SZENT ISTVÁN EGYETEM

HAJTATOTT PARADICSOM TERMÉSKÉPZÉSÉNEK MODELLEZÉSE

DOKTORI (PhD.) ÉRTEKEZÉS

Pék Zoltán

GÖDÖLLŐ

2004.

A Doktori Iskola

megnevezése:	Növénytudományi doktori iskola
tudományága:	4.1. Növénytermesztési és kertészeti tudományok
vezetője:	Dr. Virányi Ferenc Egyetemi tanár, MTA doktora SZIE, Mezőgazdasági- és Környezettudományi Kar, Növényvédelemtani Tanszék
Titkára:	Dr. Gyulai Gábor Egytemi docens SzIE Genetika és Növénynemesítés Tanszék
Témavezető:	Dr. Helyes Lajos Egyetemi docens, Dr. habil. SZIE, Mezőgazdasági- és Környezettudományi Kar, Kertészeti Technológiai Tanszék

....

Az iskolavezető jóváhagyása A témavezető jóváhagyása

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS ... 5

1.1. A PARADICSOMTERMESZTÉS JELENTŐSÉGE ... 5
1.2. FAJTAHASZNÁLAT ... 8
1.3. A TERMESZTÉS IDŐZÍTÉSE ... 9
1.4. A MUNKA CÉLJA ... 9

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS ... 11

2.1. A PARADICSOM SZÁRMAZÁSA ... 11
2.2. A PARADICSOM ÖKOLÓGIAI IGÉNYE ... 11
2.2.1. Hőigény ... 11
2.2.2. Fényigény ... 11
2.2.3. Víz- és tápanyagigény ... 11
2.3. A PARADICSOM FENOLÓGIAI FÁZISAI ... 13
2.3.1. Csírázás ... 13
2.3.2. Vegetatív növekedés ... 14
2.3.3. A virágrészek fejlődése a megporzásig ... 19
2.3.4. Megtermékenyülés, kötődés ... 20
2.3.5. Bogyónövekedés ... 22
2.3.6. Érés ... 25
2.3.7. A növekedés és fejlődés számszerűsíthetősége ... 27

3. ANYAG ÉS MÓDSZER ... 31

3.1. A KÍSÉRLET HELYE ... 31
3.2. A KÍSÉRLETEK LEBONYOLÍTÁSÁNAK MÓDSZEREI ... 31
3.2.1. A kísérletek beállítása ... 31
3.2.2. A kísérletek elrendezése ... 32
3.2.3. A kísérletekben vizsgált fajták ... 33
3.3. A KÍSÉRLET BEÁLLÍTÁSÁNAK KÖRÜLMÉNYEI ... 35
3.4. A KÍSÉRLETEKBEN VÉGZETT MEGFIGYELÉSEK ÉS MÉRÉSEK ... 36
3.4.1. A virágzás megfigyelése ... 36
3.4.2. A bogyófejlődés megfigyelése ... 36
3.4.3. Az érés megfigyelése ... 36
3.4.4. A környezeti paraméterek mérése ... 37
3.5. ADATFELDOLGOZÁS ... 38

4. EREDMÉNYEK ... 41

4.1. A TAVASZI PARADICSOMHAJTATÁS FENOLÓGIAI FÁZISAINAK VIZSGÁLATA ÉS SZÁMSZERŰSÍTÉSE ... 41
4.1.1. Vegetatív növekedés ... 41
4.1.2. Az egymást követő fürtök virágzásának kezdete ... 43
4.1.3. Virágzás ... 50
4.1.4. Terméskötődés, bogyófejlődés ... 63
4.1.5. Érés, betakarítás ... 72
4.1.6. A termésdinamika modellezése ... 75
4.2. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ... 82

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK ... 83

6. ÖSSZEFOGLALÁS ... 87

SUMMARY ... 91

MELLÉKLETEK ... 95

M1. IRODALOMJEGYZÉK ... 95
M2. A KÍSÉRLETEKBEN MÉRT ÉS SZÁMÍTOTT ALAPADATOK ... 106
M3. ÁBRÁK JEGYZÉKE ... 126
M4. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE ... 128

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS ... 131

1. BEVEZETÉS

1.1. A paradicsomtermesztés jelentősége

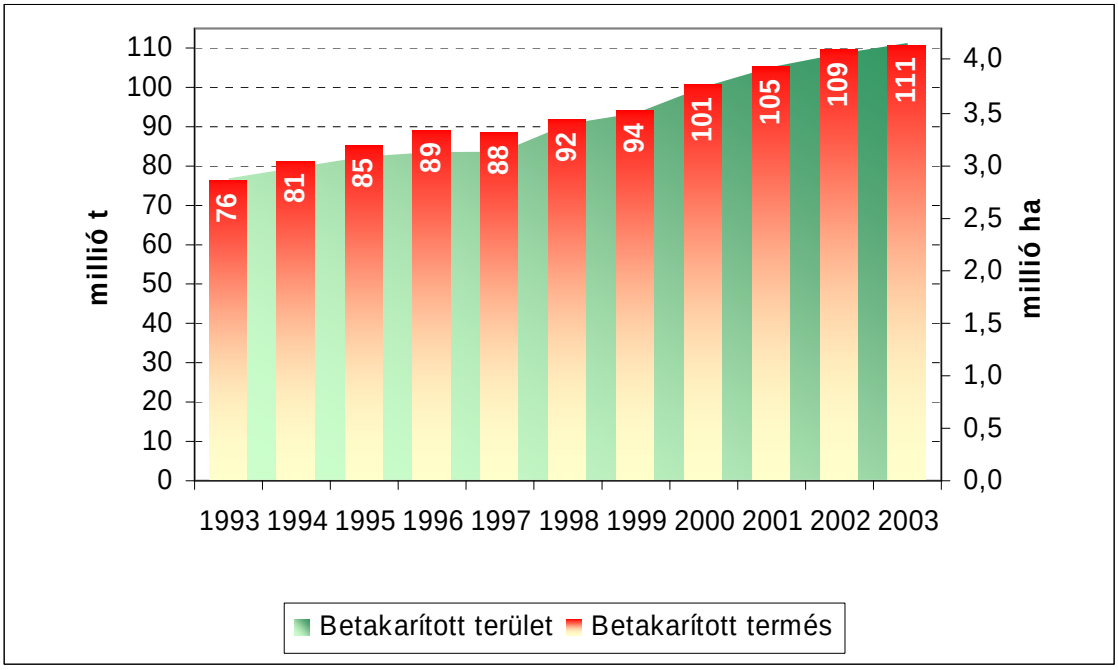
A paradicsom a mérsékelt éghajlati öv növénye. Erre a területre koncentrálódik a világ vetésterületének 80%-a és a betakarított termés mennyiségének körülbelül 90%-a (FAO, 2004).

Termesztésének határai a 15. és 55. szélességi kör közötti területekre esik (Milotay, 1996). Trópusi övezetben csak a hűvösebb évszakokban, illetve a magasabb fekvésű területeken lehet próbálkozni a termesztésével, mivel az itt előforduló szélsőségesen magas hőmérséklet (36-40°C) a paradicsom növekedését, kötődését és fejlődését már nem teszi lehetővé (Farkas, 1994; Helyes, 2000a).

A paradicsomtermesztés jelentősége az utóbbi évtizedekben folyamatosan nő, a betakarított terület 1964 óta több mint kétszeresére, a termésmennyiség több mint négyszeresére emelkedett. A 90-es évek második felére a világ összes paradicsomtermelése meghaladta az évi 90 millió tonnát, 2000-ben a 100 millió tonnát, 2002-ben pedig a betakarított paradicsom területe elérte 4,0 millió hektárt (1. ábra).

Ebből a termelésből ipari feldolgozásra került a világ összes termelésének 30-35 %-a, tehát megközelítően 27-30 millió tonna. A fennmaradó mennyiség, mintegy 60-65 millió tonna szolgál friss fogyasztásra (Helyes, 2000a).

