76	$p < 0,001$
$R^2 = 0,947$		$F = 98,12$	
Gönci magyar kajszi	Becslés	t	SL
p_1 telítődési érték	63,34	28,98	$p < 0,001$
p_2 meredekségi tényező	1,51	6,42	$p < 0,001$
p_3 inflexiós pont	5,97	49,36	$p < 0,001$
$R^2 = 0,990$		$F = 508,98$	
Bergeron	Becslés	t	SL
p_1 telítődési érték	75,27	14,56	$p < 0,001$
p_2 meredekségi tényező	1,78	2,42	$p < 0,01$
p_3 inflexiós pont	4,72	17,56	$p < 0,001$
$R^2 = 0,941$		$F = 98,45$	

Nagy mennyiségben volt még jelen a glükóz. A glükóztartalom változása a sajátos karaktert mutatott. Az első öt szedési időpontra vonatkozó adatainkat külön is megvizsgáltuk, mert ezen a szakaszon a változás élesen különböző jelleget öltött (21. ábra). Az első öt szedési időpontban ugyanis a változás konstans tag nélküli másodfokú függvénnyel jellemezhető az $y = b_1t + b_2t^2$ alakban, ahol t az időt jelöli (13. táblázat). A gyümölcskezdeményben már kötődés után jelen volt a glükóz, majd igen hamar felhalmozódott a növekedő gyümölcsben. A tetőpontot a harmadik szedési időpontban érte el. Ezután egyenes glükóztartalom csökkenés indult el, mely a szacharóz felhalmozódással egyenes arányban állt. Az alkalmazott modell a 'Harcot' fajtánál 91,3%-ban, a 'Gönci magyar kajszi' fajtánál 97,5%-ban és a 'Bergeron' fajta esetében 96,9%-ban magyarázza a jelenséget. A fajta hatása a teljes szedésidőre vonatkozóan nem szignifikáns, azonban az idő és a kettő interakciója igen. Ha azonban a szedésidőt kettéválasztjuk az 1-5, valamint a 6-10, azaz a 10 - 50%-os, illetve 60 - 100%-os érettségi állapotoknak megfelelő szakaszokra, akkor a fajta hatása mindkét szakaszon szignifikáns (15. táblázat). A 'Harcot' és a 'Gönci magyar kajszi' nem különbözik szignifikánsan az első szakaszon, a

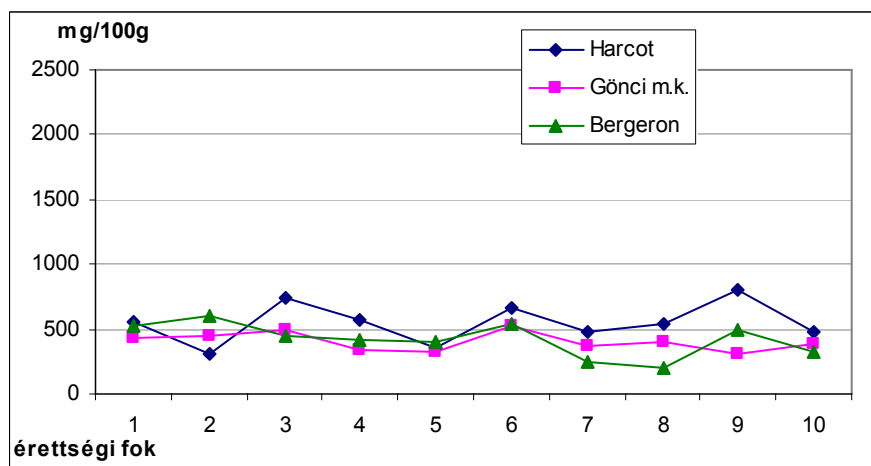
'Bergeron' ezektől szignifikánsan eltér (4.4. melléklet). A fajták mindegyike szignifikánsan különböző csoportba került.

A teljes glükóz változást az érés során az 4.5. mellékletben ábrázoltuk. A második érési szakaszban (60 - 100%) a glükóz mennyiségében nincs olyan nagy és meghatározó változás, mint az első szakaszban. A 'Harcot' fajtánál fordult elő az 50 és 60% érettség között 51% növekedés, majd a 80%-os érettségnél a glükóztartalom 46%-kal megnőtt, majd ezután újra lecsökkent.

13. táblázat: Vizsgált fajták glükóz tartalmának változására alkalmazott másodfokú modellek paraméterei, a modellekre, valamint a modellek paramétereire vonatkozó statisztikai eredmények

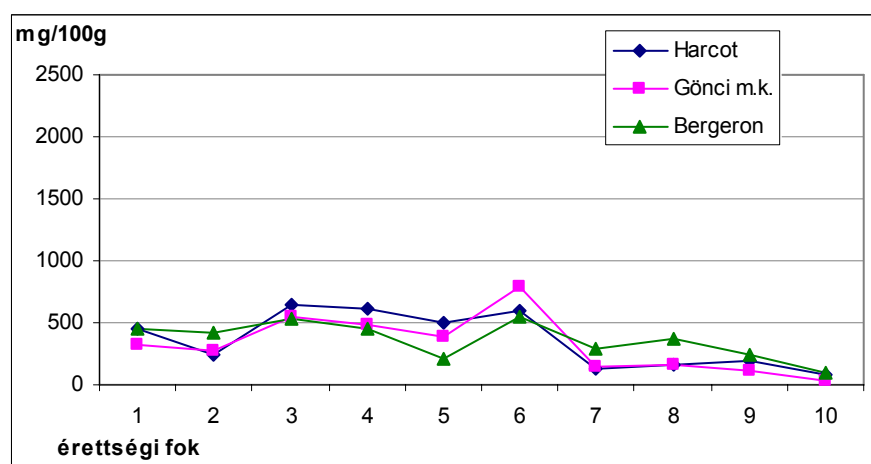
Fajta	R ²	modell		együtthetők		
		F	SL	b	t	SL
Harcot	0,913	15,74	0,026	b ₁ = 123,41	4,49	0,021
				b ₂ = -1,99	-3,55	0,038
Gönci magyar kajszi	0,975	57,73	0,001	b ₁ = 103,06	7,25	0,005
				b ₂ = -1,49	-5,12	0,014
Bergeron	0,969	47,55	0,005	b ₁ = 89,31	6,53	0,007
				b ₂ = -1,28	-4,59	0,019

A fruktóz és a szorbitol kisebb mennyiségben volt jelen, mint a szacharóz és glükóz, azonban több szempontból is fontos szerepet játszanak. A mennyiségi változásukat az érés során az 22. és 23. ábrákon szemléltetjük. A fruktóztartalom mindhárom fajta esetében hasonlóan alakult. A 'Harcot' gyümölcseiben a 3. érettségi foknál a fruktóztartalom 60%-os növekedést mutatott, majd ismét csökkenésnek indult. Ezen kívül még két esetben fordult elő a fruktóz mennyiségének emelkedése, a 6. és 9. érettségi fokoknál. A 'Bergeron' fruktóz tartalma is megemelkedett ezekben az időpontokban. A 'Gönci magyar kajszi' gyümölcseiben kevésbé ingadozott a fruktóz mennyisége, mindössze a 6. érettségi fokú mintákban mutattunk ki 40%-os emelkedést, majd ismét lecsökkent. Az ismételt mérésekre vonatkozó varianciánális szerint a fruktóz mennyiségére szignifikáns hatással volt mind a fajta, az idő menete, illetve a kettő interakciója (15. táblázat). A fajták közül az elemzések során a 'Gönci magyar kajszi' és a 'Bergeron' bizonyult hasonlóknak, ezektől a 'Harcot' szignifikánsan különbözött (4.4. melléklet).



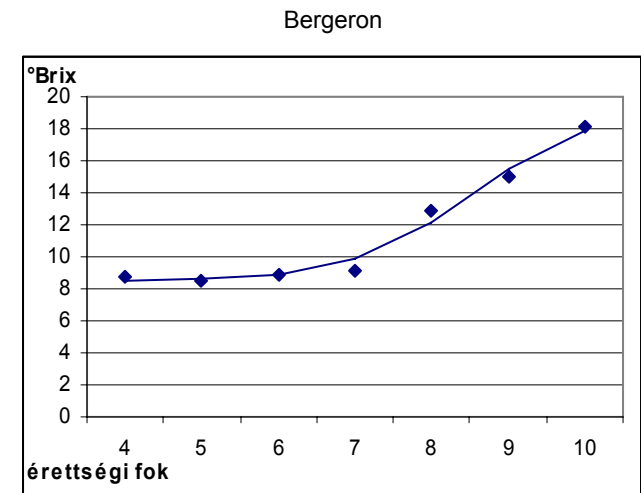
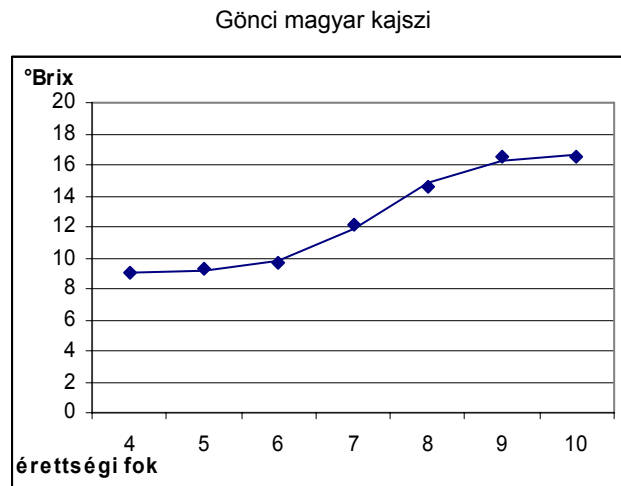
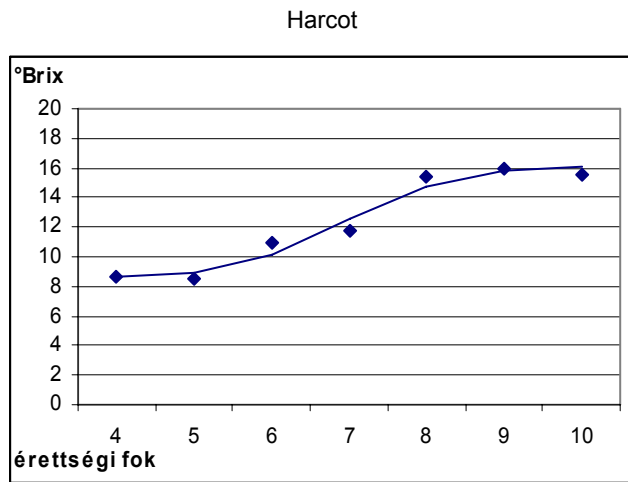
22. ábra: Vizsgált kajszifajták fruktóz mennyiségének változása a gyümölcsfejlődés és érés alatt (Soroksár, 2009)

A szorbitol az egyetlen cukoralkohol, amelyet mértünk a folyadékkromatográfiás vizsgálatok során, változását az érés alatt a 23. ábrán mutatjuk be. A szorbitol a 6. érettségi foknál emelkedett meg jelentősen mindhárom fajtánál, majd hirtelen lecsökkent és utána már nem változott a mennyisége a gyümölcsben az érés végéig. A 'Harcot' mintákban ez az emelkedés 17%-os, a 'Gönci magyar kajszii' mintákban 50%-os és a 'Bergeron' mintákban 61%-os volt. A csökkenés is markáns volt, 'Harcot' fajtánál 78%-os, 'Gönci magyar kajszii' fajtánál 82%-os, 'Bergeron' fajtánál pedig 47%-os volt. Ebben a mintavételi időszakban feltételezhető, hogy a hirtelen lecsökkenő hőmérséklet hatására változás következett be az anyagcserében, és az oxidációs és redukációs folyamatok megváltozása jelezte a gyümölcsben a stresszre adott választ (2.5. melléklet). A szorbitol mennyiségi változására az idő, fajta és kettő interakciója is szignifikáns hatással bír (15. táblázat). A szorbitol alapján a 'Harcot' és 'Bergeron' fajták hasonlóak, ezektől a 'Gönci magyar kajszii' szignifikánsan különbözik (4.4. melléklet).



23. ábra: Vizsgált kajszifajták szorbitol mennyiségének változása a gyümölcsfejlődés és érés alatt (Soroksár, 2009)

A fajták vízdoldható szárazanyag-tartalma az érés során nőtt (24. ábra). A növekedés logisztikus görbével írható le $(y = p_0 + \frac{p_1 - p_0}{1 + \exp(-p_2(x - p_3))})$. A modell paramétereit a 14. táblázatban foglaltuk össze. A modell a vízdoldható szárazanyag-tartalom növekedését 96,5%-ban magyarázza a 'Harcot' fajtánál, 99,7%-ban a 'Gönci magyar kajszi' fajtánál és 98,4%-ban a 'Bergeron' fajta esetében. A három fajta vízdoldható szárazanyag-tartalma hasonló volt a 4. érettségi állapotban. A 4. és 5. érettségi állapotban a vízdoldható szárazanyag-tartalom szignifikánsan nem változott. Az 5. és 6. érettségi fok között a 'Harcot' fajta gyümölcseiben 23%-os növekedést mutattunk ki, a 'Gönci magyar kajszi' és 'Bergeron' gyümölcseiben a növekedés kisebb, 5%-os volt. A 'Harcot' fajta gyümölcseiben a °Brix érték 25%-kal nőtt a 7. és 8. érettségi fok között, ezután a növekedés lelassult. A 'Gönci magyar kajszi' gyümölcseiben a 6. érettségi fok után szignifikáns növekedést mutattunk ki, majd a 9. és 10. érettségi állapotban lévő gyümölcsökben már nem mutattunk ki változást. A 'Bergeron' fajta esetében az ugrásszerű növekedés a 7. érettségi foktól következett be és folyamatosan nőtt. A 'Bergeron' és a 'Gönci magyar kajszi' szignifikánsan különbözött egymástól a vízdoldható szárazanyag-tartalom alapján, míg a 'Harcot' hasonlóságot mutatott az előbbi két fajtával (4.4. melléklet).



24. ábra: Vizsgált kajszifajták vízoldható szárazanyag-tartalmának (°Brix) változása a gyümölcsfejlődés és érés alatt (Soroksár, 2009)

◆ mért eredmény, — modell

14. táblázat: Vizsgált fajták vízdoldható szárazanyag-tartalmának (°Brix) növekedésére alkalmazott logisztikus modellek paraméterei, a modellekre, valamint a modellek paramétereire vonatkozó statisztikai eredmények

Harcot	Becslés	t	SL
p_0 mínusz végtelenben vett határérték	8,45	8,94	$p < 0,001$
p_1 plusz végtelenben vett határérték	16,14	18,48	$p < 0,001$
p_2 meredekségi tényező	1,40	1,96	$p < 0,01$
p_3 inflexiós pont	6,89	18,69	$p < 0,001$
$R^2 = 0,965$		$F = 376,72$	
Gönci magyar kajszli	Becslés	t	SL
p_0 mínusz végtelenben vett határérték	8,98	43,61	$p < 0,001$
p_1 plusz végtelenben vett határérték	16,81	64,91	$p < 0,001$
p_2 meredekségi tényező	1,58	7,35	$p < 0,001$
p_3 inflexiós pont	7,32	79,56	$p < 0,001$
$R^2 = 0,997$		$F = 4715,67$	
Bergeron	Becslés	t	SL
p_0 mínusz végtelenben vett határérték	8,45	16,31	$p < 0,001$
p_1 plusz végtelenben vett határérték	19,28	9,30	$p < 0,001$
p_2 meredekségi tényező	1,28	2,66	$p < 0,05$
p_3 inflexiós pont	8,50	21,63	$p < 0,001$
$R^2 = 0,984$		$F = 545,11$	

15. táblázat: A szénhidrátok ismételt méréseire vonatkozó varianciaanalízis eredményei

Cukor	Hatás	Szfericitás teljesül	Greenhouse-Geisser F	SL
szacharóz	idő	nem	8348,83	p<0,001
	idő * fajta		237,35	p<0,001
glükóz 1-10	idő	nem	7119,83	p<0,001
	idő * fajta		851,84	p<0,001
glükóz 1-5	idő	nem	7771,38	p<0,001
	idő * fajta		526,07	p<0,001
fruktóz	idő	nem	3765,40	p<0,001
	idő * fajta		2529,06	p<0,001
szorbitol	idő	nem	7501,82	p<0,001
	idő * fajta		660,85	p<0,001
vízoldható szárazanyag-tartalom	idő	nem	8338,81	p<0,001
	idő * fajta		242,35	p<0,001

Cukor	Hatás	Szóráshomogenitás	F	SL
szacharóz	fajta	2. és 5. szedésen kívül teljesül	152,41	p<0,001
glükóz 1-10	fajta	teljesül	0,82	p<0,461
glükóz 1-5	fajta	teljesül	9,14	p<0,004
fruktóz	fajta	teljesül	85,28	p<0,001
szorbitol	fajta	teljesül	8,16	p<0,006
vízoldható szárazanyag-tartalom	fajta	teljesül	4,85	p<0,029

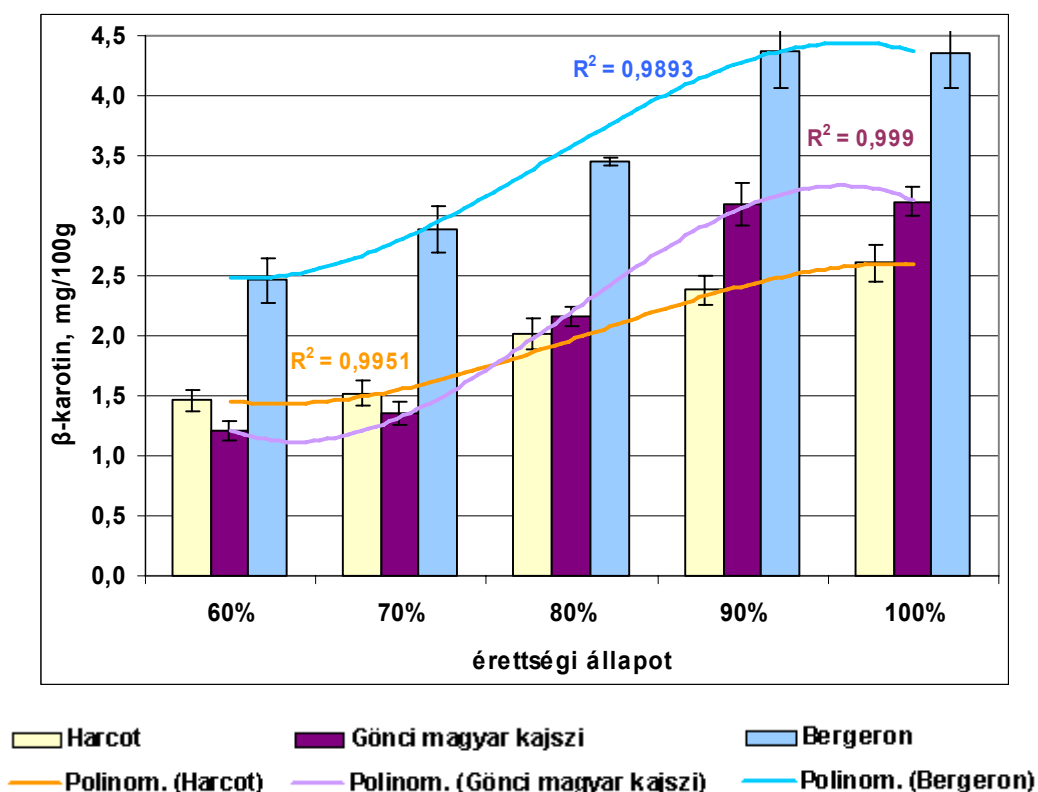
Az összes beltartalmi paramétert megvizsgálva a fajták között eltérő mértékben találtunk hasonlóságot. A glükóz- és almasav tartalom változása a 'Harcot' és 'Gönci magyar kajszii' fajtákban hasonló volt. A szacharóz és szorbitol tartalom alakulása a 'Harcot' és 'Bergeron' gyümölcsseiben analóg volt. A fruktóz- és borostyánkősav tartalom változása az érés alatt a 'Bergeron' és 'Gönci magyar kajszii' fajtáknál hasonlóképpen alakult, míg a citromsav mindegyik vizsgált fajtában különböző volt.

5.3.3 Béta-karotin tartalom változása az érés során

A fajták gyümölcsseinek β -karotin tartalom változását az érés során az 25. ábra szemlélteti. A három vizsgált fajta, valamint az egyes érettségi állapotok között jelentős különbségek

mutathatók ki. A 'Bergeron' fajta kiemelkedően magas karotin tartalommal rendelkezett a 'Gönci magyar kajszi' és a 'Harcot' fajtákhoz képest. A 'Bergeron' fajta gyümölcseiben már igen korán, a 60%-os érettségnél magas β -karotin tartalmat mértünk (2,46 mg/100g). Az érés során ez a markáns különbség megmaradt. 100%-os érettségnél a 'Bergeron' a 'Harcot' fajtánál 40%-kal, a 'Gönci magyar kajszi' fajtánál 29%-kal magasabb β -karotin tartalommal rendelkezett. A 'Harcot' és 'Gönci magyar kajszi' fajták gyümölcseiben 60-80%-os érettségben hasonló mennyiséget mértünk, majd ezután a magyar fajtában ugrásszerűen emelkedett a β -karotin tartalom a kanadai fajtaéhoz képest, 90%-os érettségben 24%-kal több β -karotint mutattunk ki.