Az étkezési paradicsom jelentős részét szabadföldön termesztik. A termesztő berendezésekben előállított paradicsom mennyiségéről nincsenek pontos kimutatások a világon.



1. ábra A paradicsom betakarított termőterületének és termésmennyiségének alakulása a világon az utóbbi 10 évben (FAO, 2004)

Európában termesztik a világ paradicsom termésének több mint 20%-át. Az európai termésátlag (30t/ha) magasabb, mint a világon elért (27t/ha), amit az intenzívebb termesztéstechnológia, valamint a nagyobb arányú hajtató felületek magyaráznak. Európában a legjelentősebb paradicsomtermesztő országok termelési adatait a következő táblázat tartalmazza (1. táblázat).

1. táblázat A jelentősebb európai paradicsomtermesztő országok termelési adatai 2003-ban (FAO, 2004)

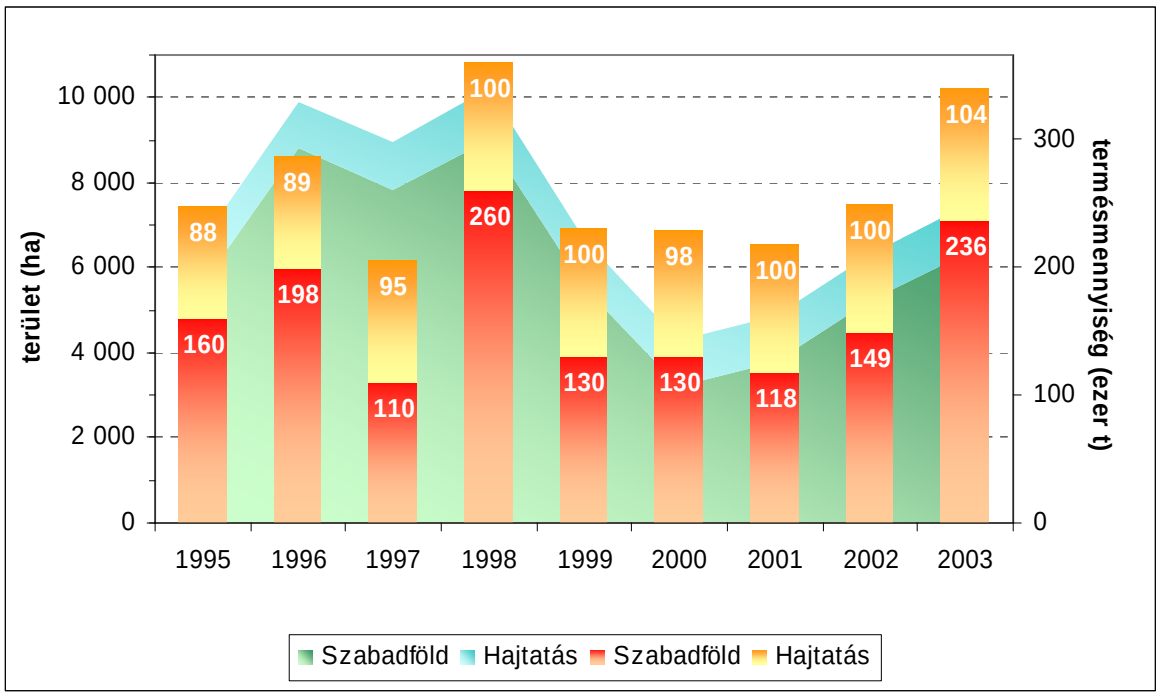
Termelés / Ország	Termés		Betakarított terület	
	ezer tonna	%	ezer ha	%
1. Olaszország	6 634	32,0%	130,2	19,1%
2. Spanyolország	3 849	18,6%	64,5	9,4%
3. Oroszország	2 016	9,7%	154,6	22,6%
4. Görögország	1 700	8,2%	38,0	5,6%
5. Portugália	1 000	4,8%	18,0	2,6%
6. Franciaország	834	4,0%	6,3	0,9%
Hat ország összesen	16 033	77,3%	411,5	60,2%
13. Magyarország	250	1,2%	7,0	1,0%
Európa összesen	20 744	100,0%	683,2	100,0%

A jelentős európai paradicsomtermesztő országokban a termesztés nagyrészt szabadföldön folyik. A hajtatásnak csak azokban az európai országokban van nagyobb szerepe, ahol nem lehetséges szabadföldön paradicsomot termeszteni, vagy a nyári vegetációs periódus olyan rövid, hogy ez nem teszi lehetővé a gazdaságos termesztést.

Magyarországon a paradicsom vetésterülete erősen ingadozott az utóbbi öt évben, de elmondható, hogy átlagosan 7-8 ezer hektárról, 250 ezer tonna termést takarítottak be évente. A termésátlagok elmaradnak a nemzetközileg elvárhatótól, mind a hajtatásban, mind a szabadföldi termesztésben.

Az ipari paradicsomtermelés vetésterülete majdnem egy harmadára esett vissza 2000-ben. Összességében a korszerűtlen termesztéstechnológia, alacsony termésátlagok és a feldolgozóipar kedvezőtlen helyzete voltak a kiváltó okok. Az elmúlt néhány évben azonban folyamatosan emelkedett, mivel kialakulóban van egy professzionális termelői kör, mely több, mint 20 termelői szervezeten keresztül értékesíti a megtermelt paradicsomot a feldolgozók felé. Jelentős beruházásokat eszközöltek a termesztéstechnológia korszerűsítése és a betakarítás gépesítése terén, amelynek köszönhetően folyamatosan emelkednek a termésátlagok és a 2003 évi termelés elérte a 236 ezer tonnát (MZGySzT, 2003).

Ugyanezen időszak alatt a hajtatott paradicsom termőfelülete (átlag 1112 ha) nem változott lényegesen. Az onnan betakarított termés mennyisége is viszonylag állandó, átlagosan 100 ezer tonna (2. ábra). Az étkezési paradicsom termelése és kereskedelme is érezhető fejlődést mutat, amely egyelőre a termesztéstechnológia és a minőség terén érzékelhető leginkább (MZGySzT, 2003).



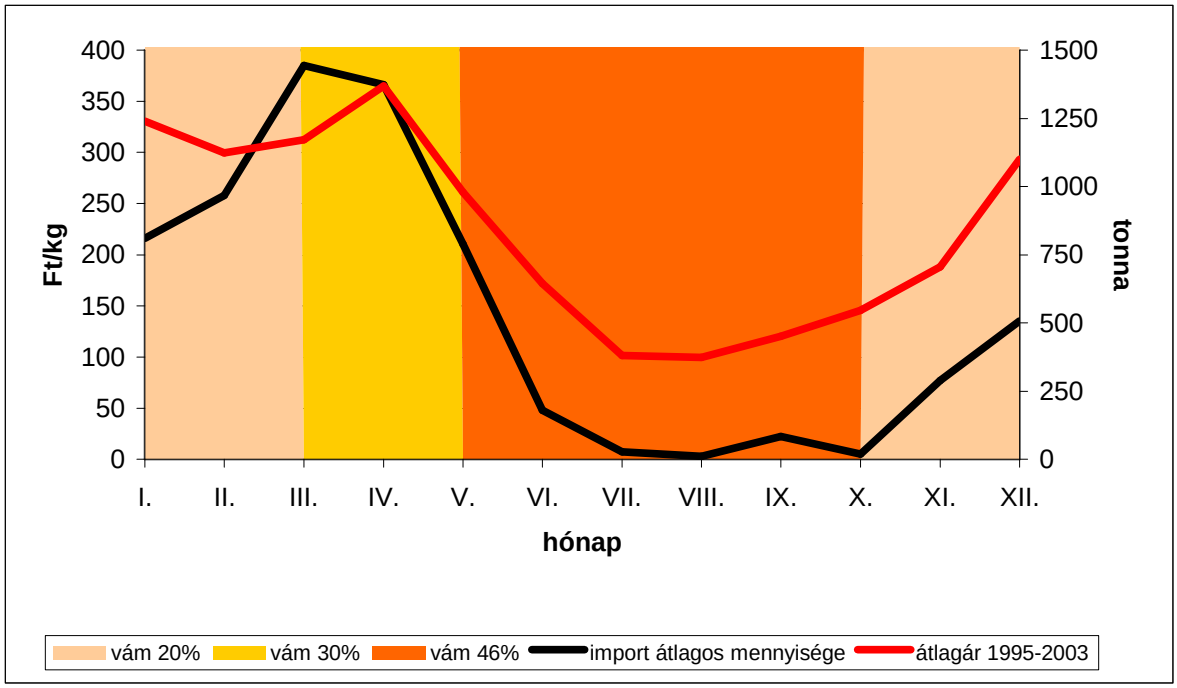
2. ábra A paradicsom betakarított termőterületének és termésmennyiségének alakulása Magyarországon az utóbbi évek során, MZGySzT (1997; 1998; 1999; 2000; 2001; 2002; 2003) alapján