Az érés alatt mindhárom fajtánál egyenletes növekedés írható le, mely az érési folyamat végén tetőződött. A 90 és 100%-os érettségben lévő gyümölcsök között nem volt szignifikáns különbség, tehát a fogyasztói érettségre már elérte a legtöbb fajta a rá jellemző β -karotin tartalmat. A 80 és 90%-os érettség között még kimutatható különbség volt. Az ipari feldolgozásra alkalmas érettségi állapotban lévő 'Gönci magyar kajszi' és a 'Bergeron' fajták gyümölcsei közel 20%-kal alacsonyabb karotin tartalommal rendelkeztek, mint a friss fogyasztásra szedett gyümölcsök. A 'Harcot' fajtánál kisebb volt a különbség, 2,02 mg/100g-ról 2,38 mg/100g-ra nőtt, ez 16%-os növekedést jelent.

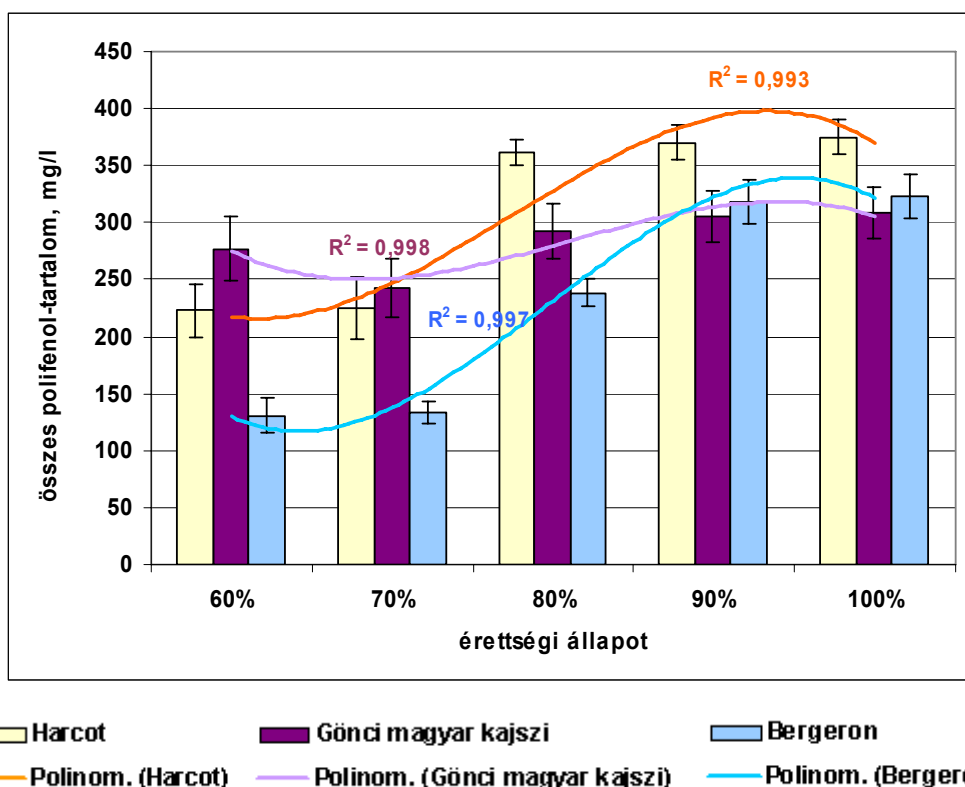


25. ábra: Három kajszifajta gyümölcseinek β -karotin tartalmának változása az érés alatt (2010)

5.3.4 Polifenol-tartalom változása az érés során

A béta-karotin vizsgálathoz hasonlóan, megmértük a három kajszifajtának az összes polifenol-tartalmát is az érés alatt (26. ábra). A fajták között szignifikáns különbséget találtunk. Kiemelkedően magas értéket mértünk a 'Harcot' fajta gyümölcsében (370,02 mg/l), mely 18%-kal több, mint a 'Gönci magyar kajsziz' és 14%-kal nagyobb, mint a 'Harcot' fajta 90%-os érettségű gyümölcsében kimutatott értékek. A 60 és 70%-os érettségben a 'Gönci magyar kajsziz' gyümölcsében több polifenol-tartalmat állapítottunk meg, mint a 'Harcot' mintáiban. A 'Gönci magyar kajsziz' gyümölcsei már 60%-os érettségben is magas polifenol-tartalommal rendelkeztek, amely később alig, vagy csak kismértékben növekedett. A 'Bergeron' gyümölcsében volt a legalacsonyabb a polifenol-tartalom, a 60%-os érettségi állapotú gyümölcsökben a 'Gönci magyar kajsziz' fajtánál 48%-kal, a 'Harcot' fajtánál pedig 33%-kal kisebb értéket mértünk. A 90%-os érettségi állapotban azonban a 'Bergeron' utolérte a magyar fajtát, mert közel azonos mennyiségben volt jelen mindkét fajtában polifenol. Az utolsó három érettségi állapotban (80 - 100%) a 'Gönci magyar kajsziz' és 'Harcot' fajták mintáiban nem mutattunk ki nagy változást, a 'Bergeron' fajtánál a 90 és 100%-os érettségi állapotokban már azonos mennyiséget mértünk.

A felhasználás szempontjából fontos érettségi állapotok (80 és 90%) között kimutatható különbséget egyedül a 'Bergeron' fajtánál tapasztaltunk, amelynél a 90%-os érettségben 25%-kal több polifenol-tartalom volt kimutatható. A 'Harcot' és 'Gönci magyar kajsziz' fajták 80 és 90%-os érettségi állapotú gyümölcsei között nem tapasztaltunk markáns különbséget. Összességében elmondható, hogy az összes polifenol-tartalom az érés során nőtt a 'Harcot' és 'Bergeron' fajtáknál, a 'Gönci magyar kajsziz' fajtánál ez a növekedés kicsi volt.



26. ábra: Három kajszifajta gyümölcseinek polifenol-tartalmának változása az érés alatt (2010)

Új tudományos eredmények

1. Öt kajszifajta különböző típusú termővesszőkön történő virágrügyfejlődésének fenológiai folyamatát írtam le részletesen és elemeztem három évjáratban egy magyarországi termőhelyen.
2. Elvégeztem egy kiemelt fontosságú kajszifajta virágrügyfejlődésének részletes szövettani elemzését.
3. Pollenmorfológiai vizsgálattal a pollen formája, az exine redőzöttségének mintája és a pollen felülete, mint eddig nem ismert fajtulajdonság alapján csoportosítottam tíz kajszifajtát.
4. Kimutattam két abiotikus stressztűrés szempontjából fontos antioxidáns enzim (peroxidáz, polifenol-oxidáz) aktivitásának változását, valamint a különböző cukor komponensek mennyiségi változását különböző fagyűrésű kajszifajták virágrügyeiben a téli nyugalmi időszak során.
5. Matematikai modellekkel írtam le három különböző érési idejű kajszifajta fizikai paramétereinek, cukor és sav összetevőinek változását a gyümölcsfejlődés és érés során.
6. A munka során megtörtént a humán táplálkozás szempontjából két fontos antioxidáns, a béta-karotin és a polifenol mennyiségi változásainak kimutatása az érés során kajszifajták gyümölcseiben.

6 AZ EREDMÉNYEK MEGVITATÁSA, KÖVETKEZTETÉSEK

6.1 Virágrügyfejlődés, pollen morfológia

A mérsékelt égövi lombhullató fák, így a kajszi is ősszel nyugalmi állapotba kerülnek. A megfelelő fagyűrész kialakulásának és a rendszeres terméshozásnak is elengedhetetlen feltétele a téli rügynyugalom hiánytalan lefolyása. A nemesítés egyik célja a fagyűrész képesség növelése, a virágzás késleltetése. Ehhez fontos ismernünk, hogy pontosan hogyan zajlik le a folyamat a virágrügyekben.

A kutatásaink során öt különböző érési idejű kajszifajta virágrügyeinek előnyugalmát tanulmányoztuk egymást követő három évben. A vizsgált fajták érési sort alkotnak. Megállapítottuk, hogy a különböző fajták előnyugalma hasonló dinamikát mutat, a rövid és hosszú termőrészekben található virágrügyek előnyugalmának fejlődési üteme között különbség van. Tromp (2005a) szerint a rügyek az előnyugalomból a mélynyugalomba nyár közepén kerülnek át, azonban nem említi, hogy mely fajnál. Megállapítottuk, hogy a vizsgált kajszifajták előnyugalma szeptember végéig tart. A virágrügy-differenciálódás első látható jele a hajtástenyészőkúp ellaposodása. A vizsgált fajták közül a legkorábbi fajta, a 'Ceglédi bíborkajszi' virágrügyeiben augusztus elején történt meg a vegetatív fázisból a generatív fázisba való átment. Molnár (1962) Magyarországon végezte vizsgálatait, szerinte a kajszi virágrügy-differenciálódásának kezdete július végén van. Nyujtó és Surányi (1981) is vizsgálta a virágrügy-differenciálódást 1976 és 1977 között. A kutatásuk során a csészelevél-kezdemények fejlődése július végén kezdődött a 'Ceglédi bíborkajszi' fajtánál, és a kései virágzású 'Kécskei rózsza' fajtánál pedig augusztus elején. A hasonló 'Rózsakajszi C.1406' fajta virágrügyeiben a hajtástenyészőkúp ellaposodása augusztus közepén már megtörtént mindhárom vizsgált évben. Tufts et al. (1925) tanulmánya szerint a 'Royal' fajtánál mutatkozott meg legkorábban az első stádium, augusztus 10-én. Walker (1917, cit. Tufts et al., 1925) megfigyelése szerint ez augusztus 4-én bekövetkezett 1915 évben, valamint augusztus 10-én 1916-ban. Wiggans (1923, cit. Tufts et al., 1925) kutatásaiban szintén augusztus 10-ét jelölte meg az első időpontnak 1922-ben a 'Royal' fajta esetében. Elmanov (1961) vizsgálatai alapján a virágrügyekben a szervek képződése augusztus második felében kezdődik, azaz a hőmérsékleti maximum után. Albuquerque és munkatársai (2003) nem említenek konkrét időpontot, azonban a publikációjukban a csészelevél-kezdemények és a korai szíromlevél-kezdemények megjelenésének időpontjául augusztust jelölik meg. Brown és Abi-Fadel (1952) szerint a virágrügyek fejlődése a hosszú és rövid termőrészekben hasonló ütemben zajlik, azonban mi kimutattuk, hogy a rövid termőrészekben hamarabb indul el a virágrügyek fejlődése 2-4 nappal. Alátámasztja ezt Guimond és munkatársainak (1998) vizsgálata, mely szerint a virágrügyek

mérete és fejlődése eltérő a különböző termőrészeken. Julian et al. (2011) 'Moniqui' fajta rügynyugalmát vizsgálták Spanyolországban. A virágrügy-differenciálódás kezdete augusztusban volt, és a porzó már a hónap végére megjelent.

Az áttelelő szervek mélynyugalmának kezdetét és végét sokféle, és sokszor egymásnak ellentmondó módszerrel próbálták meghatározni. Ezért célunk volt a mikrosporogenezis folyamatának meghatározása a vizsgált fajtáknál. Megállapítottuk, hogy az érési idő alapján felállított fajtasort követi a mikrosporogenezis üteme is. A hosszú és rövid termőrészeken található virágrügyek fejlődése között jelentős különbséget mutattunk ki, hasonlóan Szalay (2006) vizsgálataihoz. Julian és kollégái (2010) rövid és hosszú termőrészeken végzett mérések alapján megállapították, hogy ugyannyiban az időpontban a nyársakon nagyobb tömegűek a virágrügyek, azaz a fejlődésük korábban indult meg. Három éves megfigyeléseink alapján megállapíthatjuk, hogy a folyamat egyes fázisai fokozatosan mentek át egymásba, és az átmeneti időszak egy-egy virágrügyön belül is hosszú időt vett igénybe. Az évek között a mikrosporogenezis ütemét illetően szignifikáns különbséget mutattunk ki, hasonlóan Szalay és munkatársai (2008) eredményeihez. 2008 januárjában a külső hőmérséklet fagypont fölé emelkedett, így a rügyfejlődés felgyorsult. A füzérállapot a 'Ceglédi bíborkajszi' fajtánál már január első hetében megjelent. A vizsgált években és fajtáknál a füzér állapot átlagosan 7-10 napig tartott. Szalay et al. (1997) 1996-ban és 1997-ben követte nyomon a mikrosporogenezist hosszú termővesszőkön, a vizsgált években lényegesen hosszabb ideig tartott a füzér állapot. Viti és Monteleone (1991) olasz kajszi fajták mikrosporogenezisét vizsgálták két éven át, a tetrádok már igen korán, január közepén - február elején kialakultak. Scalabrelli és munkatársai (1991) és Bartolini és Viti (1999) is hasonlóról számolt be. Julian et al. (2011) 'Moniqui' fajtánál úgy találta, hogy a meiózis gyorsan, egy hét alatt végbement. Pérez-Pastor és munkatársai (2004) 'Bulida' fajta fenológiai fejlődését követték nyomon, mely szerint a mélynyugalom február 15-ig befejeződött, amelyet a BBCH skála szerint határoztak meg. Albuquerque és munkatársai (2003) leírják, hogy februárra már teljesen kifejlett polleneket találtak, azonban a mikrosporogenezist részletesen nem vizsgálták. A külföldi eredmények, különösen a mediterrán térségben végzett vizsgálatok eredményei nehezen hasonlíthatók össze a mi eredményeinkkel, mert más fajtákat más ökológiai körülmények között vizsgáltak.

Az archesporiális sejtek pollenné fejlődése során a fénymikroszkópos megfigyelések mellett elektronmikroszkópos vizsgálatokat is végeztünk a 'Gönci magyar kajszi' fajtánál. A szövet- és sejttani vizsgálatok során készült felvételeken jól nyomon követhető a virágrügyek fejlődése. A pollenanyasejtek citoplazmájában feltűnően sok mitokondrium található. A tapétális sejtekben néhol több sejtmag is megfigyelhető. Az endotécium speciális sejtfalvastagodásának még nincs jele ebben az állapotban, mely később alapvető szerepet fog játszani a portok

felnyílásában. A pollenanyasejtekből képződő tetrádok nem feltétlenül egyformák, némelyik lemarad a fejlődésben és később elhal. A tapétum sejtek szétesése elkezdődik, majd a pollen állapotra már teljesen felszívódnak. A fejlődő pollen kezdetben egysejtű. Később mitotikus osztódással létrejön a generatív és vegetatív sejt, megjelenik az endotécium sejtjeinek speciális sejtfaelvárosodása. Nyujtó és Banainé (1975) vizsgálatai szerint a két sejtmagvas állapot megjelenésének ideje függ a fajtától.

Vizsgálatokat végeztünk tíz kajszi fajta pollenjein. Két különböző pollen típust határoztunk meg, a prolát elliptikus alakút, valamint a szub-oblát háromszögletűt. Mindkét típus apertúra alakja trikolpát. Jellemző a striát pollenfelszín-mintázat. A vizsgált fajták közül kettő pollenje, a 'Ceglédi Piroska'-é és a 'Bergeron'-é lapított háromszög alakú volt. Dezhong és kollégái (1995) 78 kajszi fajta vizsgálata után arról számolnak be, hogy a pollenek között túlsúlyban van az ovális alak és csak elenyészően fordul elő háromszögletű. Ezzel szemben Arzani és munkatársai (2005) szerint a háromszögletű forma fordul elő gyakrabban. Gilani és kollégái (2010) a kajszi pollenjét háromszögletű, enyhén lapított formájúnak írják le. Asma (2008) török fajtákon végzett vizsgálatai alapján leírja, hogy a kajszi pollenek hosszúságú elliptikus formájúak. Evrenosoğlu és Misirli (2009) *Rosaceae* családba tartozó gyümölcsfajokat vizsgált. Leírja, hogy az összes faj a prolát típusba tartozik, kivéve a kajszi, amely trikolpát szub-oblát háromszögletű pollen típussal rendelkezik. A 'Tokaloğlu' és 'Tyrinthe' fajtákat vizsgálták. Hebda és Chinnappa (1990) szerint a *Prunus* nemezséget a lapított háromszögletű formájú pollennel jellemzi. Doroftei és kollégái (2010) négy román fajtajelöltet vizsgáltak, mindkét forma előfordult. Zamani et al. (2010) *Pyrus* fajoknál említenek hasonlót, azaz egy fajon belül többféle pollen alak is előfordulhat.

6.2 Virágrügyek fagyűrése, stressz enzimek és a felhalmozódó szénhidrátok szerepe

A kajszi áttelelő szervei közül a virágrügyek a legfagyérzékenyebbek, így azok vizsgálata alapján meghatározható a fajták fagyűrése. Ezért fektettünk hangsúlyt a virágrügyek vizsgálatára. Három fajta ('Ceglédi bíborkajszi'; 'Gönci magyar kajszi'; 'Rózsakajszi C. 1406.') virágrügyeiben vizsgáltuk a peroxidáz és a polifenol-oxidáz enzimek aktivitásának változását. A három vizsgált fajta különböző fagyűrő képességgel rendelkezik. A fajták és az évjáratok között szignifikáns különbséget tapasztaltunk. Az enzimek aktivitásának változása szoros kapcsolatban áll a külső hőmérséklettel, illetve az edződési folyamatokkal. A december-januári lehülésekre a fagyérzékeny fajta virágrügyeiben csökkenést tapasztaltunk. Ekkorra a közepesen fagyűrő és a fagyűrő fajták virágrügyei már megfelelő edzettséggel bírtak, mindkét fajta virágrügyeiben enyhén nőtt a peroxidáz enzim aktivitása. A hőmérséklet növekedésével párhuzamosan a virágrügyek fagyűrése csökkenni kezdett. A polifenol-oxidáz enzim aktivitása ellentétes

tendenciát mutatott a peroxidáz enzim aktivitással a fagyűrő és közepesen fagyűrő fajták esetében. Eleinte a hőmérséklet csökkenésére a fajták csökkenő polifenol-oxidáz aktivitással reagáltak. Ezután a december-januári lehülésre a fagyűrő fajta már polifenol-oxidáz enzimaktivitás emelkedéssel reagált, míg a fagyérzékeny fajtánál nem tapasztaltunk változást. Szalay és munkatársai (2005) hasonló tendenciát mutattak ki polifenol-oxidáz aktivitásában őszibarack fajták virágrügyeiben a téli nyugalom alatt. Melo és munkatársai (2006) kávéval végzett kísérletei során igazolták, hogy a polifenol-oxidáz aktivitása megnőtt mechanikai sérülés következtében. Pakkish et al. (2009) pisztácia virágrügyeinél mutatta ki, hogy a peroxidáz aktivitása az 'Akbari' fajtánál novembertől januárig nőtt, amikor a legalacsonyabb volt a hőmérséklet, akkor volt a legmagasabb a peroxidáz aktivitása. Ezzel szemben a 'Kalle-Ghuchi', 'Owhadi' és 'Ahmad-Aghai' fajták virágrügyeiben januárban lecsökkent, majd ezt követően nőtt meg az aktivitás. A polifenol-oxidáz aktivitása mind a négy fajtánál hasonlóan alakult. Zhi-you et al. (2003) NJ72 nektarin virágrügyekben mértek peroxidáz aktivitását, a rügyeket három hőfokon kezelték. A legmagasabb aktivitást a legalacsonyabb hőmérsékleten mérték, hasonlóan a mi vizsgálatainkhoz. Mélynyugalomban lévő szőlő rügyek peroxidáz aktivitása 35%-kal nőtt meg a fagy hatására (Nir et Lavee, 1993). Szecskó és munkatársai (2002) szilva alanyokkal végzett vizsgálataik során a peroxidáz enzimaktivitásának növekedéséről számolnak be, amikor a külső hőmérséklet csökkent.

A virágrügyekben a téli nyugalom során a szénhidrát-tartalom a külső hőmérséklet hatására változott. A szénhidrát-tartalom a lehülés hatására megemelkedett. A fagyűrő fajta virágrügyeinek szénhidrát-tartalmának változása a peroxidáz enzim aktivitásának változásával ellentétes tendenciát mutatott. A szénhidrátok közül a legdinamikusabban a szacharóztartalom változott. A glükóz, fruktóz és szorbitol mennyiségének alakulása a tél során hasonló tendenciát mutatott. A külső hőmérséklet csökkenésével párhuzamosan megfigyeltük a glükóz, fruktóz és szorbitol felhalmozódását a virágrügyekben. Pedryc és munkatársai (2006) vizsgálatai során csekély mértékű glükóz és fruktóz koncentráció változást mutattak ki a tél során a 'Zard' És 'Cafona' fajták virágrügyeiben, mi a vizsgálataink során dinamikusabb változást tapasztaltunk más fajtáknál. Jones és munkatársai (1999) hasonló tendenciát mutattak ki szőlőnél, valamint szamócánál szacharóz tekintetében Paquin és kollégái (1989) is. Kivétel enyhén emelkedő cukor koncentrációt mutatott ki Richardson et al. (2010) a téli enyhe lehülés eredményeként Új-Zélandon. Bonhomme és munkatársai (2005) őszibarack virágrügyeit vizsgálták, s úgy találták, hogy a szacharóz és a szorbitol is dinamikus emelkedik a decemberi lehülés eredményeként. A többi komponenst nem mérték. Marquat et al. (1999) őszibarack hajtásrügyek cukortartalmát vizsgálták, és a szacharóz dinamikus változásáról számolnak be a téli rügynyugalom alatt, azonban nem közölték a külső hőmérséklet változását. Maurel et al. (2004) külön vizsgálta

őszibarack virágrügyeiben a merisztematikus zónát, amelyben a januári lehülés után a szacharóztartalom megemelkedett, a szorbitol csökkent, hasonlóan a mi eredményeinkhez. A növény reakciója azonban nem olyan feltűnő, mintha az egész rügyet vizsgáljuk. Ito et al. (2002) japán körte rügyeiben vizsgálta a cukorkoncentrációt, azonban nem a fagyútással összefüggésben. A fruktóz és glükóz mennyiségének változása hasonló lefolyású volt, a szorbitol különbözött.

6.3 Gyümölcsfejlődés során bekövetkező változások, a vizsgálatba vont fajták beltartalmi paraméterei

Fontos az érés során az egyes beltartalmi komponensek változásának nyomon követése a friss piacra, illetve a feldolgozó ipar számára optimális szedési időpont meghatározásához. Különböző felhasználási célhoz eltérő hússzilárdság, valamint eltérő sav-cukor arány kívánatos. A fajták variabilitása beltartalmi értékek szempontjából igen jelentős.

A gyümölcsök méretét négy paraméter jellemzi, a szélesség, vastagság, magasság és a tömeg. A paraméterek időbeli változásai két egymáshoz fűzött logisztikus görbével írtuk le. Bureau et al. (2009), Farina et al. (2010) és Durmaz et al. (2010) csak a tömeget mérte, hasonló eredményeket tapasztaltak. Szalay (2003b) a gyümölcs átmérőjének változását szintén logisztikus görbével jellemzi. A többi gyümölcsméret jellemzőt azonban nem vizsgálták eddig.

Vizsgálataink során elvégeztük a szerves savak detektálását három fajtánál az érés alatt, valamint összehasonlító értékelést végeztünk tizenöt fajtával. A meghatározó szerves savak a kajszii gyümölcsben az alma-, citrom- és borostyánkősav volt. Az alma- és borostyánkősav változását inverz modellel írtuk le az érés alatt. A citromsav az első három időpontban lecsökkent, majd enyhe növekedést követően közel állandóvá vált. Bureau és munkatársai (2009) 'Bergeron' fajtánál az érés során az almasav tartalom csökkenéséről számolnak be, mely egyezik vizsgálati eredményeinkkel. A citromsav tartalom a mérések alapján folyamatosan növekedő tendenciát mutatott, majd az utolsó szedési időpontban hirtelen lecsökkent. Ezt a megállapítást vizsgálataink nem támasztották alá. Hasonlóan Durmaz et al. (2010) hét szedési időpontban végzett vizsgálataihoz, ahol szintén a citromsav tartalom a gyümölcsökben először egyenletesen növekedett, majd egyenletesen lecsökkent. Az almasav tekintetében eredményeik hasonlóak.

Souci et al. (2008) tápanyagtáblázatban közölt adatok szerint a kajsziban az almasav tartalom 700 - 1300 mg/100g, azonban nem tesznek említést arról, hogy ez az érték milyen érettségi állapotú kajszira jellemző. Az általunk vizsgált fajták almasav tartalma 90 és 100%-os érettségben a megadott határértékek között található. A táblázatban megadott citromsav intervallum 140 - 700 mg/100g között mozog, a borostyánkősav pedig átlagosan 10 mg/100g. A

vizsgált fajták citromsav tartalma 90%-os érettségben a 'Harcot' (1111,85 mg/100g) kivételével a határértékek között voltak. A kimutatott borostyánkősav mennyiség többszöröse volt a táblázatban leírt mennyiségnek. Bassi és Selli (1990) vizsgálták a 'Harcot' és a 'Magyar kajszii' fajtákat Olaszországban. A fogyasztói érettségben lévő mintákból hasonló citromsav tartalmat mértek, azonban almasavból magasabb értéket mutattak ki. Vizsgálati eredményeinkhez viszonyítva Štampar és kollégái (1999) 'Harcot' fajtánál közel kétszeres almasav tartalmat (2140 mg/100g) mutattak ki. Az általuk vizsgált gyümölcsök érettségét fogyasztói érettségként határozták meg. Több kutatócsoport is vizsgálta a savtartalmat (Lo Voi et al., 1994; Hasib et al., 2002; Akin et al., 2008). A gyümölcsök szerves sav tartalma nemcsak a fajtától, hanem a termőhelytől és az évjáratától is nagymértékben függ, ezért nehéz az összehasonlítás a többi kutatócsoport eredményeivel.

A titrálható savtartalom az érés során csökkenő tendenciát mutatott, hasonlóan Farina et al. (2010) és Durmaz et al. (2010) vizsgálataihoz. Kader (1999) a kajszii gyümölcsben maximum 0,8 titrálható savtartalmat tart a megfelelő íz kialakulásához. Természetesen ez az érték változhat a fogyasztói szokásoknak megfelelően.

A cukor komponensek közül a szacharóz mennyiségének növekedését logisztikus görbével írtuk le mindegyik vizsgált fajtánál. A glükóz változását két szakaszra osztottuk, az első szakaszban másodfokú görbe jellemző, a második szakaszban kevésbé jelentős a változás. Kisebb ingadozás ugyan előfordul a környezeti tényezők miatt, de alapvetően nem változik szignifikánsan. A fruktóz- és szorbitoltartalom alakulását nem tudtuk leírni egy meghatározott modellel. A fruktóztartalom kisebb ingadozással azonos szinten mozgott, a szorbitoltartalom pedig enyhén csökkent az érés során. Génard et al. (2006) szintén modellezte a cukor felhalmozódást a gyümölcsnövekedés időszakában a 'Bergeron' fajtánál. A szacharóz-, glükóz- és fruktóztartalom változását is inverz görbével jellemezte. Kevés minta alapján határozta meg, így kevésbé pontos. Bureau et al. (2006) 'Bergeron' fajta beltartalmát vizsgálták az érés során, szintén tíz szedési időben. A glükóztartalmat változatlanul írják le, a fruktóz enyhén növekedő tendenciát mutatott, a szacharóztartalom először enyhén, majd ugrásszerűen megnőtt. A szacharóztartalom felhalmozódásának menetében hasonló eredményeket kaptunk, azonban a glükóztartalom csak az érési idő második felében volt konstans. A fruktóztartalom az érés alatt ingadozó volt. Durmaz et al. (2010) 7 szedési időben vizsgálta török fajták szacharóz-, fruktóz- és glükóztartalmát. Adataik alapján a szacharóz és fruktóz növekedése logisztikusnak, a glükóztartalom növekedése pedig lineárisnak tekinthető.

A Souci et al. (2008) tápanyagtáblázat alapján a szacharóztartalom a kajszii gyümölcsökben 3600 – 5980 mg/100g között mozog. A szakirodalomban nem jelzik, hogy ez a mennyiség milyen érettségi állapotú gyümölcsre jellemző. Mindhárom általunk vizsgált fajta 90%-os

érettségi állapotú, azaz fogyasztói érettségi állapotú gyümölcsben mért szacharóz mennyiség ezt az értéket meghaladta. A glükóztartalmat 950-2880 mg/100g tartományban adják meg, a kajszi átlagosan jellemző 1730 mg/100g. Az általunk vizsgált fajták átlagos glükóztartalommal rendelkeznek. A vizsgált fajtákban alacsonyabb fruktóz- és szorbitoltartalmat mutattunk ki, mint a táblázatban közölt adatok. Nagyon hasonló értékeket közölnek Holland és munkatársai (1992) is.

Számos kutató vizsgálta a kajszi gyümölcs beltartalmát, azonban méréseiket többségben fogyasztói érettségi állapotú gyümölcsökön végezték, mely az általunk 90%-osnak meghatározott érettségi állapottal hasonlítható össze. Štampar és kollégái (1999) 'Harcot' gyümölcsében közel azonos szacharóz mennyiséget mértek, mint mi. Glükózt és fruktózt magasabb értékben mutattak ki. Guerrieri és munkatársai (2001) fajtaösszehasonlító értékelést végeztek. A 'Harcot' fajta gyümölcsében magasabb szacharóztartalmat mértek. Bassi és Selli (1990) szintén fogyasztói érettségben lévő 'Harcot' és 'Magyar kajszi' fajták vizsgálata során a 'Harcot' esetében hasonló, a 'Magyar kajszi' esetében alacsonyabb szacharóz mennyiséget határoztak meg, a fruktóz és glükóz tartalom szinte azonos volt az általunk kimutatott értékekkel, azonban sokkal több szorbitolt mutattak ki.

Más kajszi fajtáknál és termőterületen több kutatócsoport is vizsgálta a cukortartalmat, azonban ezek helyi fajták, így nem hasonlíthatók össze a mi adatainkkal (Lo Voi et al., 1995; Akin et al., 2008, Paydaş et al., 2010).

A vízdoldható szárazanyag-tartalom nőtt az érés alatt. Ezt Durmaz et al. (2010) hét szedésben és Farina et al. (2010) három szedésben végzett méréseik során is kimutatták. Kader (1999) minimum 10°Brix értéket tart elfogadhatónak jó ízhez. Légyártásban az alsó határ 10,2 °Brix (AIJN, 1997). Ezt az értéket az általunk vizsgált fajták meghaladták. Miguel et al. (2008) hasonló °Brix értékeket kaptak portugál fajtáknál. Drogoudi et al. (2008) Görögországban 'Harcot' gyümölcsében 13,6 °Brix értéket mutattak ki. Ennél magasabb értéket mértünk. A vízdoldható szárazanyag-tartalom jelentősen függ az időjárástól. Aubert és kollégái (2010) szerint a tárolás során a vízdoldható szárazanyag-tartalom enyhén nő (9,7 – 10,5 °Brix; 'Bergeron' fajta).

A β -karotin tartalom változását is megvizsgáltuk a 'Harcot', 'Gönci magyar kajszi' és 'Bergeron' fajtáknál az érés során. Mindhárom fajtánál igazoltuk, hogy az érés előrehaladtával a karotintartalom nő. A Souci-Fachmann-Kraut (2008) tápanyagtáblázat alapján a kajszi β -karotin tartalma 0,6 és 6,4 mg/100g tartomány közé esik. Az általunk vizsgált fajták gyümölcsének β -karotin tartalma ezzel az értékkel megegyezik. Curl (1964 cit. Kläui and Bauernfeind, 1981) szerint a kajsziiban 2,1 mg/100g β -karotin található. Holland et al. (1992) tápanyagtáblázatuk szerint mindössze 0,405 mg/100g β -karotin van a kajsziiban. Hart és Scott (1995) a kajsziiban 1,76 mg/100g karotint mutatott ki. Dragovic-Uzelac és munkatársai (2007) 'Magyar kajszi' fajta

karotin tartalmát vizsgálták két régióban, három érettségi stádiumban (éretlen, középérett és fogyasztói érettség). 0,176 mg/100g és 1,376 mg/100g között mutattak ki β -karotint. Ezt az azonos fajtakörbe tartozó 'Gönci magyar kajszzi' meghaladta a mi vizsgálatunkban. Bureau és kollégái (2009) vörös kajszzi antocián és β -karotin tartalmát követték nyomon az érés során. Mindkét vizsgált fajtajelölt esetében a karotin tartalom alacsony értéken (0,5 és 1,5 mg/100g) mozgott, az általunk vizsgált sárga típusú fajták többségét nem közelítette meg. Sass-Kiss és kollégái (2005) a 'Gönci magyar kajszzi' fajtánál 3,11 mg/100g β -karotin tartalmat mutattak ki. Vizsgálataink során kimutattuk, hogy a 'Gönci magyar kajszzi' fajta ezt az értéket 90%-os érettségben éri el. Kurz et al. (2008) teljes érettségben lévő 'Bergeron' gyümölcsökben 2,44 – 2,53 mg/100g β -karotint mutatott ki Németországban. Vizsgálataink során a 60%-os érettségi állapotú 'Bergeron' gyümölcsben 2,46 mg/100g β -karotint mutattunk ki. Ez igazolja, hogy a földrajzi elhelyezkedés is befolyásolja a karotintartalmat. Drogoudi és kollégái (2008) 29 fajtát és hibridet vizsgált meg Görögországban. Fogyasztói érettségben lévő 'Harcot' gyümölcsökben hasonló béta-karotin tartalmat mutattak ki. Számos kutatócsoport vizsgálta a β -karotin tartalmat a kajsziban. A publikációk többségében nem említik, hogy milyen érettségi állapotban voltak a vizsgált gyümölcsök, pedig vizsgálataink szerint a beltartalmi értékek, így a β -karotin tartalom is folyamatosan változik az érés során.

Vizsgáltuk a polifenol-tartalom változását is az érés alatt. Az érés alatt a 'Harcot' és 'Bergeron' fajták mintáiban növekvő összes polifenol-tartalmat igazoltunk. A 'Gönci magyar kajszzi' fajtánál kevésbé jelentős a növekedés. Ezzel szemben Dragović-Uzelac et al. (2007) arról számol be, hogy a polifenol-tartalom az érés során csökken. Leccese és munkatársai (2008) is vizsgálták az összes polifenol-tartalmat különböző érési idejű csoportoknál (korai, közepes és késői érésű). A legmagasabb értéket a késői érésű csoportnál mutatták ki, hasonlóan Hegedűs és munkatársaihoz (2010). Az általunk vizsgált fajtáknál ezt nem tudtuk igazolni. A 'Harcot' korai érési idejű, mégis a legmagasabb polifenol-tartalommal rendelkezett. Drogoudi és munkatársai (2008) Görögországban fogyasztói érettségben lévő 'Harcot' fajta gyümölcseiben tízszer több polifenol-tartalmat mértek kísérleti adatainkhoz viszonyítva. Ebből következik, hogy a termőhely jelentősen befolyásolja a kajszii összes polifenol-tartalmát.

7 ÖSSZEFOGLALÁS

A mérsékelt égövi csonthéjas gyümölcsfajok közül a kajszi a harmadik helyen áll. A világ kajszi termése 3,8 millió tonna évente, ebből 85 000 tonna kerül feldolgozásra. A kajszitermés legnagyobb részét, 60%-ot Ázsiában termelik meg, 23%-ot Európában, 12%-ot pedig Afrikában. Amerikában 6%-os, Ausztráliában 2%-os kajszitermeléssel számolhatunk (FAO, 2009). Közel 60 országban termesztnek kajszit, ebből a mediterrán klíma alatt a legproduktívabb. Magyarországon 30-40 ezer tonna körül ingadozik a termésmennyiség évente. Mivel a kajszi Magyarországon nem őshonos gyümölcsfaj, és hazánk a termeszthetőség északi határán fekszik, ezért termesztése nehezebb feladat a nálunk megszokott hideg telek, illetve ingadozó tavaszi időjárás miatt, mint az itt őshonos gyümölcsfajoké. Az alacsony hőmérséklet a reproduktív fejlődés során okozhat számos problémát, melynek következtében kevés lesz a termés. Ahhoz, hogy a termelés kockázatát csökkentsük és a piaci pozíciónkat megerősítsük fontos a folyamatos kutató-, fejlesztőmunka ezen a területen. Kiemelt feladatnak tekinthető a megfelelő fajták kiválasztása friss piacra és a feldolgozó ipar számára. Mivel az utóbbi időben a fogyasztók magas minőségű funkcionális élelmiszereket igényelnek, ezért fontos megvizsgálni a fajtákat a feldolgozás szempontjából is.

A fentiek tükrében célul tűztük ki a kajszi rügynyugalma során lejátszódó fenológiai, enzimátikus, raktározási folyamatok, illetve a morfológiai változások részletesebb megismerését. Laboratóriumi módszerekkel vizsgáltuk a virágrügyek fagyállóságának változását a téli nyugalmi időszak alatt. Részletesen tanulmányoztuk a kiválasztott fajták gyümölcsfejlődését és érési folyamatait, meghatároztuk a legfontosabb beltartalmi és egészségvédő értékek változását az érés során.

A vizsgálatokhoz a mintákat a Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar Gyümölcstermő Növények Tanszék soroksári kísérleti ültetvényéből gyűjtöttük. Kutatómunkánk egyik fő célkitűzése a kajszifajták stressztűrését és környezeti alkalmazkodóképességét meghatározó fenológiai, növényélettani és biokémiai folyamatok, valamint morfológiai jellemzők részletes vizsgálata volt. A téma vizsgálatához öt fő kajszifajtát választottunk ki a szakirodalmi adatok és a Gyümölcstermő Növények Tanszék munkatársainak korábbi kutatási eredményei alapján. A fajták érési sort alkotnak. A pollen morfológiai vizsgálatokhoz további fajtákat is vizsgálatba vontunk.

A virágrügyek előnyugalmának tanulmányozása során öt fejlődési szakaszt különítettünk el: hajtástenyészőkúp ellaposodása, csészelevél-kezdemények kialakulása, szíromlevél-kezdemények kialakulása, porzók képződése és a termő kialakulása. A virágrügyek belső szöveti szerkezetét tekintve a fajták között lényeges morfológiai különbségeket nem találtunk az előnyugalmi szakaszban. A virágrügyfejlődés ütemét alapvetően a fajta öröklött tulajdonságai határozzák meg,

amelynek tényleges kifejeződését a hőmérséklet és más környezeti tényezők nagymértékben befolyásolnak. A vizsgált fajták, termőrész típusok, valamint az évjáratok között jelentős különbséget tapasztaltunk a virágrügyfejlődés ütemében az előnyugalom során. A rövid termőrészeken korábban indult el a fejlődés. Az előnyugalmat követően a mélynyugalom során a fejlődés lelassul, szinte megáll. A virágrügyek mélynyugalmának végét a portokokon belüli szöveti differenciálódás jelzi, melynek első állomása a füzér állapot. Ezután a virágrügyek kényszernyugalomba kerülnek. A mikrosporogenezis vizsgálatával tehát nyomon követhető a kényszernyugalom alatti fejlődés. A hosszú és rövid termőrészeken lévő virágrügyeken belüli pollenfejlődést követtük nyomon. Hat fejlődési stádiumot különítettünk el: archesporiális állapot, füzér állapot, pollenanyasejt állapot, tetrad állapot, mikrospóra állapot, pollen állapot. A mikrosporogenezis üteme eltérő volt a különböző elhelyezkedésű virágrügyekben, a nyársakon néhány nappal korábban kezdődött el a pollenfejlődés, és így hamarabb is fejeződött be. A fajták és az évjáratok között is jelentős különbségeket tapasztaltunk. Három éves megfigyeléseink alapján megállapítottuk, hogy a folyamat egyes fázisai fokozatosan mentek át egymásba, és az átmeneti időszak egy-egy virágrügyön belül is hosszú időt vett igénybe. Egyes genotípusoknál az archesporiumból a füzér állapotba való átmenet akár több hetet is igénybe vett. Később a fejlődés felgyorsult, és a további fejlődési fázisok átmenetei egyre rövidebbek lettek.

Az archesporiális sejtek pollenné fejlődése során a fénymikroszkópos megfigyelések mellett részletes elektronmikroszkópos vizsgálatokat is végeztünk a 'Gönci magyar kajszi' fajtánál. A szövet- és sejttani vizsgálatok során készült felvételeken jól nyomon követhető a fejlődés. Az osztódás előtt álló anyasejtek citoplazmája tömör, sok sejtorganellumot tartalmaz. A pollenanyasejtek körül, viszonylag zárt elrendezésben található a még kevésbé vakuolizált tapétális sejtek, melyek később szétesnek, leépülnek. A pollenanyasejtekből redukciós osztódással négy haploid mikrospóra keletkezik, melyek együtt maradnak egy kallóz fallal körülvéve, ez a tetrad állapot. A mikrospórák a kallóz falon belül maradnak egészen a késői tetrad állapotig. Ezt követően a kallóz sejtfa felszívódása után a mikrospórák szétválnak, megindul a pollenszemek fejlődése. A fejlődő pollen kezdetben egysejtű. Később mitotikus osztódással létrejön a generatív és vegetatív sejt, megjelenik az endotécium sejtjeinek speciális sejtfaelvárosodása.

Munkánk során elvégeztük tíz kajszifajta pollenmorfológiai vizsgálatát. Két különböző pollen típust határoztunk meg, a prolát elliptikus alakút, valamint a szub-oblát háromszögletűt. Mindkét típus apertúra alakja trikolpát. Jellemző a striát pollenfelszín-mintázat, valamint két esetben rugulát típust figyeltünk meg.

A fenológiai és morfológiai vizsgálatokkal párhuzamosan vizsgáltuk a virágrügyek stressztűrését is. Három különböző fagyűrőképességű csoportot képviselő fajtát vizsgáltunk (fagyérzékeny, közepes fagyűrésű és jó fagyűrésű). Leírtuk a fagyűrésben szerepet játszó peroxidáz és polifenol-oxidáz enzimek változását a három különböző csoportra jellemző fajtánál.

Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a december-januári nagy lehülésekre a fagyérzékeny fajta virágrügyeiben csökkenést tapasztaltunk. Ekkorra a közepesen fagyűrő és a fagyűrő fajták virágrügyei már megfelelő edzettséggel bírtak, mindkét fajta virágrügyeiben enyhén nőtt a peroxidáz enzim aktivitása. A hőmérséklet növekedésével párhuzamosan a virágrügök fagyűrése csökkenni kezdett. A polifenol-oxidáz enzim aktivitása ellentétes tendenciát mutatott a peroxidáz enzim aktivitással a fagyűrő és közepesen fagyűrő fajták esetében. Eleinte a hőmérséklet csökkenésére a fajták csökkenő polifenol-oxidáz aktivitással reagáltak. Ezután a december-januári lehülésre a fagyűrő fajta már polifenol-oxidáz enzimaktivitás emelkedéssel reagált, míg a fagyérzékeny fajtánál nem tapasztaltunk változást. Mindkét enzim aktivitása a fagyérzékeny 'Ceglédi bíborkajszi' virágrügyeiben magasabb szinten mozgott. A virágrügökben mért szénhidrátok mennyisége a lehülésre dinamikusan változott, koncentrációjuk megnőtt. Összevetve a rügökben mért szénhidrátok mennyiségét és a peroxidáz enzim aktivitását megállapítható, hogy azok változása ellentétes tendenciát mutat a fagyűrő fajtánál.

Részletesen vizsgáltuk a kajszifajták gyümölcsfejlődését és érését. Modelleztük a méretbeli változások és tömeggyarapodás, valamint az egyes szénhidrát és szerves sav összetevők változásának menetét a gyümölcskötődéstől a teljes érettségig. A gyümölcsök méretét négy paraméter jellemzi, a szélesség, vastagság, magasság és a tömeg. A paraméterek időbeli változásait két egymáshoz fűzött logisztikus görbével írtuk le. A szakirodalomban eddig csak a tömeg változását követték így nyomon.