A hajtatás jelentőségét a belső fogyasztás kielégítése adja, amit a magas értékesítési ár magyaráz. Az időjárástól függően az őszi fagyok beköszöntétől, a paradicsom felvásárlási ára emelkedik, hiszen a magyarországi éghajlat mellett csak termesztő berendezésben állítható elő hazai paradicsom, általában novembertől júniusig (3. ábra). Ez az időszak termesztéstechnológia szempontjából két jól elkülöníthető időszakra osztható, az őszi és tavaszi hajtatásra. Magyarországon ez utóbbi jelentősebb, míg a piac tél eleji paradicsomigényét, a tárolt szabadföldi, vagy import paradicsom elégíti ki nagyobbrészt. Az év első három hónapjában gyakorlatilag nem található hazai termesztésű paradicsom a piacon. Magyarországon, március hónapnál előbb nem lehetséges gazdaságosan előállítani termést, így a hazai tavaszi hajtatási paradicsom általában március végétől kerülhet legkorábban a piacra (Kóródi, 2000). A tavaszi paradicsomhajtatás versenyképessége és a termesztés tervezhetősége szempontjából fontos ismerni azokat a tényezőket, melyek nem vagy csak kevéssé szabályozhatók termesztő berendezésekben, mint például a fényintenzitás vagy a napsütéses órák száma. Ezek a tényezők jelentősen befolyásolják a termésképzést, melynek számszerűsítése segítséget nyújthat a jövedelmezőbb árutermelésben.

Több év átlagát tekintve tavasszal a legmagasabb a felvásárlási ár is, ezért nagymennyiségű import paradicsom érkezik az országba. Magyarországon a behozott paradicsommal szemben nincs mennyiségi korlátozás. Az európai uniós csatlakozásig, az import szabályozására a vám mértéke szolgált, ami december 1-től február 28-ig 20%; március 1-től április 30-ig 35%; május 1-től november 30-ig 46% volt. Emiatt az utóbbi évek átlagát tekintve az import paradicsom több mint 80%-a, az év első öt hónapjában került az országba (3. ábra).

A csatlakozás után a vámok megszűntek, az ipari paradicsom termelésére pedig a közösségi feldolgozóipari támogatási küszöbérték lesz hatással, ami az 1996-2000 évek termelési átlagai alapján lett meghatározva, évi 130 790 tonnában (MZGySzT, 2003).

Az étkezési paradicsom nagykereskedelmi árainak alakulása mutatja, hogy a tavaszi paradicsomhajtatás értekesítési időszakának árai magasabbak, mint az év többi időszakában, így valószínűleg jelentősége továbbra is hasonló marad. Az utóbbi években tapasztalható import paradicsom mennyiségének növekedése is megállt, ami a piacképesebb és jobb ízű magyar paradicsom felhozatalnak köszönhető (MZGySzT, 2002). A csatlakozás után azonban ez valószínűleg változni fog.



3. ábra Az I. osztályú ömlesztett paradicsom nagybani piaci átlagárának, valamint az import paradicsom átlagos mennyiségének havonkénti alakulása Magyarországon az utóbbi években. (MZGYT, 1998, 1999, 2000; 2001; 2002; 2003;2004 alapján)

1.2. Fajtahasználat

Az étkezési paradicsom piacán egyre nagyobb jelentősége van a fogyasztók igényeinek. Ezt a termesztők a minőségbiztosítási szabványok, márkázott termékek, illetve új piaci szegmensek bevezetésével próbálják kielégíteni. Utóbbiak kapcsán említhetjük a cseresznye-, szendvics-, koktél-, fürtösen értékesített és az úgynevezett húsparadicsomot, melyek mindegyike meghatározott fajtához, fajtatípushoz kötődik (Kóródi, 2000).

A termés minőségi tulajdonságai közül az alak, méret, felület, szín, húskonzisztencia, tárolhatóság és az íz jelentős. Hátrányos fajtatulajdonságnak számít a zöldtalpasság, az egyenlőtlen színeződés, a puha húsállomány, az üregesség és a szabálytalan bogyóalak. A hajtatási fajtáknak gömbölyű bogyójúnak, kemény húsúnak (jól bírja a szállítást) és jól szeletelhetőnek kell lennie. (Helyes, 1999; Kristófné et al., 2000).

A folytonnövő paradicsomfajtákat szabadföldön és termesztő berendezésekben egyaránt alkalmazzák, sikeres termesztésüknek nagyon sok közös tulajdonsága van. A megfelelő fajta kiválasztása érdekében, számos sajátos követelménynek is meg kell felelniük (Kristófné, 1996).

A fajta kiválasztása eldöntheti a hajtatás sikerét. Napjainkban csak hibridek kerülnek forgalomba, hajtatás céljára (Kóródi, 2000).

A fajta kiválasztása mindig az adott hajtatási mód (hajtatási időszak) függvényében történik. Korai hajtatásra a folytonnövő fajták a legalkalmasabbak. Hideghajtatásra viszont a gyorsabb érésütemű, féldeterminált fajták ajánlhatók (Helyes, 1999).

A hajtatási fajtákkal szemben támasztott fontosabb követelmények a következők: folytonnövő növekedési típus, nagy növekedési erély, korai és nagy termőképesség, rezisztencia a főbb károsítókra, gömbölyű és kemény húsú bogyó (Helyes, 2000b; Kristófné et al., 2000; Kovács, 2002).

A betakarítás után, a szállítás és különösen a pultontarthatóság szempontjából fontos elem a bogyókeménység, melynek mono- és poligénikus típusai ismertek (Milotay, 1996). A hagyományos és közepesen tárolható (MSL) fajták félérett állapotban való betakarítása azonban csökkenti az élvezeti értéket, valamint a tárolás körülményei jelentősen befolyásolják az aromaanyagok alakulását (Kader et al., 1977). A 90-es években rohamosan terjedtek, a pirosan szedhető és jól

tárolható (LSL) fajták, melyek éréslassító géneket (*rin*- ripening inhibitor; *nor*-non ripening) tartalmaztak. Tárolhatóságuk érett állapotban 3-8 hét, ízük és belső színeződésük azonban javításra szorult (Milotay, 1996). A forgalomba hozott fajták nagy része már ebbe a fajtatípusba tartozik, mivel ízüket sikerült javítani, némileg a tartósság rovására (Kóródi, 2000).

A hajtatási fajtáktól elvárható, hogy a fürtön belüli virágszám legalább 6-8 darab legyen. Előnyös tulajdonság még a fürtelágazásra való kisebb hajlam, az élénkzöld hosszú csészelevél, jó kötődőképesség fényszegény körülmények között, valamint a nyitott növényhabitus, amely megkönnyíti a kezelést és szedést (Kóródi, 2000).

A fent felsorolt szempontokon kívül, mivel a hajtatás általában kedvezőtlen fényviszonyok között zajlik és magas fűtési költséget igényel, ezért a fény- és hőmérsékletigény tekintetében a hajtatási fajtáktól a termesztők elvárják, hogy:

- nagy termést állítsanak elő gyenge fényviszonyú körülmények között is,
- a vegetatív növekedésük és a virágkifejlődésük dinamikus legyen hűvösebb hőmérsékleti feltételek mellett is,
- a kötődés mértéke és intenzitása nem optimális hő és fényviszonyok mellett is megfelelő legyen,
- rezisztencia a különböző kórokozókkal szemben, amelyek különösen fontosak a termesztő berendezésekben: dohány mozaik vírus (TMV), paradicsom kladospóriumos betegsége (*Fulvia fulva*), paradicsom fuzáriumos hervadása (*Fusarium oxysporum*), paradicsom didimellás betegsége (*Didymella lycopersici*) és a paradicsom botritiszes betegsége (*Botrytis cinerea*).
- jó minőségű, ízletes termés előállítására legyenek képesek (Stevens és Rick, 1986).

A felsorolt fajtatulajdonságok megléte vagy esetleges hiánya alapvetően eldönti a hajtatás sikerét.

1.3. A termesztés időzítése

A hajtatott növények fejlődését és növekedését a genetikai determináltság mellett, a biológiai igényeik kielégítésének mértéke határozza meg. A zöldségtermesztés, különösen, pedig a hajtatás eredményességét egyik alapvetően meghatározó tényező a termesztés időzítésének pontossága. A termesztett fajta egy potenciális termés lehetőségét jelenti, a környezeti tényezők, pedig meghatározzák, hogy ebből mennyi valósul meg. Hazánk éghajlata - különösen a sugárzás évi menete - korlátozza a sikeres hajtatás lehetséges legkorábbi (tavaszi) vagy legkésőbbi (őszi) időszakát, a hozzátartozó vetési - ültetési idővel. A termesztés helyes időzítését még fontosabbá teszi a téli fűtési költségek növekedése.

A kiültetés időpontját a termesztő-berendezésünk típusa és fűtésszintje határozza meg. A legkorábbi (januári) kiültetést csak fűtött berendezésekben végezhetjük (Kóródi, 2000).

1.4. A munka célja

A tanszéken folyó kutatások jellegének megfelelően, munkám célja, a hajtatott zöldségnövények termésképzés-modellezésének kidolgozására irányuló kutatás részeként, a folytonnövő paradicsom termésképzését befolyásoló tényezők vizsgálata volt.

Kísérleteim beállításával az volt a célom, hogy a környezeti paraméterek vonatkozásában felmérjem a tavaszi hajtatott paradicsom fenológiai fázisainak jellemzőit. A felvételezett növényi adatok segítségével számszerűsíthetők a paradicsom növekedési, fejlődési folyamatai. Összefüggések keresése a növekedési, fejlődési jellemzők, mint függő változók, és a környezeti, mint független változók között. A kapott összefüggésekből, kiszámítható az egyes fenológiai fázisokat leíró algoritmus. A virágzás és a termésfejlődés egy időben zajlik a folytonnövő paradicsomon, így komplex számszerűsítése nem egyszerű feladat. E két fejlődési fázis jellemzőinek számszerűsítésével azonban valószínűleg létrehozható a paradicsom virágzási és bogyónövekedési modellje, amely megfelelően szimulálja a paradicsom termésképzését tavaszi hajtatási körülmények között.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A paradicsom származása

A paradicsom fajok a Solanaceae (Burgonyafélék) családba tartoznak. A Lycopersicon nemzetség az egyik legkisebb a családon belül. A termesztett paradicsom, *Lycopersicon lycopersicum* L. Karst. ex Farw., e nemzetség tagja.

A paradicsom a trópusi Dél-Amerika száraz nyugati partvidékéről származik, ahol a termesztési időszak mérsékelt hőmérsékletű (15-19°C), és a csapadékot csak a sűrű köd jelenti (Cooper, 1972).

A paradicsom termesztési értékének megfelelően, az egész világon elterjedt ahol a hőmérséklet 10-30°C között van és nincs fagy, vagy vízborított talajfelszín.

A termesztésbe vonás eredeti helye bizonytalan, bár a leletek alapján ez Mexikó lehetett. A ma termesztett paradicsom legvalószínűbb őse a cseresznyeparadicsom (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*). A cseresznyeparadicsom az egyetlen faj, amelyet megtaláltak Dél-Amerikán kívül (Esquinas-Alcazar, 1981).

A *L. esculentum* összes képviselője önkompatibilis és kizárólag öntermékenyülő. A vad cseresznyeparadicsomnál a bibeszál kissé túlnőhet a portokon megtermékenyüléskor, lehetőséget teremtve kismértékű idegen beporzásra. A termesztésbe vétel magában foglalta a szelekciót a bibeszál fokozatos visszahúzódására a portokba, biztosítva az automatikus önmegporzást (Rick, 1976).

A termesztésbe vonás magában foglalta a nagyobb termésű formák folyamatos kiválasztását. Mindazonáltal a ma termesztett paradicsom fajták rendkívül közeli rokonságban állnak a vad fajjal és a két csoport könnyen átkereszteződik (Taylor, 1986).

2.2. A paradicsom ökológiai igénye

2.2.1. Hőigény

Fejlődésének optimális hőmérsékleti tartománya 22±7°C (Markov-Haev, 1953). Éjszaka általában a nappali optimumnál 5-7°C-kal kevesebb hőmérsékletet igényel. A magas vagy az optimumnál alacsonyabb éjszakai hőmérséklet rosszabb kötődést és így a termés csökkenését okozza. A paradicsom biológiai nullpontja 10°C, ezen érték alatt növekedése leáll. A tartósan 32°C feletti hőmérséklet szintén a növekedés korlátozását okozza. Természetesen a növény hőigénye fenológiai fázisonként eltérő és értékelését a többi környezeti tényezővel (fény, víz) összhangban kell elvégezni (Farkas, 1994; Somos-Helyes, 1994).

2.2.2. Fényigény

Közismert, hogy a paradicsom fényigényes növény. Növekedésére, fejlődésére a fény erőssége mellett a megvilágítás időtartamának és minőségének van hatása. Fejlődéséhez legalább 5000 lux (200-300 J/cm^2/nap) erősségű megvilágítást igényel. Alacsonyabb fényerősségnél a vegetatív fázis megnyúlik, valamint a rossz pollenképződés miatt a kötődés romlik (Helyes, 1999). A megvilágítás időtartamára vonatkozóan az irodalmi adatok ellentmondásosak. Több szerző szerint a paradicsom a megvilágítás időtartamával szemben közömbös, ami azt jelenti, hogy 8-16 órás napi megvilágításban képes a virágzásra. Más kutatók szerint a hajtatásban használt fajták esetében minimum 10 óra szükséges ahhoz, hogy a virágzás fázisa bekövetkezzen.