Vizsgálataink során elvégeztük a szerves savak és cukrok detektálását, illetve a vízdoldható szárazanyag-tartalom és titrálható savtartalom mérését három fajtánál a gyümölcsfejlődés és -érés alatt. Az alma- és borostyánkősav változását inverz modellel írtuk le az érés alatt. A citromsav az első három időpontban lecsökkent, majd enyhe növekedést követően beállt egy szintre. A titrálható savtartalom változását csökkenő logisztikus görbével jellemeztük. A szacharóz felhalmozódására logisztikus görbét illesztettünk. Megállapítottuk, hogy a glükóz változása speciális. Két szakaszra osztottuk a glükóz tartalom alakulását az érés során, az első szakaszra másodfokú görbe jellemző, a második szakaszban a glükóz tartalom konstans. A fruktóz kisebb ingadozással egy szinten mozgott, a szorbitol pedig enyhén csökkent az érés során. A vízdoldható szárazanyag-tartalom nőtt az érés alatt, az adatokra logisztikus görbét illesztettünk.

Megvizsgáltuk a β -karotin és összes polifenol-tartalmat az érés alatt. Az érés alatt a β -karotin tartalom egyenletesen nőtt, majd az érési folyamat végén tetőződött. A 90 és 100%-os érettségben lévő gyümölcsök között nem volt szignifikáns különbség, tehát a fogyasztói érettségre már elérte a legtöbb fajta a rá jellemző β -karotin tartalmat. A polifenol-tartalom szintén növekvő tendenciát mutatott.

Reményeink szerint kutatómunkánk során értékes adatokkal és új tudományos eredményekkel járultunk hozzá a kajszitermesztés hazai fejlesztéséhez.

8 SUMMARY

Apricot is on the third place based on among temperate zone's fruit species. The global apricot production is annually 3.8 million tons of which 85 000 tons are processed. 60% of apricot production, which is the main part of global apricot production, is grown in Asia, Europe has 23%, and Africa is on the third place with 12% production ratio. Apricot production in America and Australia is very small because 6% of global apricot production is produced in America and other 2% in Australia (FAO 2009). Apricot is grown in almost 60 countries but the production is very big in those countries, which are under mediterranean climate conditions. The apricot production is between annually 30 000 and 40 000 tons in Hungary. However apricot is not a native fruit species in Hungary as well as our country is located on the northern border of apricot production therefore its growing is more difficult because of cold winters and fluctuant spring temperature. The low temperature can cause problems during reproductive development so the crop will be less. On one hand, to save our market position we should do continuously research work in this field. On the other hand, the second problem is it is not easy to choose the best cultivars for fresh market and processing purposes. We also should examine our cultivars in the point of view of processing since the consumers need functional food with high quality.

Our aim was to examine the phenological, enzymatical, accumulation, and morphological changes in the apricot buds during dormant period. Frost tolerance of flower buds was examined using laboratorial methods. Fruit development, ripening period of the selected varieties were studied fully. Important inner content value and changes in quality and quantity of health related compounds were determined during the ripening period.

Samples were collected from the Experimental Fields of Faculty of Horticulture Sciences of Corvinus University of Budapest in Soroksár. Five apricot cultivars were chosen based on previous research of Department of Fruit Sciences' researchers and literature data to reach our aim to examine phenological, plant biological, biochemical, and morphological procedures which determine adaptation strategies of selected varieties to environmental conditions and stress. The selected apricot varieties cover the whole ripening period. Other varieties were chosen to examine their pollen morphology.

Paradormancy of flower buds could be divided in five stages: flatterring of shoot apical meristem (numbers of cells are increased below central zone the shoot apical meristem), sepal primordia formation, petal primordia formation, stamen development, and carpel initial formation. There were no important morphological differences in tissue structure of flower buds among the examined varieties during the paradormant period. Speed of flower bud development is based on hereditary characteristics of the variety but it is modified by especially outside temperature and other environmental factors. There were important differences which were

based on varieties, types of fruiting branches, and year effect in speed of flower bud development during the paradormant period. The formation started early on the spurs. After paradormant period the development slowed down and almost stopped. End of endodormancy was marked by inside tissue differentiation of anthers (first station of this formation is string stage). After this period the flowers entered into ecodormancy. Floral development can be traced by examining of microsporogenesis which means the pollen development can be checked on the short and long branches.

There are six different stages in the microsporogenesis: archesporium, string stage, pollen mother cell stage, tetrad stage, microspore stage, pollen. Speed of microsporogenesis was different which varied by location of the flower buds. The pollen development started couple of days earlier on the spurs and it also finished earlier compared to the long branches. There were different in varieties and year effects during our study. We can consider based on our results which were completed during the last three years that the stages could be changed gradually and this transitional period took long time inside of the flower bud. It took some weeks for some genotypes to change from archesporium to string stage. Finally, the development speeded up and the transitional periods were ever shorter.

During change from archesporic cells to pollen cells light microscopy and detailed electron observations were made by 'Gönci magyar kajszai'. The development can be traced well on pictures which were taken during the histological and cytological observations. Cytoplasm which was before the proliferation was firm, and contained a lot of cell organelles. The tapetal cells which were less vacuolated and were around the mother pollen cells in closed ordination broke up and destroyed. Four haploid microspores which are close to each other and surrounded by a callose wall started up from the pollen mother cells. This is the tetrad status. The microspore can be stayed inside of the callose wall until the late tetrad stadium. After imbibitions of the callose wall the microspore split up and development of pollen starts. The developing pollen is unicellular at the beginning. Lately, vegetative and generative cells are created by mitotic proliferation and special cell wall expansion of endotecium's cells appears.

During our research pollen morphological examination of ten apricot varieties was finished. Two different pollen types were determined: the prolate elliptic shape and sub-oblate triangular. Aperture shape of both types was tricolpate. For which is characteristic the striate pollen surface markings as well as rugulate types was observed by two samples.

Tolerance of flower buds to stress also was examined parallel with morphological observations. Three groups of varieties with different frost tolerant (good frost tolerant, medium frost tolerant, frost sensitive) were involved in the trial. We described effect and changing of peroxidase and polyphenol oxidase on three groups of varieties. Based on our results we can consider that activity of peroxidase decreased in the flower buds of frost sensitive variety when

the temperature fell in December and January. By this time the good frost tolerant and medium frost tolerant varieties acquired hardiness, therefore the activity of peroxidase increased in their flower buds. The activity of polyphenol oxidase showed opposite trend in case of good and medium frost tolerant cultivars. First the activity of polyphenol oxidase decreased in line with temperature. The good frost tolerant cultivar responded increase of enzyme activity to fall in temperature of December-January, while we did not observe change in flower buds of the frost sensitive cultivar. The flower buds of frost sensitive 'Ceglédi bíborkajszi' had higher activity of both enzymes compared to other varieties. Quantity of carbohydrate compounds which were measured in the flower buds changed dynamically during chilling, its concentration increased. The carbohydrate compounds which were measured in the generative buds of good frost tolerant cultivar and activity of peroxidase enzyme showed an opposite trend.

Fruit development and ripening of apricot varieties were examined fully. Quantitative changing, weight gain, as well as changing in concentration of some sugar and organic acid compounds, soluble solid content and titratable acidity were modeled from the fruit set until the full maturity. Four parameters can represent the fruit size: lateral width, ventral width, height, and weight of the fruit. Changing of parameters was described with a logarithmic graph. Just the weight change had been traced the literature yet.

During our research determination of organic acid and sugar compounds were measured by three varieties during the ripening period. Changing in malic and succinic acid content was characterized by inverse model during the ripening period. Citric acid decreased in the first three measuring time, after a mildly increasing remained stable. Changing of titratable acidity was characterized by decreased logistic curve. Logistic curve was fitted on the aggregation of sucrose. We considered that the changing of glucose was very special. Changing of glucose content could be divided in two stages: curve of the second degree was fitted during the first stage of the ripening period and it was constant during the second stage. Fructose content moved on one level, the sorbitol decreased slightly during the mature. The soluble solid content increased during ripening, logistic curve was fitted to data.

We have examined β -carotene and total polyphenol content during the maturity time. The β -carotene content increased evenly which topped at the end of the ripening time. There was no significant difference at 90 % maturity and 100 % maturity when the fruits reached the consumer maturity and the varieties still had such β -carotene which is characteristic for them. The polyphenol content showed increasing trend during the maturity.

We hope that our research work added valuable data and novel scientific results to development of Hungarian apricot production.

9 MELLÉKLETEK

M.1. Irodalomjegyzék

1. AIJN (1997): Code of Practice for the Evaluation of Fruit and Vegetable Juices. AIJN, Brussels.
2. Ajila, C.M., Bhat, S.G., Prasada Rao, U.J.S. (2007): Valuable components of raw and ripe peels from two Indian mango varieties. *Food Chemistry*. 102: 1006–1011.
3. Akin, E.B., Karabulut, I., Topcu, A. (2008): Some compositional of main Malatya apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties. *Food Chemistry*. 107: 939-948.
4. Alburquerque, L., Burgos, L., Egea, J. (2003): Apricot flower bud development and abscission related to chilling, irrigation and type of shoots. *Scientia Horticulturae*. 98: 265-276.
5. Arzani, K., Nejatian, M.A., Karimzadeh, G. (2005): Apricot (*Prunus armeniaca*) pollen morphological characterisation through scanning electron microscopy, using multivariate analysis. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 33: 381-388.
6. Asma, B.M. (2008): Determination of pollen viability, germination ratios and morphology of eight apricot genotypes. *African Journal of Biotechnology*. 7(23): 4269-4273.
7. Aubert, C., Bony, P., Chalot, G., Hero, V. (2010): Changes in physiochemical characteristics and volatile compounds of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv Bergeron) during storage and post-harvest maturation. *Food Chemistry*. 119: 1389-1398.
8. Bacsó, N. (1959): Magyarország éghajlata. Budapest: Akadémiai Kiadó.
9. Baggiolini, M. (1952): Stades repères de l'abricotier. *Revue Romande d'Agriculture, Viticulture et Arboriculture*. 8: 28-29.
10. Bailey, C.H., Cowgill, W., Hough, L.F. (1978): Estimate of chilling requirements of apricot selections. *Acta Horticulturae*. 85: 184-189.
11. Banai, B.-né (1981): Kajszi F1 hibridek populációgenetikai értékelése. Doktori értekezés. KÉE. Budapest
12. Banno, K., Hayashi, S., Tanabe, K. (1986): Morphological and histological studies on flower bud differentiation and development in Japanese Pear (*Pyrus serotina* Rehd.). *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 55(8): 258-265.
13. Bartolini, S., Viti, R. (1999): Histological studies on flower buds of cultivar 'Stark Early Orange'. *Acta Horticulturae*. 488: 335-339.

14. Bartolini, S., Viti, R., Guerriero, R. (2006a): Xylem differentiation and microsporogenesis during dormancy of apricot flower buds (*Prunus armeniaca* L.). *European Journal of Horticultural Science*. 71(2): 84-90.
15. Bartolini, S., Zanol, G.C., Viti, R. (2006b): Changes in antioxidant compounds in flower buds of two apricot cultivars during winter season. *Acta Horticulturae*. 701: 69-74.
16. Bartolozzi, F., Bertazza, G., Bassi, D., Cristoferi, G. (1997): Simultaneous determination of soluble sugars and organic acids as their trimethylsilyl derivatives in apricot fruits by gas-liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*. 758: 99-107.
17. Basciano, H., Federico, L., Adeli, K. (2005): Fructose, insulin resistance and metabolic dyslipidemia. *Nutrition & Metabolism*. 2(5): 5-28.
18. Bassi, D., Audergon, J.M. (2006): Apricot breeding: update and perspectives. *Acta Horticulturae*. 701: 279-294.
19. Bassi, D., Pirazzoli, C. (1998): The stone fruit industry in the Mediterranean region: agronomic and commercial overview. 3-38 p. – In: Di Terlizzi, B., Myrta, A., Savino, V. (eds.): Stone fruit viruses and certification in the Mediterranean countries: problems and prospects. Options Méditerranéennes, Série B /n 19.
20. Bassi, D., Selli, R. (1990): Evaluation of fruit quality in peach and apricot. *Advances of Horticultural Science*. 4: 107-112.
21. Bassuk, N.L., Hunter, L.D., Howard, B.H. (1981): The apparent involvement of polyphenol oxydase and phloridzin in the production of apple rooting co-factors. *Journal of Horticultural Science*. 56(4): 313-322.
22. Ben-Amotz, A., Fishler, R. (1998): Analysis of carotenoids with emphasis on 9-cis β -carotene in vegetables and fruits commonly consumed in Israel. *Food Chemistry*. 62: 515-520.
23. Bialeski, R. L., Redgwell, R. J. (1985): Sorbitol versus sucrose as photosynthesis and translocation products in developing apricot leaves. *Australian Journal of Plant Physiology*. 12 (6): 657-668.
24. Bittenbender, H.C., Gordon, S.H. (1974): Adaptation of the Spearman-Kärber method for estimating the T_{50} of cold stress flower buds. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 99(2): 187-190.
25. Bolin, H.R., Stafford, A.E. (1974): Effect of processing and storage on provitamin A and C in apricots. *Journal of Food Quality*. 39(5): 1034-1036.

26. Bonhomme, M., Rageau, R., Richard, J.P., Erez, A., Gendraud, M. (1999): Influence of three contrasted climatic conditions on endodormant vegetative and floral peach buds: analyses of their intrinsic growth capacity and their potential sink strength compared with adjacent tissues. *Scientia Horticulturae*. 80: 157-171.
27. Bonhomme, M., Rageau, R., Lacoïnte, A., Gendraud, M. (2005): Influences of cold deprivation during dormancy on carbohydrate contents of vegetative and floral primordial and nearby structures of peach buds. *Scientia Horticulturae*. 105: 223-240.
28. Borchers, A. T., Hyson, D. A. (2003): Nutrition value of fruit. 185-194 p. – In: Baugher, T. A., Singha, S. (eds.): Concise encyclopedia of temperate tree fruit. Binghampton: The Haworth Press.
29. Boulnois, L. (1972): Selyemút. Budapest: Kossuth Kiadó.
30. Bowman, J. L., Eshed, Y. (2000): Formation and maintenance of shoot apical meristem. *Trends in plant science*. 5(3): 110-115.
31. Böddi, B. (2002): Szénhidrát-anyagcsere és légzés. 265-347 p. – In: Láng, F. (szerk.): Növényélettan. A növényi anyagcsere 1-2. Budapest: ELTE Eötvös Kiadó.
32. Bramley, P. (2003): The genetic enhancement of phytochemicals: the case of carotenoids. 253–274 p. -In: Johnson, I., Williamson, G. (eds.): Phytochemical functional foods. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
33. Brown, D.S. (1952): The effects of irrigation on flower bud development and fruiting in the apricot. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*. 61: 119-124.
34. Brown, D.S., Abi-Fadel, J.F. (1952): The stage of development of apricot flower buds in relation to their chilling requirement. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*. 61: 110-118.
35. Brown, D.S., Kotob, F.A. (1957): Growth of flower buds of apricot, peach and pear during the rest period. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*. 69: 158-164.
36. Bubán, T. (1992): Az őszibarack termőrügy-képződése és embrionális fejlődése. 125-129. p. – In: Timon, B. (szerk.): Őszibarack. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
37. Bureau, S., Renard, C.M.G.C., Reich, M., Ginies, C., Audergon, J-M. (2009): Change in anthocyanin concentrations in red apricot fruits during ripening. *Food Science and Technology*. 42: 372-377.
38. Citadin, I., Raseira, M.C.B., Augustin, F., Herter, F., Campos, A.D., Silveira, C.A.P. (2002): Relation of peroxidase, 6-Phosphoglucuronate dehydrogenase, and

- phosphoglucosyltransferase with endodormancy phase in peach. *Acta Horticulturae*. 592: 451-457.
39. Clément, C., Laporte, P., Audran, J.C. (1998): The loculus content and tapetum during pollen development in *Lilium*. *Sexual Plant reproduction*. 11(2): 94-106.
 40. Cline, M.G. (2000): Execution of the auxin replacement apical dominance experiment in temperate woody species. *American Journal of Botany*. 87: 182-190.
 41. Codex Alimentarius 3-1-558/93: Élelmiszerek vízdíszható szárazanyag-tartalmának meghatározása.
 42. Conte, L., Nicotra, A., Sartori, A. (2010): Results of an apricot breeding programme at the CRA-FRU. *Acta Horticulturae*. 862: 99-101.
 43. Coppola, E.D., Starr, M.S. (1988): Determination of authenticity and percent juice of cranberry products. 139-174 p. -In: Nagy, S., Attaway, J. A., Rhodes, M. E. (eds.): *Adulteration of Fruit Juice Beverages (Food Science and Technology)*. New York: Marcel Dekker.
 44. CoSeteng, M.Y., McLellan, M.R., Downing, D.L. (1989): Influence of titratable acidity and pH on intensity of sourness of citric, malic, tartaric, lactic and acetic solutions and on the overall acceptability of imitation apple juice. *Canadian Institute of Food science and Technology Journal*. 22: 46-51.
 45. Cunha, S.C., Fernandes, J.O. (2002): HPLC/UV determination of organic acids in fruit juices and nectars. *European Food Research and Technology*. 214: 67-71.
 46. Davarynejad, G.H., Szabó, Z., Felhősné Váci, E., Kun, Zs., Nyéki, J. (1995): Anther and pollen grain characteristics of apricot cultivars. *Acta Horticulturae*. 384: 351-354.
 47. Deguchi, M., Watanabe, M., Kanayama, Y. (2002): Increase in sorbitol biosynthesis in stressed Japanese pear leaves. *Acta Horticulturae*. 587: 511-517.
 48. Delwiche, M.J., Baumgartner, R.A. (1983): Ground color measurement of peach. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 108(6): 1012-1016.
 49. Delwiche, M.J., Baumgartner, R.A. (1985): Ground color as a peach maturity index. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 110(1): 53-57.
 50. Denisov, E., Khudyakov, I. (1987): Mechanism of action and reactivities of free-radicals of inhibitors. *Chemical Reviews*. 87(6): 1313-1357.
 51. Dennis, F.G. (1994): Dormancy – what we know (and don't know). *HortScience*. 29(11): 1249-1255.
 52. De Ritter, E., Purcell, A.E. (1981): Carotenoids analytical methods. 815-923 p.- In: Bauernfeid, J.C. (ed.): *Carotenoids as colorants and vitamin A precursors. Technological and nutritional applications*. New York: Academic Press Inc.

53. Dezhong, T., Baoming, W., Gaixiu, D., Xiaofeng, F. (1995): Studies on the pollen morphology and ultrastructure of cultivated varieties of apricot, *Armeniaca vulgaris* Lam. *Acta Horticulturae*. 403: 140-144.
54. Diaz, D.H., Rasmussen, H.P., Dennis, F.G. (1981): Scanning electron microscope examination of flower bud differentiation in sour cherry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 106(4): 513-515.
55. Diplock, A.T., Charleux, J.L., Crozier-Willi, G., Kok, F.J., Rice-Evans, C., Roberfroid, M., Stahl, W., Vina-Ribes, J. (1998): Functional food science and defense against oxidative species. *British Journal of Nutrition*. 80: 77-112.
56. Doroftei, E., Arcuş, M., Trandafirescu, M., Moldoveanu, M.-A. (2010): cytological characteristics of pollen and pollen germination process at *Prunus armeniaca* L. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*. 15 (1): 353-357.
57. Draczynski, M. (1958): Die zeitliche Verlauf der Pollendifferenzierung bei Mandel, Pfirsich und Aprikose und der Einfluss der Knospentemperaturen auf diese Vorgänge. *Gartenbauwissenschaft*. 23: 327-341.
58. Dragović-Uzelac, V., Levaj, B., Mrkić, V., Bursac, D., Boras, M. (2007): The content of polyphenols and carotenoids in three apricot cultivars depending on stage of maturity and geographical region. *Food Chemistry*. 102: 966-975.
59. Dragović-Uzelac, V., Pospišil, J., Levaj, B., Delonga, K. (2005): The study of phenolic profiles of raw apricots and apples and their purees by HPLC for the evaluation of apricot nectars and jams authenticity. *Food Chemistry*. 91: 373-383.
60. Drake, S.R., Proebsting, E.L., Spayd, S.E. (1982): Maturity index for the colour grade of canned dark sweet cherries. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 107: 180-183.
61. Drogoudi, P., Vemmos, S., Pantelidis, G., Petri, E., Tzoutzoukou, C., Karayiannis, I. (2008): Physical characters and antioxidant, sugar, and mineral nutrient contents in fruit from 29 apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars and hybrids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56: 10754-10760.
62. Durmaz, G., Çam, M., Kutlu, T., Hişil, Y. (2010): Some physical and chemical changes during fruit development of five common apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars. *Food Science and Technology Research*. 16(1): 71-78.
63. Elek, L-né (1982): Alma-, meggyfajták virágrügy szerveződése és fejlődése. Kandidátusi értekezés. Kertészeti Egyetem, Budapest.
64. Elmanov, Sz.I. (1961): Dejsztvie ponizsennüh temperatur na razvitia cvetocsnüh pocsek perszika i abrikosza. Szelekcija plodovüh i jagodnüh kul'tur na ezsegodnuju

- urozsajnoszt' i zimosztojkoszt'. Moszkva: Izdatel'sztvo Miniszterstrva Szel'szkogo Hozjajsztva. 298-301.
65. El-Mansy, J.H.; Walker, D. (1969): Seasonal fluctuation of amino acids, organic acids, and simple sugars in Elberta peach and 'Chinese' apricot flower buds during and after termination of rest. *Journal of the American Society of Horticultural Sciences*. 94: 298-301.
 66. Engin, H. (2006): Scanning electron microscopy of floral initiation and developmental stages in 'Glohaven' peach (*Prunus Persica* L.) under water deficit. *Bangladesh Journal of Botany*. 35(2): 163-168.
 67. Engloner, A. (2007): A növények szövetei. 31-120 p. – In: Tuba, Z., Szerdahelyi, T., Engloner, A. (szerk.): Botanika I. – Bevezetés a növénytanba, algológiába, gombatanba és a funkcionális növényökológiába. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
 68. Erez, A., Fishman, S., Gat, Z., Couvillon, G.A. (1988): Evaluation of winter climate for breaking bud rest using the dynamic model. *Acta Horticulturae*. 232: 76-89.
 69. Erős-Honti, Zs. (2009): Hajtás c. növény szervezettani előadás. Kertészmérnök BSc I. évf.
 70. Esau, K. (1953): Plant Anatomy. New York: John Wiley & Sons.
 71. Escobar Gutiérrez, A. J., Gaudillère, J. P. (1996): Distribution, métabolisme et rôle du sorbitol chez les plantes supérieures. *Synthèse. Agronomie*. 16: 281-298.
 72. Esti, M., Messia, M.C., Sinesio, F., Nicotra, A., Conte, L., La Notte, E., Palleschi, G. (1997): Quality evaluation of peaches and nectarines by electrochemical and multivariate analyses: relationship between analytical measurements and sensory attributes. *Food Chemistry*. 60: 659-666.
 73. Evert, R.F. (2006): Esau's Plant anatomy: meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development. New Jersey: John Wiley & Sons. 601.
 74. Evert, R.F., Eichhorn, S.E. (2006): Esau's Plant Anatomy. Meristems, Cells and Tissues of the Plant Body - Their Structure, Function and Development. Third edition. New York: John Wiley & Sons.
 75. Evrenosoğlu, Y., Misirli, A. (2009): Investigation on the pollen morphology of some fruit species. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry*. 33: 181-190.
 76. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nation) (2009): FAOSTAT <http://www.faostat.fao.org/>
 77. Farina, V., Volpe, G., Mazzaglia, A., Lanza, C.M. (2010): Fruit quality traits of two apricot cultivars. *Acta Horticulturae*. 862: 593-598.