2.2.3. Víz- és tápanyagigény

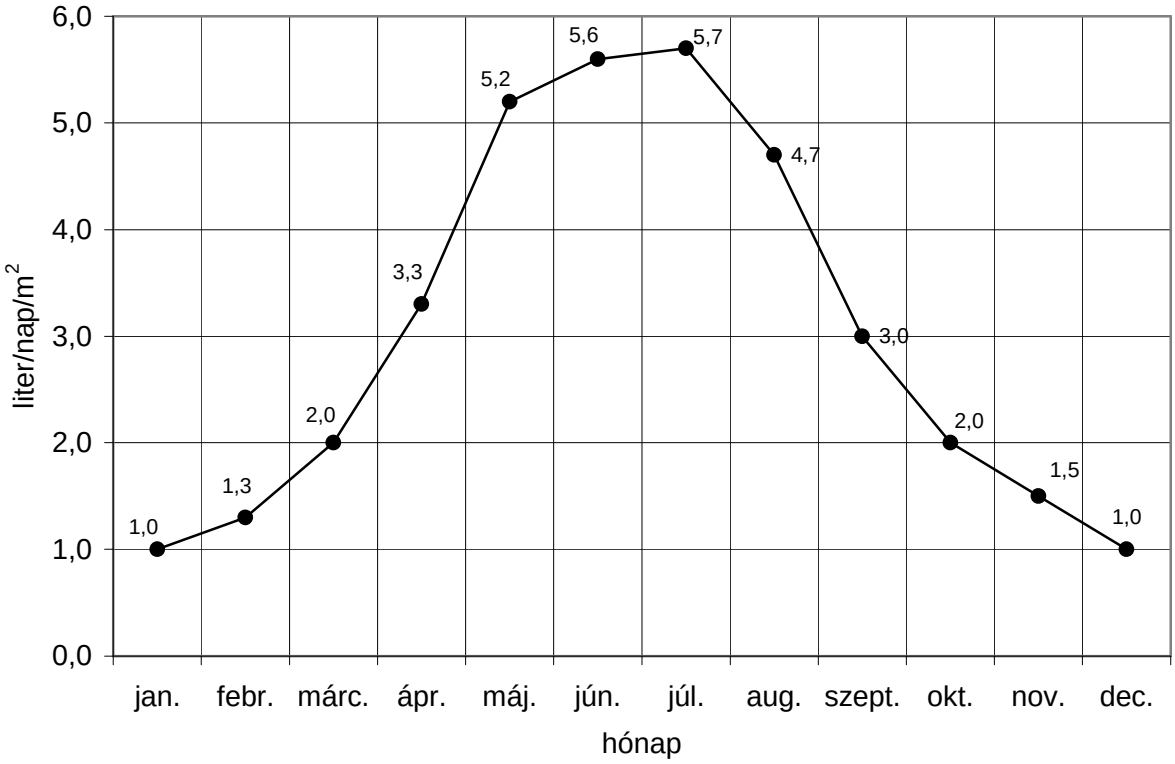
A paradicsom hajtatásában, mint minden intenzív termesztésben, a víz- és tápanyag-utánpótlásnak kiemelkedően fontos szerepe van, a termés mennyisége és minősége szempontjából. Zárt termesztő berendezésben, a víz- és tápanyag-utánpótlás teljes mennyiségét a termesztő juttatja ki, még talajon történő termesztés esetén is, tehát a munkát nagy körültekintéssel kell végezni. A

termesztés megkezdése előtt javasolt talajvizsgálatot végeztetni, a tápanyagtartalom megismeréséhez.

A tápanyagok felvétele nagymértékben függ a vízfelvételtől. A víz- és tápanyagfelvétel mértékét alapvetően a megvilágítás időtartama, a fényintenzitás, a hőmérséklet, a páratartalom, a növényállomány fejlettsége és egészségi állapota határozza meg (Adams, 1986).

Befolyásolhatják még a víz- és tápanyagfelvételt, a termesztőközeg típusa, pH értéke, sótartalma és a termesztés időtartama is (Helyes, 1999).

A paradicsom átlagos vízfogyasztását, az időjárástól függően, napos időben 25-50%-kal magasabbra, borús időben ugyanennyivel alacsonyabbra állíthatjuk be (Kóródi 2000). Az átlagos vízfogyasztási értékeket az év folyamán, havonkénti bontásban mutatja a 4. ábra.



4. ábra Az öntözővíz-szükséglet a paradicsomhajtatásban (Kóródi 2000).

A paradicsom tápanyagigénye folyamatosan változik a növény fejlődésével együtt. A becsült tápanyagfelvételt mutatja a 2. táblázat.

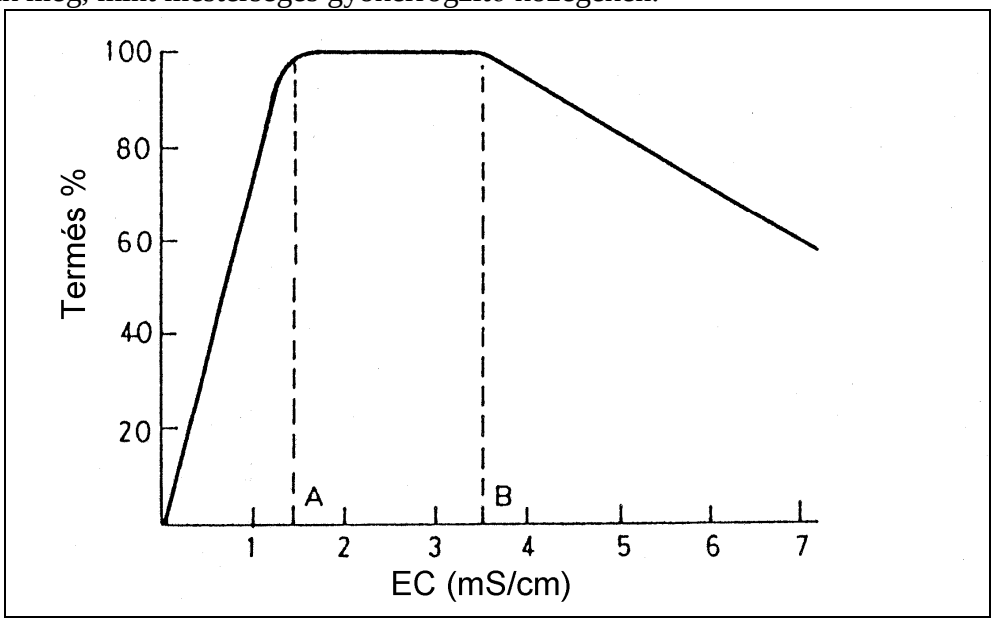
A táblázatból kitűnik a kálium magas értéke, ami különösen a termésképzés időszakában szükséges a megfelelő íz és színanyagok kialakulása szempontjából Kóródi (2000).

2. táblázat Az összes becsült tápanyagfelvétel a paradicsom hajtatásában, 10 kg m^{-2} termésátlag esetén (kg/ha)

Szerzők	Nitrogén (N)	Foszfor (P_2O_5)	Kálium (K_2O)	Kalcium (CaO)	Magnézium (MgO)
Maher (1976)	612	90	961	281	104
Csikai et al. (1993)	326	88	648	76	51
Horinka (1994)	385	260	663	77	50
Kóródi (2000)	320	90	630	500	80

A vegetatív növekedési fázisban a paradicsom majdnem ugyanannyi nitrogént és foszfort használ fel, mint az intenzív termőidőszakban. A kálium- viszont kétszeresére, a vízfelvétel pedig másfélszeresére nő a fejlődés során. A N:K arány vegetatív fázisban 1:1,2, míg a kilencedik fürt megjelenésekor 1:2,5 (Adams-Winsor, 1979).

A talajon történő termesztésnél a talaj puffer képessége miatt a nem megfelelő mennyiségben és időben kiadott tápanyagok hatása nem jár olyan mértékű terméskieséssel és termésminőség romlással, mintha az talaj nélküli termesztésnél történne. A talajon történő termesztés esetén is fontos azonban a tápoldat koncentrációja, kémhatása, kation és anion aránya. A tápoldat koncentráció mérésére használatos az EC (electric conductivity) érték, a töménységét fejezi ki, amelynek sok esetben fajta specifikusnak kell lennie. Az EC érték és a paradicsomtermés kapcsolatát mutatja be az 5. ábra. 1,5 EC értékig a termés mennyisége jelentősen növelhető, 1,5 és 3,5 EC érték között a termés mennyisége nem növekszik, ezt követően pedig már a paradicsom tápanyag- és vízfelvétele korlátozott, ami terméscsökkenést okoz. Talajon magasabb EC-értéket engedhetünk meg, mint mesterséges gyökérrögzítő közegeken.



5. ábra EC érték és a termés kapcsolata Sonneveld (1985) alapján

Magas sótartalom mellett, érdemes oltott növényeket használni. Ilyen körülmények között az oltott növényeknél nagyobb termésmennyiségre lehet számítani. A kísérlet szerint, melyben az öntözővíz EC értéke 6,5 dS m^{-1} volt, a különbséget a termésmennyiségben a nagyobb bogyószám adta, mivel a bogyótömeg hasonló volt a két növényállományban (Santa-Cruz et al., 2001).

A oltott paradicsom mindig nagyobb termésmennyiséget eredményez egyrészt a jobb tápanyag és vízfelhasználás köszönhetően, másrészt valószínűleg a nagyobb citokinin tartalom miatt. Jobban elviseli mind az alacsony, mind a magas hőmérséklet, valamint termésmennyiségének növekedése is gyorsabb (Pogonyi et al., 2004).

2.3. A paradicsom fenológiai fázisai

A termesztett növények növekedési, fejlődési jellegzetességéinek megismeréséhez, szükséges a fenológiai fázisok pontos számszerűsítése. A paradicsomra vonatkozó, fenológiai fázisokat egységesítő kódrendszert, a kibővített BBCH skála (Hack et al. 1992) alapján készítették el. A skála 10 fokozatú, 0-9 számokkal jelöli a fontosabb fenológiai fázisokat. Folytonnövő paradicsom esetében: 0-csírázás, 1-levélfejlődés, 5-virágzat megjelenése, 6-virágzás, 7-termésfejlődés, 8-termésérés, 9-öregedés, magnyugalmi állapot (Feller et al. 1995). A lista folytonnövő paradicsom esetében nem tartalmazza az oldalhajtások növekedési és sármegnyúlási fázisát, valamint a terméskötődést.

A gyakorlati termesztés számára a legfontosabb fenológiai fázisok a folytonnövő paradicsom termesztésében a csírázás, vegetatív növekedés, virágzás, terméskötődés, termésfejlődés és érés.

2.3.1. Csírázás

A paradicsom csírázása nagymértékben függ a hőmérséklettől. A csírázás optimális hőmérsékleti tartományát 18-24°C (Wittwer-Aung 1969), 20-25°C közé (Thompson, 1974; Mobayen, 1980), illetve 18°C-ra (Farkas, 1990) közé mérték be. Csírázási minimumnak fajtától függően 5°C (Went, 1957), 10°C (Somos, 1971), 8-11°C (Kotowski, 1926; Jaworski-Valli, 1965; Smith-Millet, 1964; Abdelhafeez-Verkerk, 1969; Wagenvoort-Bierhuizen, 1977; Mobayen 1980; Picken et al., 1986) tekinthető. 30°C-os hőmérsékleten a csírázás időtartama hosszabbodik (Mancinelli et al., 1967; Berry, 1969; Somos, 1971), viszont 35°C-nál magasabb hőmérsékletnél eredményes kelésre már nem számíthatunk, amit a hőmérséklet és a fitokrómok kölcsönhatására fellépő magnyugalom okoz (Mobayen, 1980).

A paradicsom legjobban sötétben csírázik, néhány fajtánál a fény jelenléte kifejezetten gátolja a folyamatot (Toole, 1961; Mancinelli et al., 1966). A hosszúhullámú vörös fénynek kitett magvak a csírázásban gátoltak (Mancinelli et al., 1966; Egles-Rollin, 1968), amit vörös fénnyel (Georghiou-Kendrick, 1991), vagy gibberellinsavas (GA_3) kezeléssel (Georghiou et al., 1982) vissza lehet fordítani. A fény gátló hatása függ a különböző környezeti paraméterektől és a fajtától is (Picken et al., 1986).

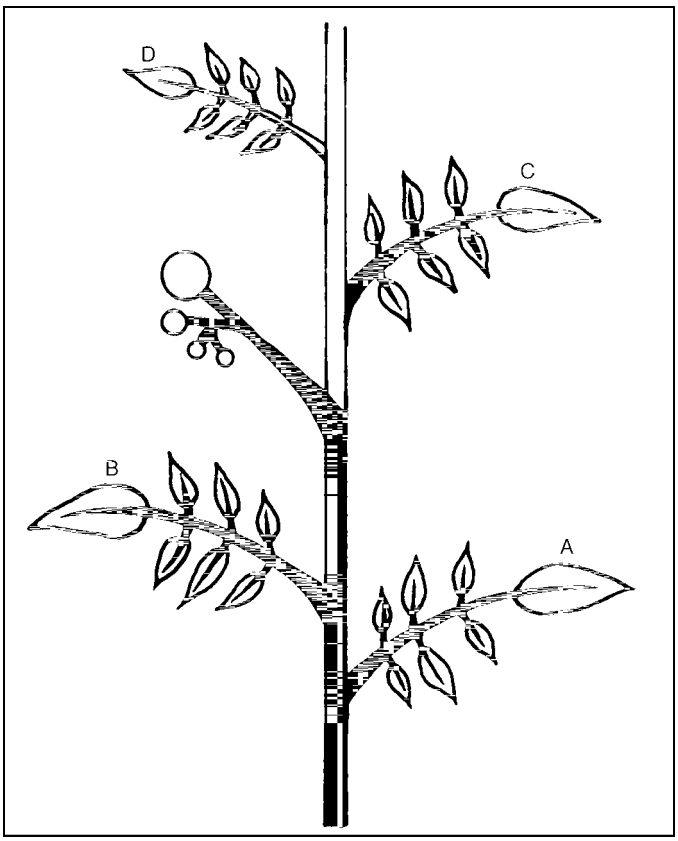
A termesztési gyakorlatban az ipari célra történő paradicsomtermesztésnél, ahol leggyakrabban helyrevetést alkalmaznak, számíthatunk a csírázás elhúzódására és a kelés kiegyenlítetlenségére, hisz ilyenkor a talajhőmérsékleti értékek a csírázási optimumnál alacsonyabbak (Kinet-Peet, 1997). A paradicsom keléséhez szükséges időtartamot, a vetési mélység talajhőmérsékletének alakulása határozza meg, a következők szerint (Wagenvoort-Bierhuizen, 1977). $S=(T-T_{min})t_g$; ahol S az a hőmérsékleti összeg hőfoknapokban kifejezve, amelynél a magvak 50%-a kicsírázott; T a talajhőmérséklet (°C); T_{min} a csírázás minimumhőmérséklete (°C); t_g a magvak 50%-ának kicsírázásához szükséges napok száma.

2.3.2. Vegetatív növekedés

Szoros értelemben véve a paradicsom vegetatív fázisa általában rövid, a legtöbb fajtánál a harmadik levél növekedésének ideje alatt bekövetkezik a generatív szervek kezdeményeinek megjelenése. Ez a csírázást követő harmadik héten már megtörténhet (Hurd-Cooper, 1970).

Az első fürt alatt általában hat-tizenegy levél képződik (Picken et al. 1985), a levelek 2/5 levélállásban váltakoznak. Ha túl kevés levél képződik az első fürt alatt, az asszimiláta ellátás elégtelen lehet a megfelelő virág és bogyóképzéshez. A determinált növekedési típusú fajtáknál általában csak két-három virágfürt képződik a főszáron egy vagy több levéllel elválasztva. A féldeterminált típusú paradicsomfajták hajtásnövekedését a 8-9. fürt zárja és a növény felső részén képződő oldalhajtások átvehetik a főhajtás szerepét, két fürt között pedig 2-3 levél helyezkedik el. A folytonnövő növekedési típusúaknál a virágfürtök folyamatosan képződnek változó levélszámú közökkel, a fajtától és a környezeti tényezőktől függően. Két fürt között a leggyakoribb levélszám a három (Farkas, 1994).