78. Fathollahzadeh, H., Mobli, H., Jafari, A., Rafiee, S., Mohammadi, A. (2008): Some Physical Properties of Tabarzeh Apricot Kernel. *Pakistan Journal of Nutrition*. 7(5): 645-651.
79. Faust, M. (1989): Physiology of temperature zone fruit trees. New York: John Wiley & Sons.
80. Faust, M., Erez, A., Rowland, L.J., Wang, S.Y., Norman, H.A. (1997): Bud dormancy in perennial fruit trees: physiological basis for dormancy induction, maintenance and release. *HortScience*. 32(4): 623-629.
81. Felker, F.C., Robitaille, H.A., Hess, F.D. (1983): Morphological and ultrastructural development and starch accumulation during chilling of sour cherry flower buds. *American Journal of Botany*. 70(3): 376-386.
82. Fernández de Simón, B., Pérez-Ilzarbe, J., Hernández, T., Gómez-Cordovés, C., Estrella, I. (1992): Importance of phenolic compounds for the characterization of fruit juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 40: 1531-1535.
83. Ferrer, A., Remón, S., Neguerule, A.I., Oria, R. (2005): Changes during the ripening of the very late season Spanish peach cultivar Calanda Feasibility of using CIELAB coordinates as maturity indices. *Scientia Horticulturae*. 105: 435-446.
84. Forni, E., Erba, M.L., Maestrelli, A., Ploesello, A. (1992): Sorbitol and free sugar contents in plums. *Food Chemistry*. 44: 269-275.
85. Foster, T., Johnston, R., Seleznyova, A. (2003): A morphological and quantitative characterization of early floral development in apple (*Malus × domestica* Borkh.). *Annals of Botany*. 92: 199-206.
86. Földvári, Gy. (1966): Magyarország talajainak szisztematikus talajjegyzéke. 168-254 p. – In: Szabolcs, I. (szerk.): A genetikus üzemi talajtérképezés módszertan. Budapest: Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet.
87. FruitVeb (2010): A zöldség és gyümölcs ágazat helyzete Magyarországon. – Annual report of Hungarian fruit and vegetable sector. Innofresh Nonprofit Kft.
88. FruitVeb (2011): Magyar Zöldség-Gyümölcs Szakmaközi Szervezet és Terméktanács <http://www.fruitveb.hu/>
89. Fuchigami, L.H., Nee, C.C. (1987): Degree growth stage model and rest-breaking mechanisms in temperate woody perennials. *HortScience*. 22(5): 836-845.
90. Fuchigami, L.H., Wisniewski, M. (1997): Quantifying bud dormancy: physiological approaches. *HortScience*. 32(4): 618-622.

91. Gendraud, M. (1977): Etude de quelques aspects du métabolisme des nucléotides des pousses de topinambour en relation avec leurs potentialités morphogénétiques. *Physiologie Végétale*. 15(1): 121-132.
92. Génard, M., Lecourret, F., Audergon, J.M. (2006): Modelling the apico sugar contents in relation to fruit growth. *Acta Horticulturae*. 701: 517-522.
93. Gil, M.I., Tomás-Barberán, F.A., Hess-Pierce, B., Kader, A.A. (2002): Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 4976-4982.
94. Gilani, S.A., Quereshi, R.A., Khan, a.M., Potter, D. (2010): Morphological characterization of the pollens of the selected species of Genus *Prunus* Linn. From Northern Pakistan. *African Journal of Biotechnology*. 9(20): 2872-2879.
95. Gómez, E., Ledbetter, C.A. (1997): Development of volatile compounds during fruit maturation: Characterization of apricot and plum x apricot hybrids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 74: 541-546.
96. Göndör, M., Honty, K., Pedryc, A., Hajdrik, I., Stefanovits-Bányai, É. (2004): Biochemical changes in pear (*Pyrus communis* L.) depending on different phases of the dormancy. *International Journal of Horticultural Science*. 10(3): 47-50.
97. Gu, S. (1999): Lethal temperature coefficient – a new parameter for interpretation of cold hardiness. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 74(1): 53-59.
98. Guerrieri, F., Audergon, J.-M., Albagnac, G., Reich, M. (2001): Soluble sugars and carboxylic acids in ripe apricot fruit as parameters for distinguishing different cultivars. Use of principal analysis to characterize apricot fruit quality. *Euphytica*. 117: 183-189.
99. Guerriero, R. (1982): La coltura dell' albicocco. *Atti del Convegno su: Prospettive per l'Agricoltura Collinare Fiorentina, Firenze*. 1(27-28): 93-116.
100. Guerriero, R., Monteleone, P., Viti, R. (2006): Evaluation of end of dormancy in several apricot cultivars according to different methodological approaches. *Acta Horticulturae*. 701: 99-104.
101. Guimond, C.M., Andrews, P.K, Lang, G.A (1998): Scanning electron microscopy of foral initiation in sweet cherry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 123(4): 509-512.
102. Guy, C.L., Huber, J.L., Huber, S.C. (1992): Sucrose phosphate synthase and sucrose accumulation at low temperature. *Plant Physiology*. 100: 502-508.
103. Halász, J. (2007): A kajszai önmeddőségét meghatározó S-allél-rendszer molekuláris háttere. Doktori értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.

104. Hamman, R.A., Dami, I.-E., Walsh, T.M., Stushnoff, C. (1996): Seasonal carbohydrate changes and cold hardiness of Chardonnay and Riesling grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*. 47(1): 31-36.
105. Handelman, G.J. (1996): Carotenoids as scavengers of active oxygen species. 259–313. p - In: Cadenas, E., Packer, L. (eds.): *Handbook of Antioxidants*. New York: Marcel Dekker.
106. Haraszty, Á. (1979): A hajtás morfológiája. 263-302. p. – In: Haraszty, Á. (szerk.): *Növényiszervezetten és növényélettan*. Budapest: Tankönyvkiadó.
107. Hart, D.J., Scott, K.J. (1995): Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in foods, and the measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK. *Food Chemistry*. 54: 101-111.
108. Hasib, A., Jaouad, A., Mahrouz, M., Khouili, M. (2002): HPLC determination of organic acids in Moroccan apricot. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 3(4): 207-211.
109. Hatch, H., Walker, R. (1969): Rest intensity of dormant peach and apricot leaf buds as influenced by temperature, cold hardiness and respiration. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 94: 304-307.
110. Hausman, J.F., Reisen, D., Evers, D. (2003): Chilling stress and physiological changes in *Sorbus domestica* grown in vitro: anti-oxidant system and carbohydrate adjustment. *Acta Horticulturae*. 618: 245-252.
111. Hebda, R.J., Chinnappa, C.C. (1990): Studies on pollen morphology of *Rosaceae* in Canada. *Review of Palaeobotany and Palynology*. 64: 103-108.
112. Hegedűs, A., Engel, R., Abrankó, L., Balogh, E., Blázovics, A., Hermán, R., Halász, J., Ercisli, S., Pedryc, A., Stefanovits-Bányai, É. (2010): Antioxidant and antiradical capacities in apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruits: variations from genotypes, years, and analytical methods. *Journal of Food Science*. 75(9): C722-C730.
113. Heide, O.M. (1993a): Daylength and thermal time responses of budburst during dormancy release in some northern deciduous trees. *Physiologia Plantarum*. 88: 531-539.
114. Heide, O.M. (1993b): Dormancy release in beech buds (*Fagus sylvatica*) requires both chilling and long days. *Physiologia Plantarum*. 89: 187-191.
115. Hewett, E.W. (1976): Seasonal variation of cold hardiness in apricots. *Journal of Agricultural Research*. 19: 353-358.
116. Holland, B., Unwin, I.D., Buss, D.H. (1992): Fruit and nuts. First Supplement to the Fifth Edition of McCance and Widdowson's *The Composition of Foods*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.

117. Honty, K., Sárdi, É., Stefanovits-Bányai, É., Tóth, M. (2008): Frost induced changes in enzyme activities and carbohydrate content in the spurs of some pear cultivars during the dormancy. *International Journal of Horticultural Science*. 14(1–2): 41–44.
118. Hormaza, J.I., Yamane, H., Rodrigo, J. (2007): Apricot. 171-187 p. – In: Kole, C. (ed.): *Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants. Fruits and Nuts*. Berlin: Springer-Verlag.
119. Howell, G.S., Weiser, C.J. (1970): The environmental control of cold acclimation in apple. *Plant Physiology*. 45: 390-394.
120. Imanishi, H.T., Suzuki, T., Masuda, K., Harada, T. (1998): Accumulation of raffinose and stachyose in shoot apices of *Lonicera caerulea* L. during cold acclimation. *Scientia Horticulturae*. 72: 255-263.
121. Irving, R.M., Lanphear, F.O. (1967): Environmental control of cold hardiness in woody plant. *Plant Physiology*. 42: 1191-1196.
122. Ito, A., Hayama, H., Kashimura, Y. (2002): Sugar metabolism in buds during flower bud formation: a comparison of two Japanese pear [*Pyrus pyrifolia* (Burm.) Nak.] cultivars possessing different flowering habits. *Scientia Horticulturae*. 96: 163-175.
123. Jackson, D.I., Looney, N.E. (1999): *Temperate and subtropical fruit production*. Wallingford: CAB International.
124. Jackson, D.I., Sweet, G.B. (1972): Flower initiation in temperate woody plants. *Horticultural Abstracts*. 42: 9-24.
125. Jeffery, E.H., Brown, A.F., Kurilich, A.C., Keck, A.S., Matusheski, N., Klein, B.P., Juvik, J.A. (2003): Variation in content of bioactive components in broccoli. *Journal of Food Composition and Analysis*. 16(3): 323-330.
126. Jones, K.S., Paroschy, J., McKersie, B.D., Bowley, S.R. (1999): Carbohydrate composition and freezing tolerance of canes and buds in *Vitis vinifera*. *Journal of Plant Physiology*. 155: 101-106.
127. Jones, P.G., Inouye, M. (1994): The cold-shock response – a hot topic. *Molecular Microbiology*. 11(5): 811-818.
128. Julian, C., Rodrigo, J., Herrero, M. (2010): Apricot flower bud development and fruit set in different types of shoots in 'Moniqui' variety. *Acta Horticulturae*. 862: 337-341.
129. Julian, C., Rodrigo, J., Herrero, M. (2011): Stamen development and winter dormancy in apricot (*Prunus armeniaca*). *Annals of Botany*. 1-9.
130. Kader, A.A. (1999): Fruit maturity, ripening, and quality relationships. *Acta Horticulturae*. 485: 203-208.

131. Kalyoncu, I.H., Akbulut, M., Çoklar, H. (2009): Antioxidant capacity total phenolic and chemical properties of semi-matures apricot cultivars grown in Malatya, Turkey. *World Applied Sciences Journal*. 6(4): 519-523.
132. Kang, S.K., Motosugi, H., Yonemori, K., Sugiura, A. (1998): Supercooling characteristics of some deciduous fruit trees as related to water movement within the bud. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*. 73(2): 165-172.
133. Kárpáti, Z., Görgényi, L-né, Terpó, A. (1968): Növényismeret. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.
134. Kaszab, L. (2000): Szövettan. 51-115. p. – In: Turcsányi, G. (szerk.): Mezőgazdasági növénytan. Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó.
135. Kenis, J.D. (1976): Some biochemical aspects of dormancy and its break in peach flower buds. I. Changes in RNase and protease activities, the activity and composition of polyphenol oxidase and peroxidase and modification of the concentration of RNA, soluble proteins and total nitrogen. *Phyton Argentina*. 34(2):133-142.
136. Kläui, H., Bauernfeind, J.C. (1981): Carotenoids as food color. 48-317 p. – In: Bauernfeind, J.C. (ed.): Carotenoids as colorants and vitamin A precursors. Technological and nutritional applications. New York: Academic Press Inc.
137. Kostina, K.F. (1969): The use of varietal resources of apricots for breeding. *Trudy Nikitiskogo Botanicheskogo Sada*. 40: 45–63.
138. Koutinas, N., Pepelyankov, G., Lichev, V. (2010): Flower induction and flower bud development in apple and sweet cherry. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 24(1): 1549-1558.
139. KPKI (Konzervipari Kutató-fejlesztő és Minőségvizsgáló Kht.) (1990): Módszergyűjtemény, 2/4. módszer.
140. KSH (Központi Statisztikai Hivatal) (2007): Agrár idősorok és cenzusok. Kajsziültetvény jellemzői fajtánként.
<http://portal.ksh.hu>
141. Kurz, C., Reinhold, C., Schieber, A. (2008): HPLC-DAD-MSⁿ characterization of carotenoids from apricots and pumpkins for the evaluation of fruit product authenticity. *Food Chemistry*. 110: 522-530.
142. Kwiatkowska, D. (2008): Flowering and apical meristem growth dynamics. *Journal of Experimental Botany*. 59(2): 187-201.
143. Lang, G.A. (1987): Dormancy: A new universal terminology. *HortScience*. 22(5): 817-820.

144. Lasheen, A.M., Chaplin, C.E. (1971): Biochemical comparison of seasonal variations in three peach cultivars differing in cold hardiness. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 96:154-159.
145. Layne, R.E.C. (1996): Genetic improvement of peach, nectarine and apricot cultivars and rootstocks for Canada. *Acta Horticulturae*. 374: 91-98.
146. Leccese, A., Bartolini, S., Viti, R. (2008): Total antioxidant capacity and phenolics content in fresh apricots. *Acta Alimentaria*. 37: 65-76.
147. Leccese, A., Bartolini, S., Audergon, J.M. (2010): Carotenoid composition in apricot fruits: a preliminary investigation on three Italian Cultivars. *Acta Horticulturae*. 862: 551-556.
148. Ledbetter, C.A. (2010): Apricot breeding in North America: Current status and future prospects. *Acta Horticulturae*. 862: 85-92.
149. Ledbetter, C., Peterson, S., Jenner, J. (2006): Modification of sugar profiles in California adapted apricots (*Prunus armeniaca* L.) through breeding with Central Asian germplasm. *Euphytica*. 148: 251-259.
150. Legave, J.M., García, M., Marco, F. (1983): Some descriptive aspects of drops process of flower buds or young flowers on apricot in south of France. *Acta Horticulturae*. 121: 75-83.
151. Levitt, J. (1980): Responses of Plants to Environmental Stresses: Chilling, freezing, and high temperature stresses. New York: Academic Press.
152. Lichou, J. (1999): French apricot production. *Mitteilungen Klosterneuburg – Rebe und Wein Obstbau und Fruchteverwertung*. 49(6): 206-208.
153. Lichou, J., Jay, M., Vaysse, P., Lespinasse, N. (2003): Reconnaître les variétés d'abricots. Paris: Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes.
154. Lichtenthaler, H.K. (1996): Vegetation stress: an introduction to the stress concept in plants. *Journal of Plant Physiology*. 148: 4-14.
155. Liu, W., Liu, N., Yu, X., Zhang, Y., Sun, M., Xu, M. (2010): Apricot germplasm resources and their utilization in China. *Acta Horticulturae*. 862: 45-49.
156. Loescher, W.H., McCamant, T., Keller, J.D. (1990): Carbohydrate reserves, translocation, and storage in woody plant roots. *HortScience*. 25(3): 274-281.
157. Lo Voi, A., Impembo, M., Fasanaro, G., Castaldo, D. (1995): Chemical characterization of apricot puree. *Journal of Food Composition and Analysis*. 8: 78-85.
158. Luckwill, L.C. (1974): A new look at the process of fruit bud formation in apple. *Proceedings. 19th International Horticultural Congress*. 3: 237-245.

159. Lynch, D.V. (1990): Chilling injury in plants: the relevance of membrane lipids. 17-34 p. – In: Katterman, F. (ed.): *Environmental Injury to Plants*. New York: Academic Press.
160. Madrau, M.A., Piscopo, A., Sanguinetti, A.M., Del Caro, A., Poiana, M., Romeo, F.V., Piga, A. (2009): Effect of drying temperature on polyphenolic content and antioxidant activity of apricots. *European Food Research and Technology*. 228: 441-448.
161. Mády, R., Szalay, L. (2003): Kajszi-fajták. 85-126 p. – In: Péntes, B., Szalay, L. (szerk.): *Kajszi*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
162. Mahajan, S., Tuteja, N. (2005): Cold, salinity and drought stresses: An overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 444: 139-158.
163. Mamadrizokhonov, A.M., Zevvarshoev, D., Odilbekov, K. (1982): Carbohydrate exchange in the shoots of apricot in relation to their winter hardiness in the western Pamirs. *Ahboroti Akademijai Fanhoi RSS Tocikiston, Su''bai Fanhoi Biologi*. 4: 65-70.
164. Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, A., Jiménez, L. (2004): Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*. 79: 727-747.
165. Marinova, D., Ribarova, F. (2007): HPLC determination of carotenoids in Bulgarian berries. *Journal of Food Composition and Analysis*. 20: 370-374.
166. Marquat, C., Vandamme, M., Gendraud, M., Pétel, G. (1999): Dormancy in vegetative buds of peach: relation between carbohydrate absorption potentials and carbohydrate concentration in the bud during dormancy and release. *Scientia Horticulturae*. 79: 151-162.
167. Maurel, K., Berenhauser Leite, G., Bonhomme, M., Guillot, A., Rageau, R., Pétel, G., Sakr, S. (2004): Trophic control of bud break in peach (*Prunus persica*) trees: a possible role of hexoses. *Tree Physiology*. 24: 579-588.
168. Mayne, S.T. (1996): Beta-carotene, carotenoids, and disease prevention in humans. *FASEB Journal*. 10 (7): 690-701.
169. Medford, J.I. (1992): Vegetative apical meristems. *The Plant Cell*. 4: 1029-1039.
170. Meier, U. (2001) (ed.): Growth stages of mono- and dicotyledonous plants. BBCH Monograph. Berlin, Braunschweig: Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry.
171. Melo, G.A., Shimizu, M.M., Mazzafera, P. (2006): Polyphenoloxidase activity in coffee leaves and its role in resistance against the coffee leaf miner and coffee leaf rust. *Phytochemistry*. 67: 277–285.

172. Miguel, G., Dandlen, S., Neves, A., Antunes, D. (2008): Flavonoids content of different apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars. *4th IASME/WSEAS International Conference on Energy, Environment, Ecosystem and Sustainable Development, Portugal*. 537-539.
173. Molnár, L. (1962): A Magyar kajszai termőrügyeinek kialakulása és téli növekedése. *Duna-Tisza közti Mezőgazdasági Kísérleti Intézet Évkönyve*. 113-119.
174. Molnár, L.; Turi, I. (1974): Kajszai termőrügyeinek fejlődési hőköszöbe. *Gyümölcsstermesztés I.*: 161-167.
175. Morikian, E.S. (1983): Apricots of Armenia: origin and classification of varieties. *Acta Horticulturae*. 121: 271-274.
176. MSZ EN 12147:1998: Gyümölcs- és zöldséglevék. A titrálható savasság meghatározása.
177. Munzuroglu, O., Karatas, F., Geckil, H. (2003): The vitamin and selenium contents of apricot fruit of different varieties cultivated in different geographical regions. *Food Chemistry*. 83: 205-212.
178. Németh, Sz., Reményi, M. L., Szalay, L. (2010): Flower Bud Development of Apricot Varieties During Paradorancy. *Acta Horticulturae*. 862: 279-281.
179. Nir, G., Lavee, S. (1993): Metabolic changes during cyanamide induced dormancy release in grapevines. *Acta Horticulturae*. 329: 271-274.
180. Nishiyama, I. (1976): Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. *Proceedings of the Crop Science Society of Japan*. 45(2): 254-262.
181. Nishiyama, I. (1995): Damage due to extreme temperatures. 769-812 p. - In: Matsuo, T., Kumazawa, K., Ishii, R., Ishihara, K., Hirata, H. (eds.): Science of the rice plant: Physiology. Tokyo: Food and Agriculture Policy Research Center.
182. Noble, A.C., Philbrick, K.C., Boulton, R.B. (1986): Comparison of sourness of organic acid anions at equal pH and equal titratable acidity. *Journal of Sensory Studies*. 1: 1-8.
183. Nyujtó, F. (1988): A kajszai fagyérzékenysége mérséklése nemesítési munkával. *Gyümölcs-Inform*. 10(1): 20-26.
184. Nyujtó, F., Banai, B.-né (1975): Előzetes közlemény a kajszibarack fajták termőrügyei téli morfogenezisének vizsgálatáról. *Gyümölcsstermesztés 2*: 15-20.
185. Nyujtó F., Surányi D. (1981) (szerk.): Kajszibarack. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
186. Nyujtó, F., Tomcsányi, P. (1959): A kajszibarack és termesztése. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.
187. Ohkawa, W., Moriya, S., Kanahama, K. & Kanayama, Y. (2008): Re-Evaluation of sorbitol metabolism in fruit from *Rosaceae* trees. *Acta Horticulturae*. 772: 159-163.

188. Ögren, E. (1999). Fall frost resistance in willows used for biomass production. II. Predictive relationship with sugar concentration and dry matter content. *Tree Physiology*. 19: 755-760.
189. Pakkish, Z., Rahemi, M., Baghizadeh, A. (2009): Seasonal changes of peroxidase, polyphenol oxidase enzyme activity and phenol content during and after rest in pistachio (*Pistacia vera* L.) flower buds. *World Applied Sciences Journal*. 6(9): 1193-1199.
190. Pallardy, S.G., Kozlowski, T.T. (2008): Physiology of woody plants. Burlington: Academic Press.
191. Palonen, P. (1999): Relationship of seasonal changes in carbohydrate and cold hardiness in canes and buds of three raspberry cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 124(5): 507-513.
192. Paquin, R., Bolduc, R., Zizka, J., Pelletier, G., Lechasseur, P. (1989): Tolérance au gel et teneur en sucres et en proline du collet du fraisier (*Fragaria ananassa* Duch.) durant l'hiver. *Canadian Journal of Plant Science*. 69: 945-954.
193. Parker, R.S. (1996): Absorption, metabolism, and transport of carotenoids. *FASEB J*. 10: 542-551.
194. Paydaş, S., Yilmaz, K.U., Kafkas, E. (2010): Detection of sugar composition of some apricot cultivars by high performance liquid chromatography. *Acta Horticulturae*. 862: 583-586.
195. Pedryc, A., Korbuly, J., Szabó, Z. (1999): Artificial frost treatment methods of stone fruits. *Acta Horticulturae*. 488: 377-380.
196. Pedryc, A., Korbuly, J., Sárdi, É. (2006): Relationship between sugar composition of the buds and frost tolerance in apricot cultivars. *Acta Horticulturae*. 701: 57-62.
197. Pedryc, A., Szabó, Z. (1995): Extention of ripening season of apricot due to breeding foreign cultivar introduction in Hungary. *Acta Horticulturae*. 384: 141-146.
198. Peng, S.-A., Iwahori, S. (1994): Morphological and cytological changes in apical meristem during flower bud differentiation of Japanese pear, *Pyrus pyrifolia* Nakai. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 63: 313-321.
199. Pereira, L.F., Goodwin, P.H., Erickson, L.E. (2000): Peroxidase activity during susceptible and resistant interactions between cassava (*Manihot esculenta*) and *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis* and *Xanthomonas cassavae*. *Journal of Phytopathology*. 148: 575-577.

200. Pérez-Pastor, A., Ruiz-Sánchez, M.C., Domingo, R., Torrecillas, A. (2004): Growth and phenological stages of 'Búilida' apricot trees in south-east Spain. *Agronomie*. 24: 93-100.
201. Pethő, F. (1984): Alma. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.
202. Porpáczy, A. (1964): A korszerű gyümölcstermelés elméleti kérdései. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
203. Pospišil, J., Dragović-Uzelac, V., Delonga, K., Levaj, B. (2002): Phenolic composition and sugar content in apricot juice cocktail produced from semi-products. *2nd Slovenian European Congress on Food and Nutrition, Ljubljana. Book of abstract*, 183 p.
204. Proebsting, E.L. (1970): Relation of fall and winter temperature to flower bud behavior and wood hardiness of deciduous fruit trees. *HortScience*. 5(5): 422-424.
205. Proebsting, E.L., Mills, H.H. (1966): A standardized temperature survival curve for dormant Elberta peach fruit buds. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*. 89: 85-90.
206. Quamme, H.A. (1974): An exothermic process involved in the freezing injury to flower buds of several *Prunus* species. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 99(4): 315-318.
207. Radi, M., Mahrouz, M., Jaouad, A., Tacchini, M., Aubert, S., Amiot, M.J. (1997): Phenolic composition, browning susceptibility, and carotenoid content of several apricot cultivars at maturity. *HortScience*. 32: 1087-1091.
208. Raese, J.T., Williams, M.W., Billingsley, H.D. (1978): Cold hardiness, sorbitol, and sugar levels of apple shoots as influenced by controlled temperature and season. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 103(6): 769-801.
209. Rice-Evans, C.A., Miller, N.J., Paganga, G. (1997): Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trend sin Plant Science*. 2(4): 152-159.
210. Richardson, A.C., Walton, E.F., Meekings, J.S., Boldingh, H.L. (2010): Carbohydrate changes in kiwifruit buds during the onset and release from dormancy. *Scientia Horticulturae*. 463-468.
211. Richardson, E.A., Seeley, S.D., Walker, D.R. (1974): A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. *HortScience*. 9:331-332.
212. Richmond, M.L., Brandao, S.C.C., Gray, J.I., Markakis, P., Stine, C.M. (1981): Analysis of simple sugars and sorbitol in fruit by high-performance liquid chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 29: 4-7.
213. Robertson, J.A., Meredith, F.I., Forbus, W.R. (1991): Changes in quality characteristics during peach (cv. 'Majestic') maturation. *Journal of Food Quality*. 14: 197-207.

214. Roitsch, T. (1999): Source-sink regulation by sugar and stress. *Current Opinion of Plant Biology*. 2: 198-206.
215. Rood, P. (1957): Development and evaluation of objective maturity indices for California freestone peaches. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*. 70: 104-112.
216. Ruiz, D., Campoy, J.A., Egea, J. (2007): Chilling and heat requirements of apricot cultivars for flowering. *Environmental and Experimental Botany*. 61: 254-263.
217. Ruiz, D., Egea, J., Gil, M.I., Tomás-Barberán, F.A. (2006): Phytonutrient content in new apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties. *Acta Horticulturae*. 717: 363-365.
218. Ryugo, K. (1988): Fruit culture: Its science and art. New York: John Wiley & Sons.
219. Saccani, G., Gherardi, S., Trifiró, A., Soresi Bordini, C., Calza, M., Freddi, C. (1995): Use of ion chromatography for the measurement of organic acids in fruit juices. *Journal of Chromatography A*. 706: 395-403.
220. Sanz, M.L., Villamiel, M., Martínez-Castro, I. (2004): Inositols and carbohydrates in different fresh fruit juices. *Food Chemistry*. 87: 325-328.
221. Sass-Kiss, A., Kiss, J., Milotay, P., Kerek, M.M., Tóth-Markus, M. (2005): Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. *Food Research International*. 38: 1023-1029.
222. Scalabrelli, G., Viti, R., Cinelli, F. (1991): Change in catalase activity and dormancy of apricot buds in response to chilling. *Acta Horticulturae*. 293: 267-274.
223. Scalzo, J., Politi, A., Pellegrini, N., Mezzetti, B., Battino, M. (2005): Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. *Nutrition*. 21: 207-213.
224. Schaefer, H. (1983): Seasonal changes and probable importance of peroxidase activity in woody parts of *Vitis*. *Vitis*. 22: 1-8.
225. Schmidt, A. (1924): Histologische Studien an phanerogamen Vegetationspunkten. *Botanisches Archiv*. 8: 345-404.
226. Scofield, S., Murray, J.A.H. (2006): The evolving concept of the meristem. *Plant Molecular Biology*. 60: v-vii.
227. Sebők, Sz. (1993): A mikrosporogenezis jelentősége a kajszibarack nemesítési alapanyagainak megítélésében. Szakdolgozat. KÉE. Budapest.
228. Seeley, S.D. (1994): Dormancy: the black box. *HortScience*. 29(11):1248.
229. Seif, S.A. (1990): Dormancy of apricot buds and seeds. *Gartenbauwissenschaft*. 55(6): 280-281.
230. Shannon, L.M., Kay, E., Lew, J.W. (1966): Peroxidase Isozymes from Horseradish Roots. *Journal Biological Chemistry*. 241(9): 2166-2172.

231. Shivanna, K.R.; Johri, B.M. (1985): The angiosperm pollen. New Delhi: Wiley Eastern Limited. 5-52.
232. Shui, G., Leong, L.P. (2002): Separation and determination of organic acids and phenolic compounds in fruit juices and drinks by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*. 977: 89-96.
233. Sies, H. (1997): Oxidative stress: oxidants and antioxidants. *Experimental Physiology*. 82: 291-295.
234. Silva, B.M., Andrade, P.B., Valentão, P., Ferreres, F., Seabra, R.M., Ferreira, M.A. (2004): Quince (*Cydonia oblonga* Miller) fruit (pulp, peel, and seed) and jam: Antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52: 4405-4712.
235. Singleton, V.L., Rossi, J.A. (1965): Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*. 16: 144-158.
236. Smykov, V.K. (1975): Programma i metodika selekcii. Kultura abrikosa v neorosajemych uslovijach Moldavii. II. 37-44.
237. Solohov, A.M. (1970): Anatomico-morfologičeskije osobennosťi zimosztojkoszty cvetkovüh pocsek abrikosza. Abrikosz. Jerevan: Ajasztan. 231-237.
238. Sótónyi, P., Szabó, Z., Nyéki, J., Benedek, P., Soltész, M. (2000): Pollen morphology of fruit species. *International Journal of Horticultural Science*. 6(3): 49-57.
239. Souci, S.W., Fachmann, W., Kraut, H. (2008): Food Composition and Nutrition tables. 7th ed. Stuttgart: Medpharm Scientific Publication. 1029-1032.
240. Štampar, F., Usenik, V., Dolenc-Šturm, K. (1999): Evaluating of some quality parameters of different apricot cultivars using HPLC method. *Acta Alimentaria*. 28(4): 297-309.
241. Steeves, T.A. (2006): The shoot apical meristem: an historical perspective. *Canadian Journal of Botany*. 84: 1629-1633.
242. Stefanovits, P. (1963): Duna-völgy. 214-217 p.– In: Magyarország talajai. Második kiadás. Budapest: Akadémiai Kiadó.
243. Stewart, T. A., Dermen, H. (1970): Determination of number and mitotic activity of shoot apical initial cells by analysis of mericlinal chimeras. *American Journal of Botany*. 57: 816-826.
244. Surányi, D. (2003): A kajszi jelentősége, termesztésének története és helyzete. 11-29 p. – In: Péntes, B., Szalay, L. (szerk.): Kajszi. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
245. Surányi, D., Molnár, L. (1981): A kajszi barackfa élettana. 177-223 p. – In: Nyujtó, F., Surányi, D. (szerk.): Kajszi barack. Budapest: Mezőgazda Kiadó.

246. Suryiapananont, S., Suryiapananont, V., Tuntawiroon, O. (1990): Flower bud development of plum variety 'Gulfruby' in Thailand. *Acta Horticulturae*. 279: 253-257.
247. Szabó, Z. (2002): Csonthéjas gyümölcsűek termésbiztonságának egyes tényezői. Akadémiai doktori értekezés. Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Debrecen.
248. Szabó, Z., Nyéki, J., Soltész, M. (2002): Kajszi. 246-257 p. – In: Nyéki, J., Soltész, M., Szabó, Z. (szerk.) Fajtatársítás a gyümölcstevényekben. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
249. Szabó, Z., Soltész, M., Bubán, T., Nyéki J. (1995): Low winter temperature injury to apricot flower buds in Hungary. *Acta Horticulturae*. 384:273-276.
250. Szabó, Z., Szalay, L. (2001): Kajszi. 198-215 p. – In: G. Tóth M. (szerk.): Gyümölcsészet. Nyíregyháza: Primom.
251. Szalay, L. (2001): Kajszi- és őszibarackfajták fagy- és téltűrése. Doktori értekezés. Szent István Egyetem, Budapest.
252. Szalay, L. (2003a): A virágrügyek kialakulása és fejlődése. 162-167 p. – In: Péntes, B., Szalay, L. (szerk.): Kajszi. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
253. Szalay, L. (2003b): Gyümölcsfejlődés és -érés. 203-209 p. – In: Papp, J. (szerk.): Gyümölcstermesztési alapismeretek I. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
254. Szalay, L. (2006): Comparison of flower bud development in almond, apricot and peach genotypes. *International Journal of Horticultural Science*. 12(2): 93-98.
255. Szalay, L. (2009): Kajszi. 127-136 p. – In: Tóth, M. (szerk.): Gyümölcsfaj- és fajtaismeret egyetemi jegyzet. Budapest: Budapesti Corvinus Egyetem, Gyümölcstermő Növények Tanszék.
256. Szalay, L., Balla, Cs. (2003): Szüret, szüret utáni műveletek. 338-370 p. – In: Péntes, B., Szalay, L. (szerk.): Kajszi. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
257. Szalay, L., Hegedűs, A., Stefanovits-Bányai, É. (2005): Polyphenol oxidase enzymes against freezing stress in peach (*Prunus persica* L. Batsch.). *Acta Biologica Szegediensis*. 49: 121-122.
258. Szalay, L., Papp, J., Szabó, Z., Nyéki, J. (2000): Floral bud development, blooming time and fertility relations of some Romanian apricot varieties in Hungary. *International Journal of Horticultural Science*. 6(3): 41-43.
259. Szalay, L., Papp, J., Pedryc, A., Szabó, Z. (2006): Diversity of apricot varieties based on traits determining winter hardiness and early spring frost tolerance of floral buds. *Acta Horticulturae*. 701: 131-134.
260. Szalay, L., Pedryc, A., Szabó, Z. (1997): Magyar nemesítésű kajszi-barack fajták virágrügyeinek a nyugalmi állapota és fagyűrése. *Új Kertgazdaság*. 3(3): 32-39.

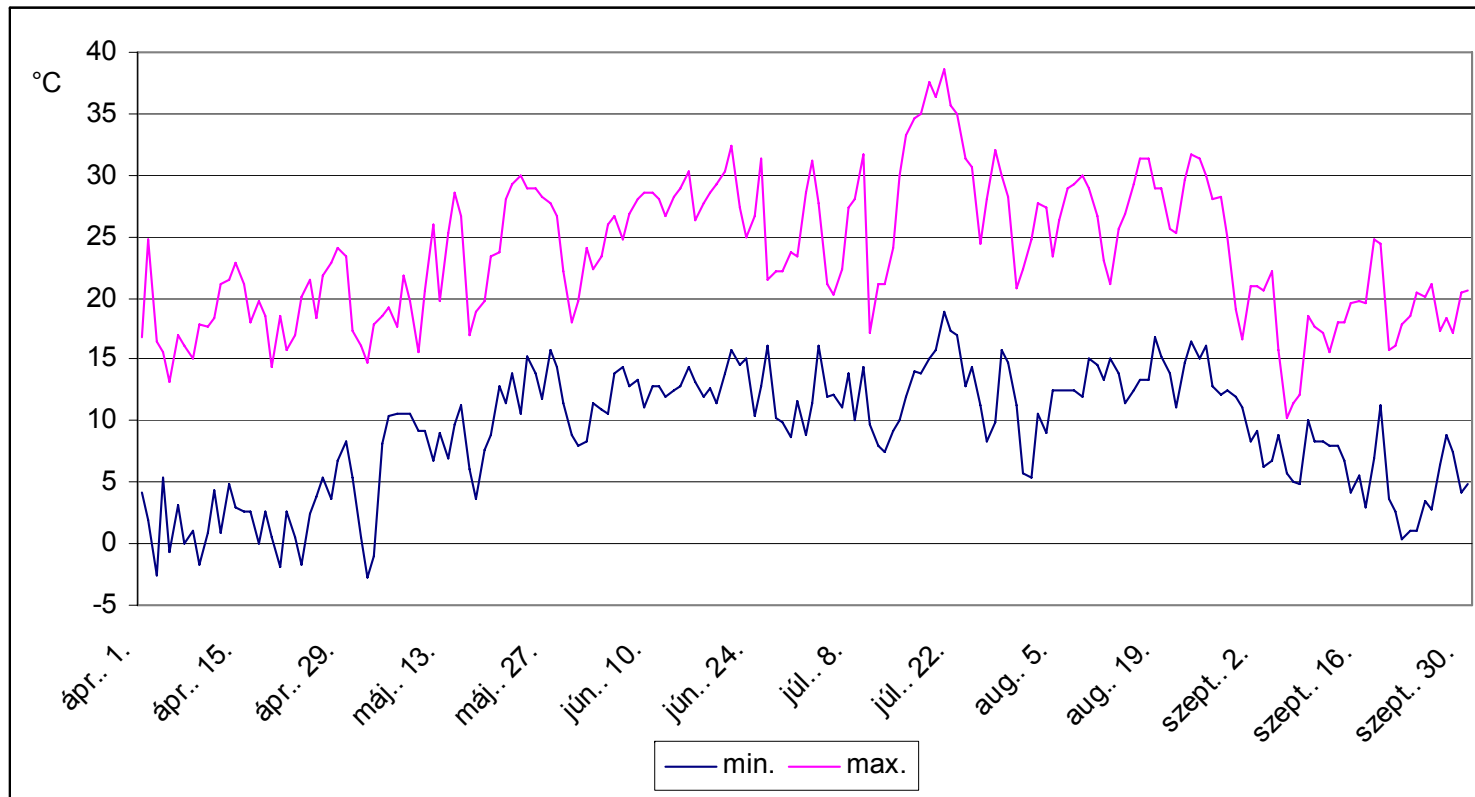
261. Szalay, L., Pedryc, A., Szabó, Z. (1999): Dormancy and cold hardiness of flower buds of some Hungarian apricot varieties. *Acta Horticulturae*. 488: 315-319.
262. Szalay, L., Timon, B., Végvári, Gy. (2008): Modelling the phenological process of dormancy in frost-sensitive stone fruit species in the central part of the Carpatian Basin. *Acta Horticulturae*. 803: 117-122.
263. Szecskó, V., Hrotkó, K., Stefanovits-Bányai, É. (2002): Seasonal variability in phenol content, peroxidase and polyphenoloxidase enzyme activity during the dormant season in plum rootstocks. *Proceedings of the 7th Hungarian Congress on Plant Physiology*. 211-212.
264. Szewczuk, A., Gudarowska, E., Dereń, D. (2007): The estimation of frost damage of some peach and sweet cherry cultivars after winter 2005/2006. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 15: 55-63.
265. Szigeti, Z. (2002): Növények és a stressz. 950-1019 p. – In: Láng, F. (szerk.): Növényélettan. A növényi anyagcsere 1-2. Budapest: ELTE Eötvös Kiadó.
266. Tétényi, P-né (1965): A kajszai nyugalmi állapotának élettani kérdései. Doktori értekezés. Kertészeti és Szőlészeti Főiskola, Budapest.
267. Timon, B. (1992): Őszibarack. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
268. Thakur, P., Kumar, S., Malik, J.A., Berger, J.D., Nayyar, H. (2010): Cold stress effects on reproductive development in grain crops: An overview. *Environmental and Experimental Botany*. 67: 429-443.
269. Tomás-Barberán, F.A., Robins, R.J. (1997): Phytochemistry of fruit and vegetables. Oxford: Oxford University Press.
270. Tromp, J. (2005a): Dormancy. 65-73 p. – In: Tromp, J. Webster, A.D., Wertheim, S.J. (ed.): Fundamentals of Temperate zone Tree Fruit Production. Leiden: Backhuys Publishers.
271. Tromp, J. (2005b): Flower-bud formation. 204-215 p. – In: Tromp, J. Webster, A.D., Wertheim, S.J. (ed.): Fundamentals of Temperate zone Tree Fruit Production. Leiden: Backhuys Publishers.
272. Tufts, W.P., Morrow, E.B. (1925): Fruit-bud differentiation in deciduous fruits. *Hilgardia*. 9: 1-14.
273. Tumanov, I.I., Krasavtsev, O.A. (1959): Hardening of northern woody plants in temperature below zero. *Soviet Plant Physiology*. 6: 654-667.
274. Ugras, M.Y., Kurus, M., Ates, B., Soylemez, H., Otlu, A., Yilmaz, İ. (2010): *Prunus armeniaca* L. (apricot) protects rat testes from detrimental effects of low-dose x-rays. *Nutrition Research*. 30: 200-208.