A paradicsom hajtásrendszerének elágazási típusa áltengelyes (szimpodiális-villás). A csúcssejt a polaritástengely irányában hosszant osztódik, melynek eredményeképpen két egyenlő értékű csúcssejt keletkezik. A sejtosztódás során, ezek közül az egyik erőteljesebben fejlődik, a másik rövid marad, és oldalra tolódik, kialakítva az áltengelyes elágazást (6. ábra).



6. ábra A folytonnövő paradicsom hajtásán fejlődő levél és virágfürt elhelyezkedésének vázlatos bemutatása. Az A, B és C jelű levelek kialakulása a virágfürt differenciálódása előtt következik be. A D jelű levél az első a hónaljhajtáson (Calvert, 1965).

A folytonnövő növekedési habitus az *sp* (self-pruning) gén aktivitásától függ; a recesszív *sp* allél okozza a determinált fenotípust (Rick-Butler, 1956). Az *sp* gén aktivitása, a recesszív *j* (jointless) gén, valamint más gének által is szabályozott (Emery-Munger, 1970), amely leveles fürtök képződését okozza és megakadályozza a leválasztó réteg kialakulását a virágkocsányban (Rick-Butler, 1956). Ez a tulajdonság előnyös a kocsánnyal együtt értékesített bogyók esetén. A folytonnövő paradicsomoknál a vegetatív és generatív fejlődés ily módon folyamatos a növény életének legnagyobb részében, de ezenkívül környezeti tényezők által is befolyásolt (3. táblázat).

3. táblázat A környezeti tényezők hatása a növekedés jellegére (Kóródi, 2000).

Vegetatív irányba hat	Generatív irányba hat
Kevés fény	Sok fény
Alacsony hőmérséklet	Magas hőmérséklet
Az éjszakai és nappali hőmérséklet között kicsi különbség	Éjjel alacsonyabb hőmérséklet
Nitrogén túlsúly	Káliumtúlsúly
Alacsony EC	Magas EC
Alacsony CO_2 koncentráció	CO_2 koncentráció

Erős kompetíció figyelhető meg a levelek fejlődése és az apikális merisztéma között, ami hatással van és szabályozza a koraiságot és az össztermést.

Az asszimiláták könnyű hozzáférhetősége, jó fényviszonyok között stimulálja mind a merisztémák aktivitását, mind a levelek növekedését (Hussey, 1963a), de amikor a növény forráskorlátozott (magas hőmérséklet, vagy alacsony fényintenzitás esetén) a fiatal levelek fejlődése részesül előnyben a hosszanti növekedés rovására. Ez a hatás közömbösíthető a fiatal levelek folyamatos eltávolításával (Hussey, 1963b; Kinet 1977b).

A paradicsom növekedése változó környezetet kíván. A folyamatos fény számos károsodást idéz elő, levélklorózist, a paliszád parenchima abnormális túlnövekedését, a plasztidok

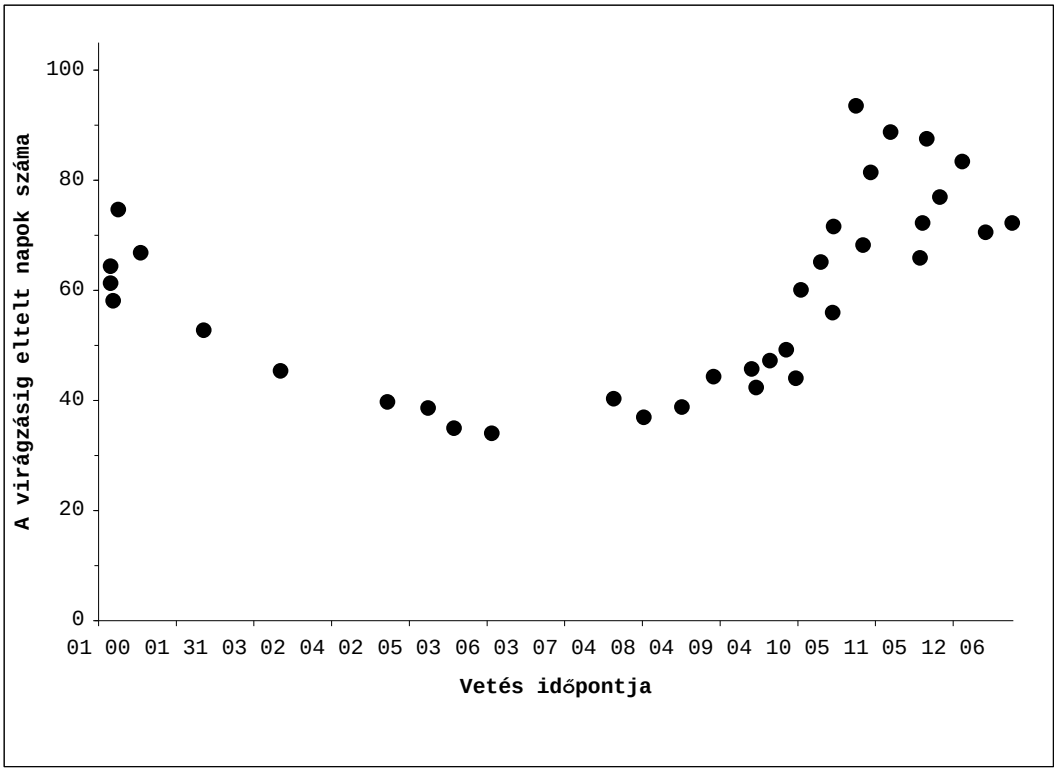
szerkezetének megváltozását, keményítő szemcsék megjelenését, stb. (Descomps-Deroche, 1973). Ha a hőmérséklet napi menete eléggé széles határok között változik a folyamatos fényellátás hatása nem érvényesül (Hillmann,1956). Ha ugyanolyan termesztési körülmények vannak fenntartva egész idő alatt, a plasztokron ritmus, vagyis az az idő, amely két levél képződése között eltelik, állandó (Calvert, 1959; Kinet, 1977a; Picken et al., 1986), eltekintve attól a ténytől, hogy a növény fejlődési állapotai változnak. A levélképződés sebessége mindazonáltal növekszik a napi sugárzás és hőmérséklet emelkedésével.

A napi sugárzás hatása a szár megnyúlására komplex (Picken et al., 1986). Az optimálisnál rosszabb fényviszonyok között a csökkenő fénymennyiség növeli a növény magasságát (Hurd-Thornley, 1974), de amikor a napi sugárzás nagyon alacsony értékű, a további fényintenzitás csökkenés már a sármegnyúlás lelassulását okozza (Kinet, 1977a).

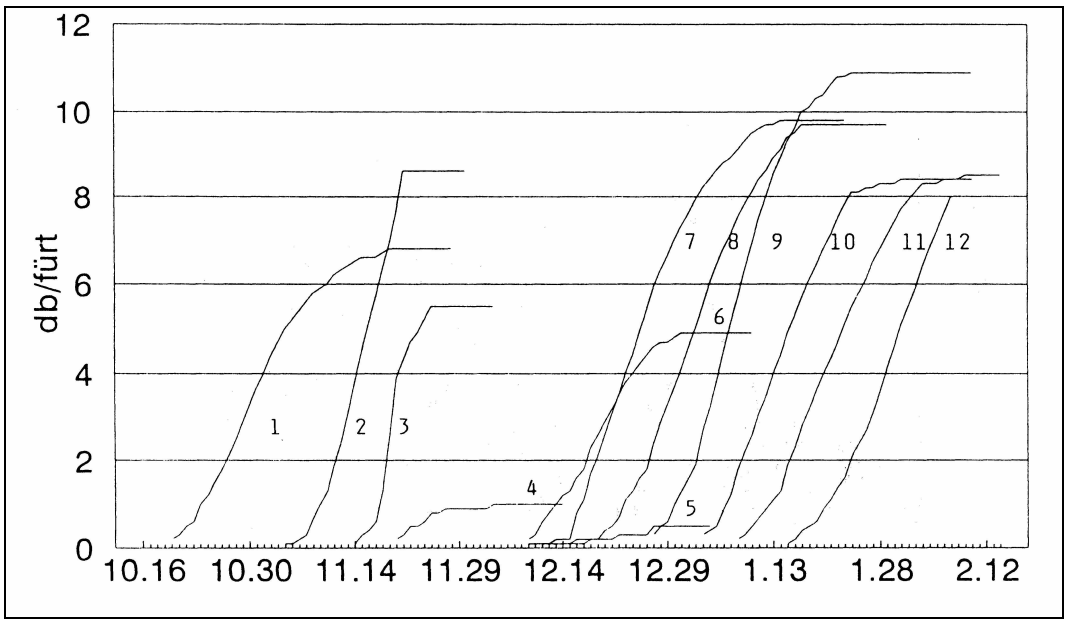
A virágzás jellemzői közül fontos az első virág megjelenése, ami az adott fajta koraiságára utal. Ezt a fenofázist, az első virág megjelenéséig eltelt idővel is szokták jellemezni. Az első virágzatot megelőző levelek száma, szintén használt mérőszám.