275. Vasilakakis, M., Koukouryannis, V. (1999): Apricot production in Greece. *Acta Horticulturae*. 488: 43-50.
276. Vavilov, N.I. (1951): Phytogeographical basis of plant breeding 13–54 p. - In: Chester, K.S. (transl.), *The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants*. New York: *Chronica Botanica*. 13: 364 p.
277. Versari, A., Parpinello, G.P., Mattioli, A.U., Galassi, S. (2008): Characterisation of Italian commercial apricot juices by high-performance liquid chromatography analysis and multivariate analysis. *Food Chemistry*. 1087: 334-340.
278. Vincour, B., Altman, A. (2005): Recent advances in engineering plant tolerance to abiotic stress: achievements and limitations. *Current Opinion in Biotechnology*. 16: 123-132.
279. Vinson, J.A., Su, X., Zubik, L., Bose, P. (2001): Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49: 5315-5321.
280. Viti, R., Andreini, L., Ruiz, D., Egea, J., Bartolini, S., Iacona, C., Campoy, J.A. (2010): Effect of climatic conditions on the overcoming of dormancy in apricot flower buds in two Mediterranean areas: Murcia (Spain) and Tuscany (Italy). *Scientia Horticulturae*. 124: 217-224.
281. Viti, R., Bartolini, S., Guerriero, R. (2006): Apricot floral biology: The evolution of dormancy and the appearance of bud anomalies in several Italian genotypes. *Advances in horticultural science*. 20: 267-274.
282. Viti, R., Monteleone, P. (1991): Observations on flower bud growth in some low yield varieties of apricot. *Acta Horticulturae*. 293: 319-326.
283. Wang, J., Ye, S., He, X.L., Lu, Q.J. (2006): Firmness and sugar content of Shangfen peach. *European Journal of Horticultural Science*. 71: 165-168.
284. Wang, S.Y., Jiao, H.J., Faust, M. (1991): Changes in the activity of catalase, peroxidase, and polyphenol oxidase in apple buds during bud break induced by thidiazuron. *Journal of Plant Growth Regulation*. 10: 33-39.
285. Webster, A.D. (2005): Shoot growth. 120-135 p. – In: Tromp, J. Webster, A.D., Wertheim, S.J. (ed.): *Fundamentals of Temperate zone Tree Fruit Production*. Leiden: Backhuys Publishers.
286. Weinberger, J.H. (1967): Some temperature relation in natural breaking of the rest of peach flower buds in the San Joaquin Valley, California. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*. 91: 84-89.
287. Weiser, C.J. (1970): Cold resistance and acclimation in woody plants. *HortScience*. 5(5): 403-410.

288. Westwood, M.N. (1993): *Temperate-Zone Pomology. Physiology and Culture*. Portland: Timber Press.
289. Wetmore, R.H., Gifford, E.M., Cornet Green, M. (1959): Development of vegetative and floral buds. 255-273 p. – In: Withrow, R.B. (ed.): *Photoperiodism and related phenomena in plants and animals*. Washington DC: American Association for the Advancement of Science.
290. Wills, R.B.H, Scriven, F.M., Greenfield, H. (1983): Nutrient composition of stone fruit (*Prunus* spp.) cultivars: apricot, cherry, nectarine, peach and plum. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 34: 1383-1389.
291. Wucherpfennig, K. (1976): Adulteration of the juices of pome, stone and berry fruits and its detection. *Flüssiges Obst*. 43: 214-226.
292. Zaicz, G. (szerk.) (2006): *Etimológiai szótár: Magyar szavak és toldalékok eredte*. Budapest: Tinta Kiadó.
293. Zamani, A., Attar, F., Maroofi, H. (2010): Pollen morphology of the genus *Pyrus* (*Rosaceae*) in Iran. *Acta Biologica Szegediensis*. 54(1): 51-56.
294. Zayan, A.Z. (1981): Különböző kajszibarack fajták hidegtúrásának alakulása szénhidrát, fehérje és az aminosavtartalom függvényében. Kandidátusi értekezés. Budapest: MTA.
295. Zhang, L., Chen, X., Chen, X., Zhang, C., Liu, X., Ci, Z., Zhang, H., Wu, C., Liu, C. (2008): Identification of self-incompatibility (S-) genotypes of Chinese apricot cultivars. *Euphytica*. 160: 241–248.
296. Zhi-you, Y., Xian-li, L., Xing-guo, H., Tian-li, Y. (2003): Effect of temperature and several chemicals on metabolic changes during dormancy release in NJ72 nectarine. *Agricultural Science in China*. 2(5): 549-555.
297. Zulueta, A., Esteve, M.J., Frígola, A. (2007): Carotenoids and color of fruit juice and milk beverage mixtures. *Journal of Food Science*. 72: C457-C463.

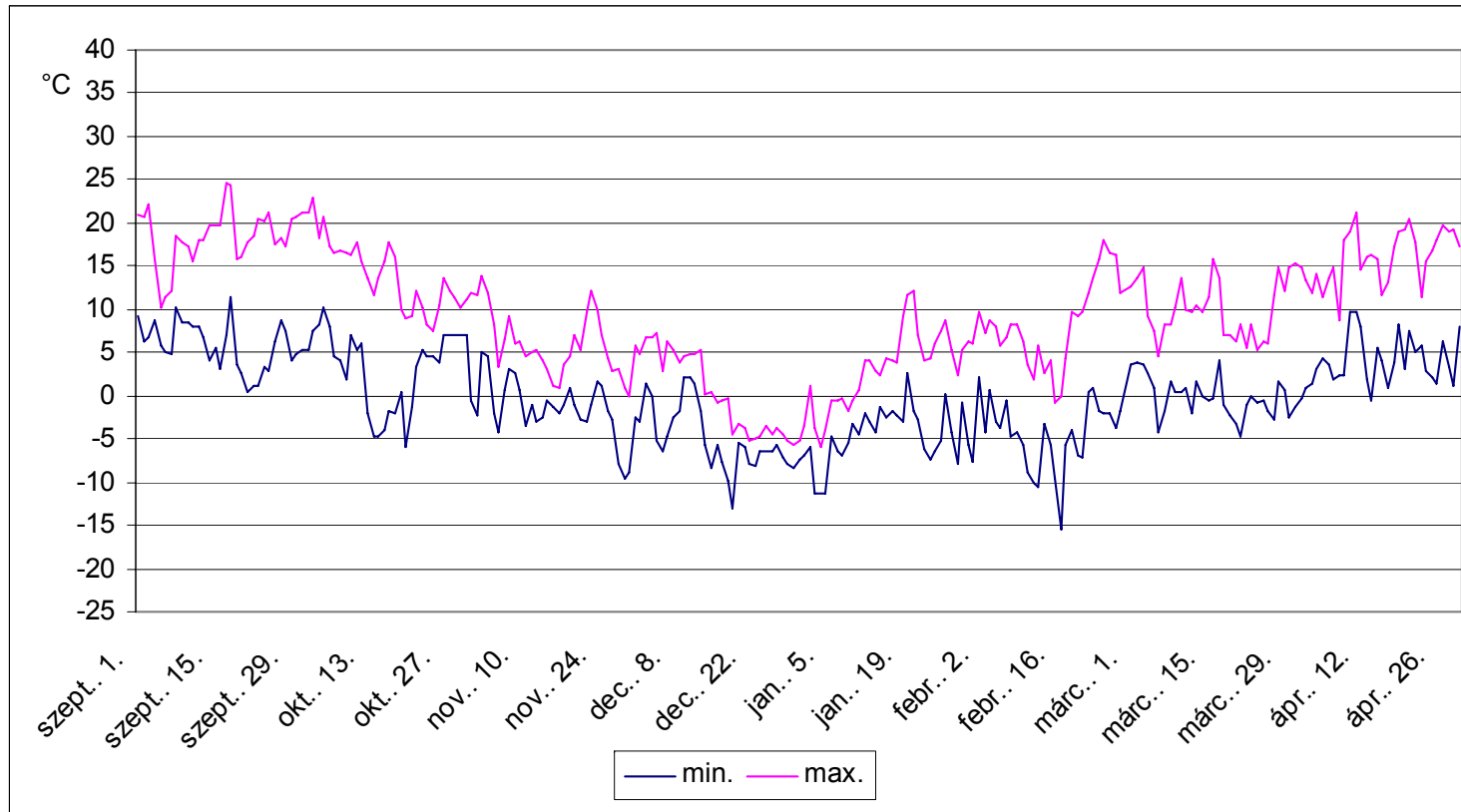
M.2. melléklet: Meteorológiai adatok
M.2.1. melléklet

Soroksár 2007.



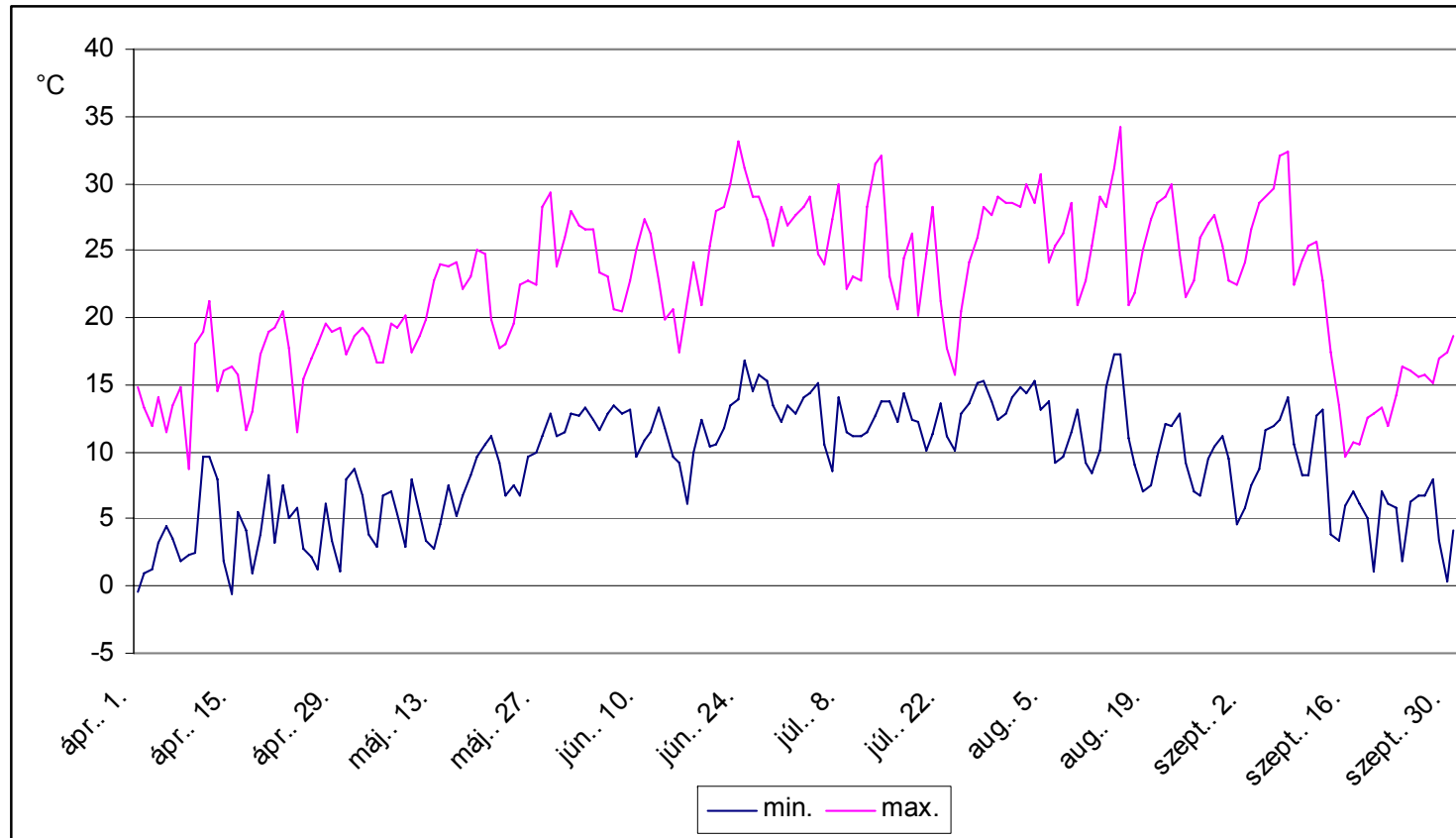
M.2.2. melléklet

Soroksár 2007/2008



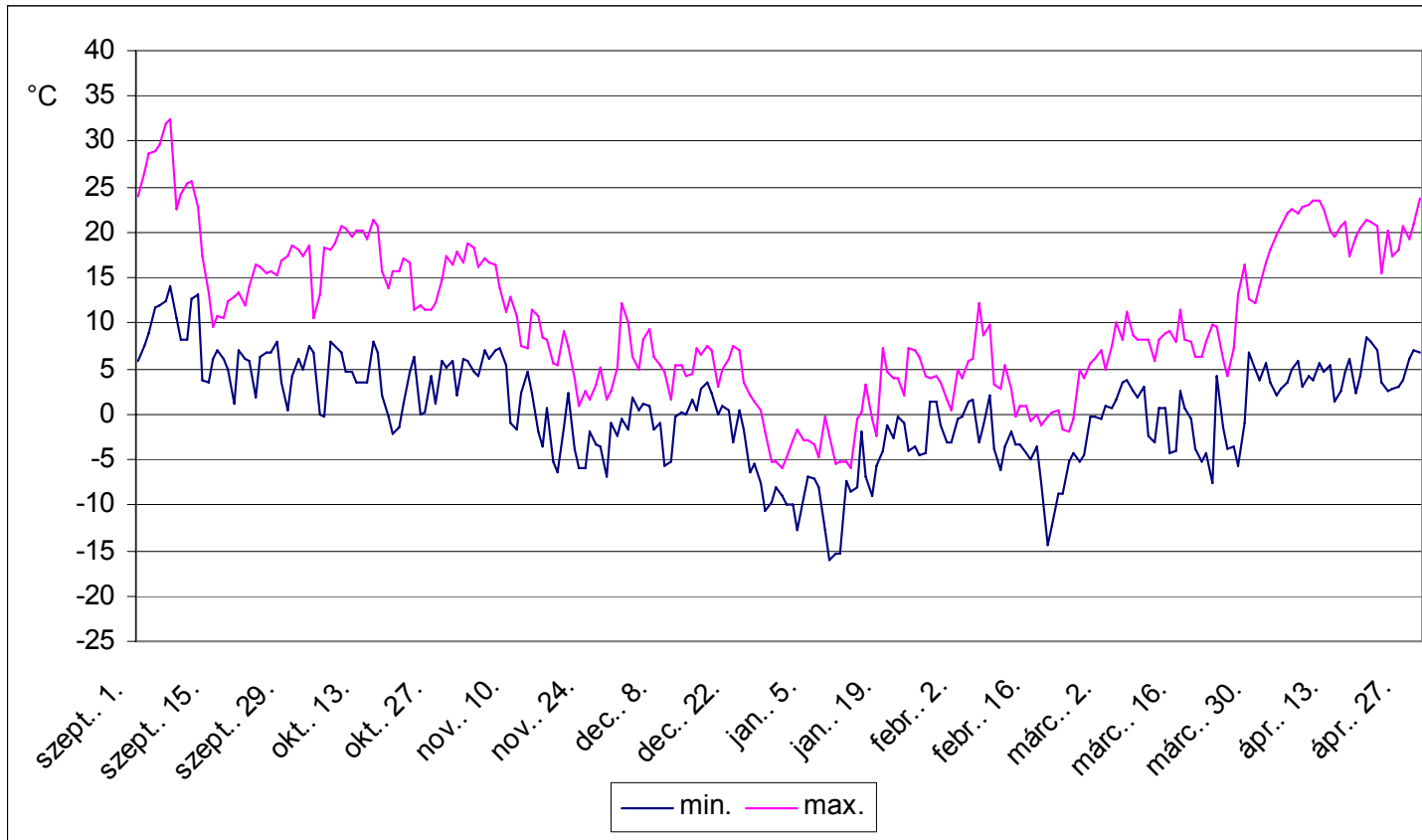
M.2.3. melléklet

Soroksár 2008.



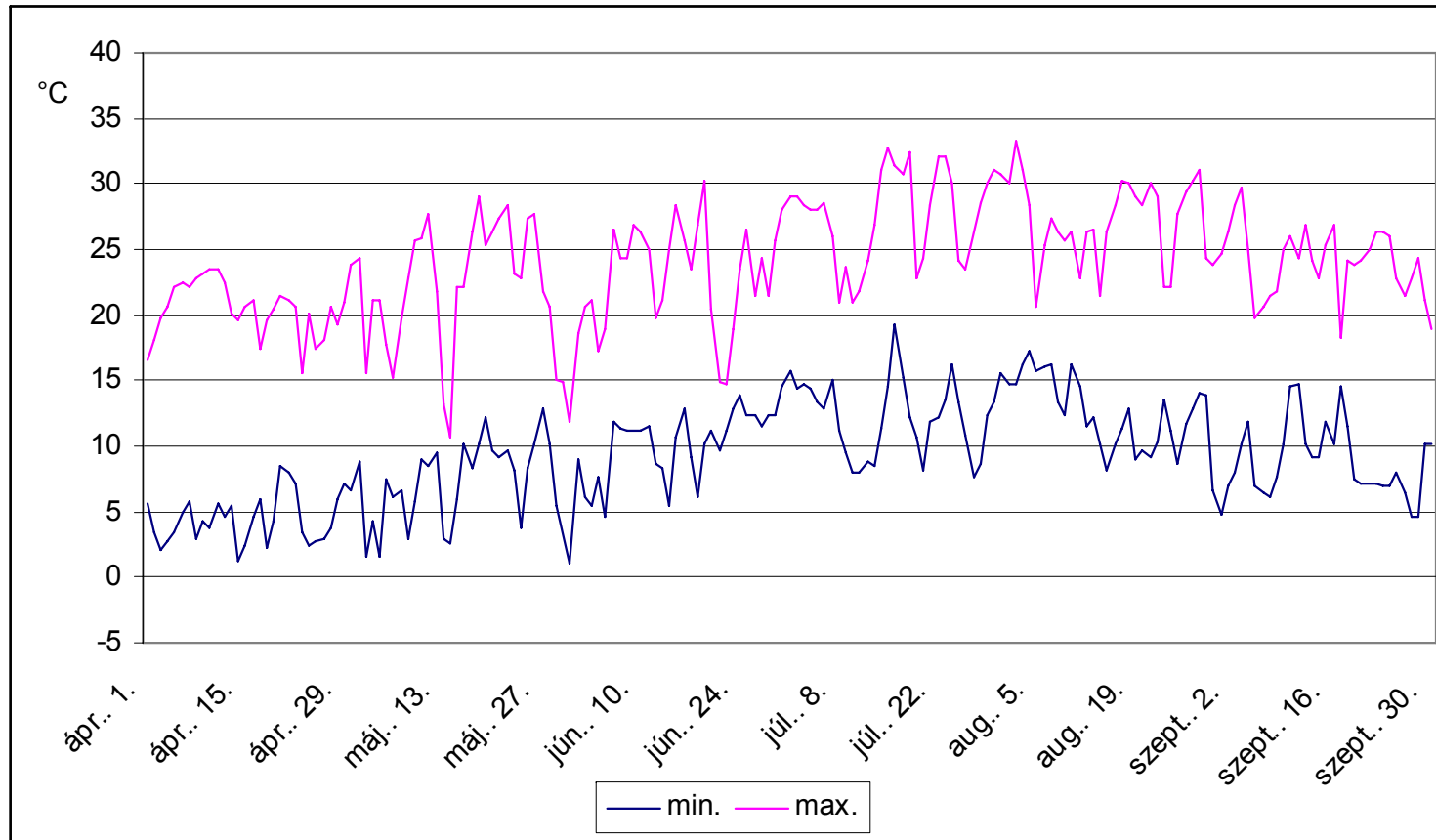
M.2.4. melléklet

Soroksár 2008/2009



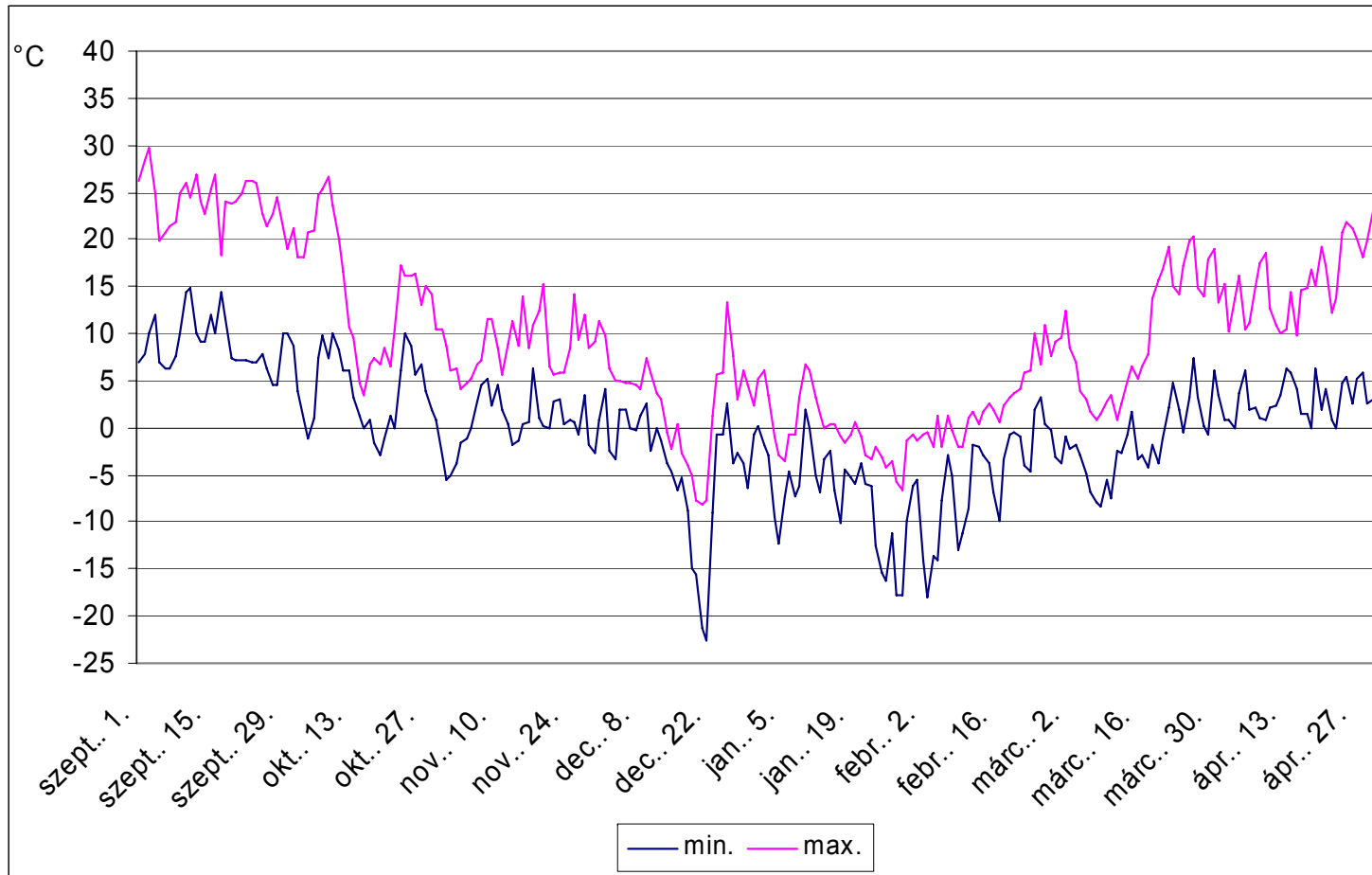
M.2.5. melléklet

Soroksár 2009.



M.2.6. melléklet

Soroksár 2009/2010



M.3. melléklet: A rügynyugalom statisztikai elemzése

M.3.1. melléklet: Öt kajszifajta közötti különbségek elemzése az egyes stádiumokban az előnyugalom során 2007-ben

Fajta	0. stádium*		1. stádium		2. stádium		3. stádium		4. stádium	
	hosszú hajtás	nyárs	hosszú hajtás	nyárs	hosszú hajtás	nyárs	hosszú hajtás	nyárs	hosszú hajtás	nyárs
Ceglédi bíborkajsz	7,90 ± 0,9 b	6,00 ± 0,7 a	7,00 ± 0,7 c	5,10 ± 0,8 a	4,95 ± 0,8 a	5,10 ± 0,7 a	7,95 ± 0,7 d	6,00 ± 0,9 a	4,05 ± 0,7 a	4,05 ± 0,7 a
Harcot	9,00 ± 0,7 c	7,05 ± 0,8 b	7,05 ± 0,8 c	7,00 ± 0,7 c	6,00 ± 0,8 b	5,95 ± 0,7 b	8,00 ± 0,9 d	5,90 ± 0,7 a	5,00 ± 0,7 b	4,05 ± 0,6 a
Gönci magyar kajsz	14,95 ± 1,0 f	13,00 ± 0,8 d	6,95 ± 0,7 c	7,00 ± 0,7 c	10,00 ± 0,8 d	7,90 ± 0,7 c	9,95 ± 0,9 e	7,95 ± 0,6 d	6,95 ± 0,8 d	7,00 ± 0,7 d
Bergeron	19,05 ± 0,8 g	13,95 ± 0,6 e	5,95 ± 0,5 b	5,00 ± 0,6 a	10,05 ± 0,9 d	7,95 ± 0,6 c	7,05 ± 0,6 b	7,10 ± 0,6 bc	7,05 ± 0,5 d	7,00 ± 0,6 d
Rózsakajsz C.1406	22,85 ± 0,9 h	15,00 ± 0,7 f	5,10 ± 0,6 a	5,05 ± 0,7 a	7,90 ± 0,8 c	7,95 ± 0,6 c	7,90 ± 0,7 cd	8,00 ± 0,7 d	5,95 ± 0,7 c	6,05 ± 0,7 c

* augusztus 1-től az 1. stádium bekövetkeztéig eltelt napok száma
középérték ± standard hiba, p<0,05

M.3.2. melléklet: Öt kajszifajta közötti különbségek elemzése az egyes stádiumokban az előnyugalom során 2008-ban

Fajta	0. stádium*		1. stádium		2. stádium		3. stádium		4. stádium	
	hosszú hajtás	nyárs	hosszú hajtás	nyárs	hosszú hajtás	nyárs	hosszú hajtás	nyárs	hosszú hajtás	nyárs
Ceglédi bíborkajsz	10,05 ± 0,9 c	7,95 ± 0,9 a	6,00 ± 0,7 b	4,05 ± 0,6 a	5,05 ± 0,7 a	7,95 ± 0,8 d	10,00 ± 0,7 e	7,90 ± 1,0 d	7,00 ± 0,6 c	7,05 ± 0,7 c
Harcot	9,90 ± 1,0 bc	9,10 ± 0,9 b	8,00 ± 0,7 c	4,10 ± 0,7 a	8,95 ± 0,9 d	8,05 ± 1,0 e	8,00 ± 0,7 d	6,90 ± 0,7 c	7,95 ± 1,1 d	9,95 ± 0,8 e
Gönci magyar kajsz	16,90 ± 0,9 f	11,95 ± 0,8 d	5,90 ± 0,7 b	4,10 ± 0,7 a	4,90 ± 0,9 a	6,95 ± 0,7 c	6,05 ± 0,7 b	4,95 ± 0,8 a	6,05 ± 0,6 b	5,05 ± 0,7 a
Bergeron	18,95 ± 0,8 g	13,90 ± 0,9 e	8,00 ± 0,7 c	6,00 ± 0,7 b	8,00 ± 0,7 d	6,00 ± 0,8 a	10,00 ± 0,7 e	9,95 ± 0,8 e	8,05 ± 0,6 d	7,00 ± 0,7 c
Rózsakajsz C.1406	19,90 ± 1,0 h	14,00 ± 0,9 e	8,00 ± 0,7 c	4,05 ± 0,6 a	5,95 ± 0,8 a	7,95 ± 0,8 d	6,90 ± 0,7 c	7,00 ± 0,4 c	5,00 ± 0,7 a	6,00 ± 0,6 b

* augusztus 1-től az 1. stádium bekövetkeztéig eltelt napok száma
középérték ± standard hiba, p<0,05

M.3.3. melléklet: Öt kajszifajta közötti különbségek elemzése az egyes stádiumokban az előnyugalom során 2009-ben

Fajta	0. stádium*		1. stádium		2. stádium		3. stádium		4. stádium	
	hosszú hajtás	nyárs	hosszú hajtás	nyárs	hosszú hajtás	nyárs	hosszú hajtás	nyárs	hosszú hajtás	nyárs
Ceglédi bíborkajszi	12,05 ± 0,7 c	5,95 ± 0,6 a	5,95 ± 0,8 c	4,05 ± 0,6 a	5,95 ± 0,5 b	6,00 ± 0,7 b	7,95 ± 0,6 d	7,00 ± 0,4 c	6,00 ± 0,7 b	7,95 ± 0,6
Harcot	12,95 ± 0,6 d	7,00 ± 0,6 b	7,00 ± 0,6 d	6,00 ± 0,7 c	6,95 ± 0,8 c	6,95 ± 0,6 c	7,90 ± 0,9 d	8,95 ± 0,7 e	6,95 ± 0,7 c	6,95 ± 0,8 c
Gönci magyar kajszi	17,95 ± 0,7 e	11,95 ± 0,6 c	6,00 ± 0,7 c	5,10 ± 0,8 b	6,10 ± 0,6 b	6,05 ± 0,6 b	5,00 ± 0,7 a	6,05 ± 0,6 b	5,00 ± 0,7 a	5,00 ± 0,5 a
Bergeron	21,95 ± 0,8 g	18,95 ± 0,8 f	7,00 ± 0,6 d	8,05 ± 0,8 e	6,00 ± 0,5 b	5,00 ± 0,9 a	6,00 ± 0,7 b	7,00 ± 0,7 c	7,10 ± 0,6 c	5,00 ± 0,7 a
Rózsakajszi C.1406	22,00 ± 0,7 g	18,05 ± 1,0 e	7,90 ± 0,7 e	6,05 ± 0,7 c	6,00 ± 0,8 b	8,00 ± 0,7 d	7,00 ± 0,7 c	6,95 ± 0,6 c	6,00 ± 0,7 b	5,00 ± 0,8 a

* augusztus 1-től az 1. stádium bekövetkeztéig eltelt napok száma
közéérték ± standard hiba, p<0,05

M.3.4. melléklet: Három magyar kajszifajta mikrosporogenezis ütemének változása 2007/2008 telén

Fajta	Füzér		Anyasejt		Tetrád		Mikrospóra		Pollen	
	vessző	nyárs	vessző	nyárs	vessző	nyárs	vessző	nyárs	vessző	nyárs
Ceglédi bíborkajszi	10,90 ± 1,1 c	10,10 ± 0,9 c	6,00 ± 0,8 a	5,90 ± 0,8 a	8,20 ± 0,9 a	8,05 ± 0,8 a	19,95 ± 0,9 b	21,75 ± 0,7 c	18,95 ± 0,9 c	20,05 ± 0,7 d
Gönci magyar kajszi	8,95 ± 0,8 b	8,95 ± 0,7 b	6,95 ± 0,7 b	6,00 ± 0,8 a	9,00 ± 0,6 b	8,10 ± 0,6 a	17,90 ± 0,6 a	19,95 ± 0,7 b	18,10 ± 0,6 b	19,05 ± 0,7 c
Rózsakajszi C.1406	8,00 ± 0,5 a	8,00 ± 0,9 a	8,90 ± 0,8 c	9,05 ± 0,7 c	9,00 ± 0,6 b	9,05 ± 0,9 b	18,10 ± 1,0 a	18,05 ± 0,7 a	13,00 ± 1,0 a	13,10 ± 0,6 a

közéérték ± standard hiba, p<0,05

M.3.5. melléklet: Három magyar kajszifajta mikrosporogenezis ütemének változása 2008/2009 telén

Fajta	Füzér		Anyasejt		Tetrád		Mikrospóra		Pollen	
	vessző	nyárs	vessző	nyárs	vessző	nyárs	vessző	nyárs	vessző	nyárs
Ceglédi bíborkajszi	14,95 ± 0,7 e	13,90 ± 0,8 d	12,90 ± 1,2 c	11,95 ± 0,9 b	9,95 ± 0,7 c	10,05 ± 0,6 c	13,95 ± 0,7 d	13,90 ± 0,8 d	12,00 ± 0,8 a	12,10 ± 1,0 ab
Gönci magyar kajszi	10,15 ± 0,9 c	8,90 ± 0,8 b	12,00 ± 0,8 b	11,95 ± 0,8 b	8,00 ± 0,7 a	8,05 ± 0,8 a	13,00 ± 0,8 c	12,10 ± 0,8 b	12,95 ± 1,1 bc	12,00 ± 1,0 a
Rózsakajszi C.1406	8,05 ± 0,8 a	8,00 ± 1,0 a	8,95 ± 0,8 a	8,95 ± 0,8 a	8,95 ± 0,6 b	9,00 ± 0,8 b	8,10 ± 0,8 a	8,05 ± 0,8 a	13,00 ± 0,8 c	11,90 ± 0,8 a

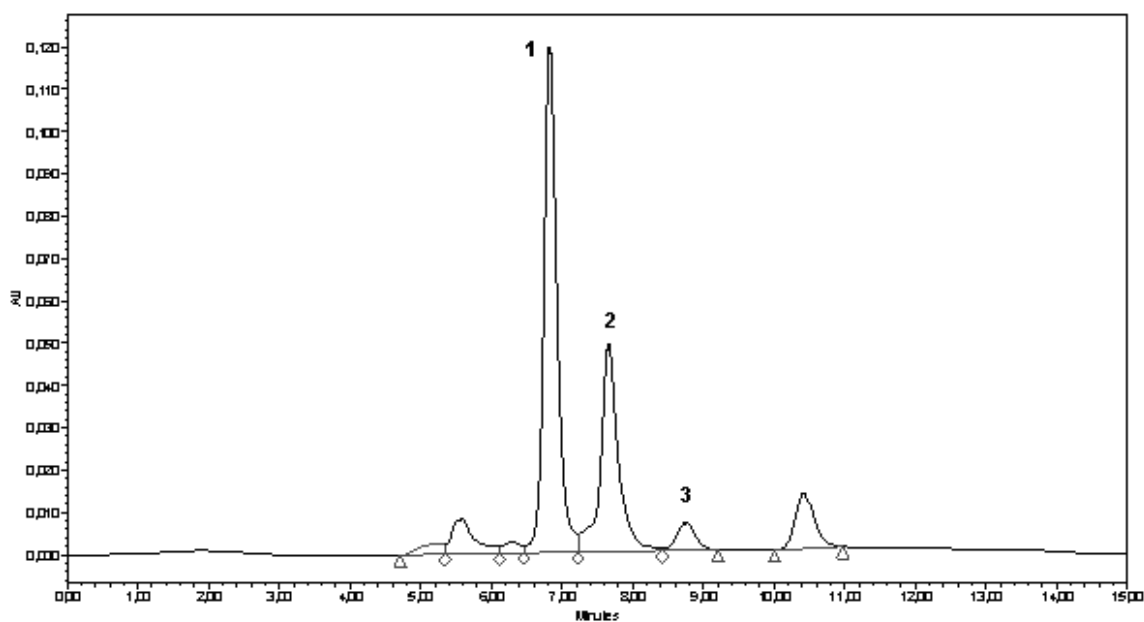
középérték ± standard hiba, p<0,05

M.3.6. melléklet: Három magyar kajszifajta mikrosporogenezis ütemének változása 2009/2010 telén

Fajta	Füzér		Anyasejt		Tetrád		Mikrospóra		Pollen	
	vessző	nyárs	vessző	nyárs	vessző	nyárs	vessző	nyárs	vessző	nyárs
Ceglédi bíborkajszi	7,05 ± 0,7 a	7,00 ± 0,6 a	6,90 ± 0,7 b	5,95 ± 0,7 a	8,95 ± 0,7 a	10,00 ± 0,8 b	19,90 ± 0,8 c	21,75 ± 1,3 d	20,75 ± 0,6 e	20,05 ± 0,7 e
Gönci magyar kajszi	7,90 ± 0,8 b	7,00 ± 0,8 a	6,95 ± 0,8 b	5,95 ± 0,8 a	10,00 ± 0,8 b	10,00 ± 0,8 b	18,00 ± 0,8 b	19,95 ± 1,2 c	16,95 ± 0,7 c	19,05 ± 1,0 d
Rózsakajszi C.1406	9,05 ± 0,7 c	7,00 ± 0,8 a	8,00 ± 0,8 c	7,95 ± 0,7 c	9,00 ± 0,8 a	9,00 ± 0,6 a	16,10 ± 0,9 a	17,95 ± 0,7 b	13,05 ± 0,8 a	13,95 ± 0,7 b

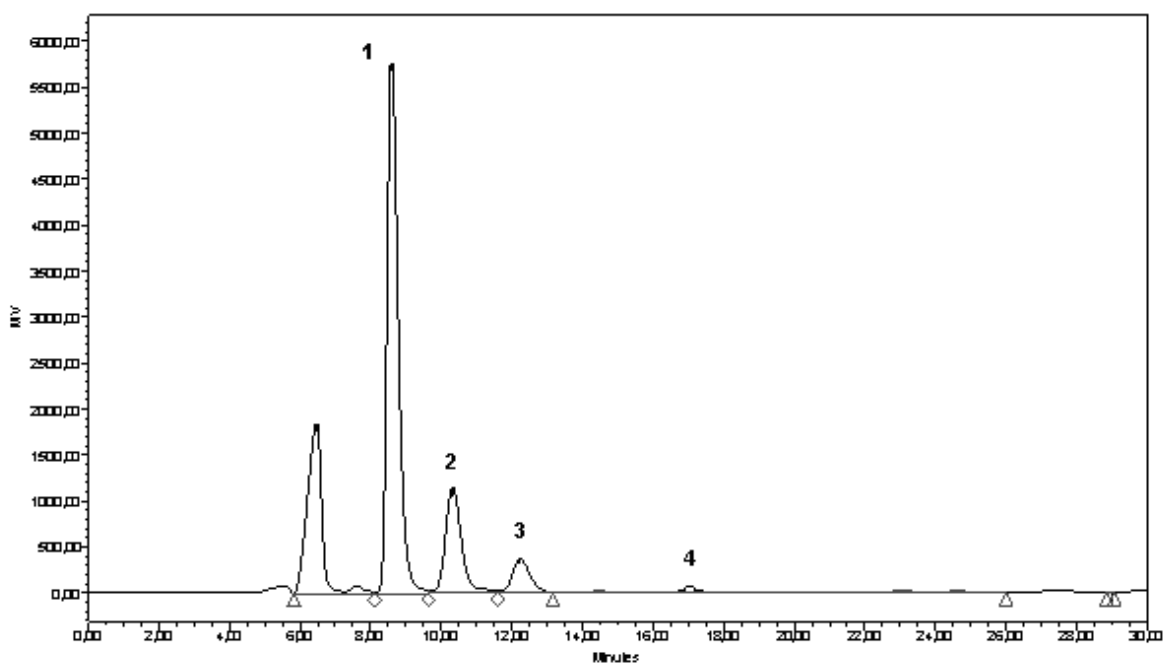
középérték ± standard hiba, p<0,05

M.4.1. melléklet: Szerves savak kromatogramja 90 %-os érettségben lévő kajszinál



Csúcsok számozása: 1: citromsav; 2: alma sav; 3: borostyánkősav

M.4.2. melléklet: Szénhidrátok kromatogramja 90 %-os érettségben lévő kajszinál



Csúcsok számozása: 1: szacharóz; 2: glükóz; 3: fruktóz; 4: szorbitol

M. 4.3. melléklet: A gyümölcsfejlődés és –érés vizsgálat mintaszedésének időpontja (2009)

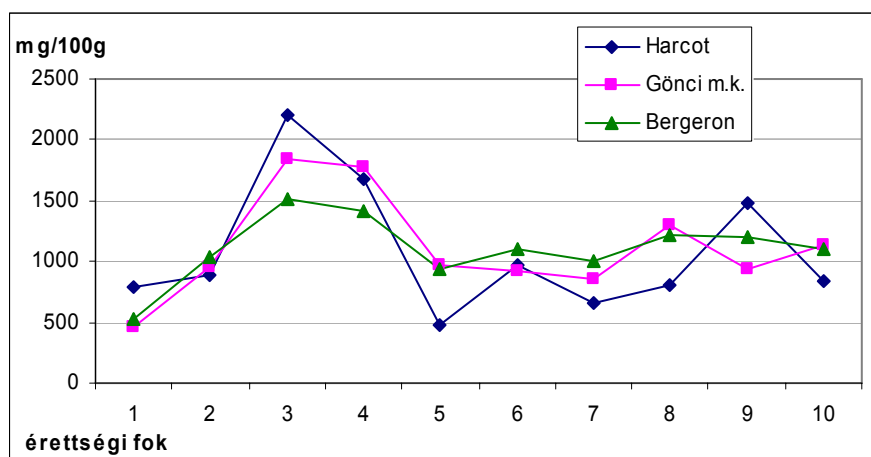
Fajta	Szedési idő									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Harcot	ápr. 15.	ápr. 28.	máj. 13.	máj. 27.	jún. 14.	jún. 20.	jún. 28.	júl. 03.	júl. 05.	júl. 07.
Gönci magyar kajszli	ápr. 15.	ápr. 28.	máj. 13.	máj. 27.	jún. 16.	jún. 22.	jún. 30.	júl. 08.	júl. 10.	júl. 13.
Bergeron	ápr. 15.	ápr. 28.	máj. 13.	máj. 27.	jún. 16.	jún. 22.	júl. 02.	júl. 10.	júl. 16.	júl. 18.

M. 4.4. melléklet: Post Hoc elemzés

Vizsgált anyagok	Homogén csoport		
	a	b	c
almasav	H G	B	
citromsav	B	G	H
borostyánkősav	H	G B	
titrálható savtartalom	H G B		
szacharóz	G	H B	
glükóz 1-10	H G B		
glükóz 1-5	H	G	B
fruktóz	G B	H	
szorbitol	G	H B	
vízoldható szárazanyag-tartalom	B H	H G	

H: Harcot, G: Gönci magyar kajszli; B: Bergeron

M. 4.5. melléklet: Glükóz mennyiségének változása az érés alatt a vizsgált fajtáknál (2009)



KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Dr. Szalay Lászlónak, aki kiemelkedő szakmai ismereteivel segítette munkámat és biztosította a kutatás feltételeit, nyugodt háttérét. Köszönet illeti a Gyümölcsstermő Növények Tanszék vezetőjét, Dr. Tóth Magdolnát is, aki támogatott munkámban és publikációink megjelenésében.

Hálás vagyok a Tanszék minden volt és jelenlegi munkatársának, akik segítségükkel és türelmükkel nagymértékben hozzájárultak a dolgozat elkészüléséhez.

Köszönet a mikrotechnikai módszer bemutatásáért Reményi Mária Lujzának, a szövet- és sejtni, valamint pollenmorfológiai vizsgálatok elvégzésében nyújtott segítségért Dr. Bóka Károlynak. Köszönöm Dr. Papp Jánosnak és Dr. Erős-Honti Zsoltnak, hogy elláttak szakmai tanácsokkal. Köszönet illeti Dr. Végvári Györgyöt és Dr. Sándor Gergőt a HPLC-s mérések elvégzéséért, illetve köszönöm Ficzek Gittának a β -karotin és polifenol mérésekben nyújtott segítséget. Külön köszönet illeti Stefanovitsné dr. Bányai Évát, aki meghatározó szerepet játszott az enzimaktivitás mérések sikeres lebonyolításában. Köszönöm Dr. Ladányi Mártának a statisztikák elemzése és értelmezése során nyújtott segítségét.

Végezetül köszönöm a családomnak a biztatását és folyamatos támogatását.

A kutatást a Jedlik Ányos Program (NKFP06A2-BCETKA06), a Magyar Fejlesztési Bank Mentor-Habilis ösztöndíjprogramja, a GOP-2009-1.1.1. „A versenyképes kajszitermesztést megalapozó innováció megvalósítása Mór térségében”, valamint a TÁMOP 4.2.1./B-09/01/KMR/2010-0005 pályázat támogatta.