Számos vizsgálatot végeztek a paradicsom vetéstől a virágzás kezdetéig eltelt idő megállapítására, természetes fényviszonyok között. A vizsgálatokból, arra a következtetésre jutottak, hogy őszi, tél eleji vetés esetén a fejlődést a rendelkezésre álló fény mennyisége korlátozza. Nyáron viszont a paradicsom megkapja a fejlődéséhez szükséges minimális fényt, ami a virágzásig körülbelül 4 millió lux óra (Calvert, 1964b; Cooper, 1964; Somos, 1971). A paradicsom vetése szempontjából október-november az a hónap, amikor a leghosszabb fejlődési idő várható a virágzásig (7. ábra). Az ezután következő fényhiányos időszak, még termő növények esetén is korlátozó a virágzás szempontjából (8. ábra). Az őszi hajtatás céljából július első felében elvetett növények a legrövidebb idő alatt (63-69 nap) jutottak el a virágzásig (Somos, 1971). A július második felében- augusztus elején elvetett növényeknél ez az időtartam már hosszabbodik, mivel a fényviszonyok egyre rosszabbak lesznek. Magyarországi tapasztalatok szerint ez az utolsó vetési időpont a sikeres őszi hajtatáshoz, (Helyes-Varga, 1994; Helyes-Pék, 1998; Koródi, 2000).

Tavaszi hajtatás esetén a tendencia fordított. A legkorábban, november elejétől-december elejéig vetett növények fejlődnek legtovább (90-110 nap) az első virág nyílásáig. A későbbi vetések javuló fényviszonyok között rövidebb idő alatt (60-90 nap) érik el ugyanazt az állapotot (7. ábra).



7. ábra A vetési időpont hatása, a virágzásáig eltelt napok számára (Calvert, 1964b, alapján)



8. ábra A fürtönként folyamatosan megjelenő virágok száma őszi hajtatás esetén. Gödöllő, 1991-1992; Fajta: Floriset (Helyes-Varga, 1994)

A fűtött paradicsom hajtatás Észak Európában általában november végi-december eleji vetést jelent, hogy minél nagyobb termés legyen betakarítható kora tavasszal, amikor az árak a legmagasabbak (Picken, 1984; Koródi, 2000). Ilyen korai kiültetés esetén, amikor a természetes fény intenzitása a legkisebb és a nappalok rövidek, az első fürt megjelenéséig kialakult levelek száma is fontos, mivel ez fogja meghatározni a paradicsom koraiságát. Minél kevesebb számú levél jelenik meg az első fürtig, annál korábban várható termés. Ennek ellenére az első fürtöt megelőző levelek száma nem lehet túl alacsony, mivel akkor a levélfelület túl kicsi lenne ahhoz, hogy felfogjon annyi fényt, ami a nélkülözhetetlen szerves anyagok előállításához szükséges, hogy egészséges virágok és bogyók fejlődjenek az első fürtön is (Klapwijk, 1986; Farkas, 1990).

A paradicsomon általában 6-8 levél képződik az első fürtöt megelőzően (Lewis, 1953; Calvert, 1957; Hurd-Cooper, 1967; Frenz, 1968b). Nagyon szoros összefüggést találtak az első virágfürtöt megelőző levelek száma és az első portokok kinyílásáig eltelt idő között. Az első virágfürtöt megelőző levelek számát egy génpár határozza meg, ami egyszerű monogénes öröklődést mutat. A teljes dominancia nagyobb számú nóduszt valószínűsít a kisebb számú nódusz helyett az első fürt kialakulásáig (Honma et al., 1963).

Mikor az első virágot megelőző levelek száma a különböző környezeti tényezők hatására változik, nem egyszerű összefüggés van a levelek száma és a virágindukcióig eltelt napok száma között (Calvert, 1959).

Az első virágfürt a hajtáscsúcs növekedésének befejeződését jelenti, ugyanis a hosszanti növekedés az utoljára képződött levél hónaljhajtásából folytatódik tovább. A fürt el van tolódva, ezért úgy tűnik, mintha egy internódium keletkezne. A kihajtott oldalhajtás szintén virágzatban végződik, ily módon folytatódik az oldalhajtások növekedésének sorozata. Tehát a paradicsom szára valódi áltengely (Gorter, 1949; Calvert, 1965).

Az az érzékeny időszak, ami meghatározza, hogy a növény szárán hol fog képződni az első fürt, a sziklevél növekedésével kezdődik és körülbelül tíz napig tart (Calvert, 1957; Fukushima-Masui, 1962), bár ez a periódus néhány fajtánál hosszabb időt is igénybe vehet (Calvert, 1957).

A paradicsom virágzásának szabályozásánál nincs egyedül figyelembe vehető kritikus környezeti tényező (Atherton-Harris, 1986). Az olyan környezeti tényezők, mint a fény, hőmérséklet, szén-dioxid, tápanyag, páratartalom és növekedés szabályzók, közvetlen vagy közvetve befolyásolják a virág-kialakulást (Wittwer-Teubner, 1956; Klapwijk, 1988).

Az első fürtöt megelőző levelek számát két folyamat befolyásolja: a levélképzés sebessége, amely az első virágfürt alatt képződött levelek számát határozza meg és az első virágfürt megjelenése, ami a vegetatív fázis befejezését jelzi. Ugyanolyan levélképződési sebesség

eredményezhet különböző számú levelet, ha az első fürt megjelenéséig eltelt napok száma különböző. Magasabb levélképződési sebesség szintén eredményezhet ugyanannyi számú levelet az első fürt alatt, mint egy alacsonyabb, ha az első fürt korábban jelenik meg (Dieleman-Heuvelink, 1992).

A téli gyenge fényviszonyok között, a hőmérséklet a fő szabályozható tényező a termesztésben, hogy megfelelő növényállományt hozzunk létre (Calvert, 1962). A paradicsom palánták érzékeny időszaka alatt bekövetkező alacsonyabb nappali vagy éjszakai hőmérséklet kevesebb levelet eredményezett az első fürt alatt (Wittwer-Teubner, 1956; Calvert, 1957, 1959, 1964a; Fukushima-Masui, 1962; Phatak et al., 1966; Frenz, 1968a; Noto-La Malfa, 1986; Wada et al., 2001; Ohta et al., 2002). Ez a hatás viszonylag független a fajtától és a típustól (Wittwer-Teubner, 1957). A hőmérséklet hatása az első fürt alatti levelek számára, főleg a levélképződés sebességének meghatározásán keresztül hat (Calvert, 1959; Hussey, 1963a). A hőmérséklet nincs hatással a virág-kialakulásig eltelt idő hosszára, ha a fényintenzitás magas (Calvert, 1959). Alacsony fényintenzitásnál, magasabb hőmérséklet a virág-kialakulásig eltelt időt növeli, összehasonlítva az alacsonyabb hőmérséklettel.

A paradicsom palánták virágzására a nappali és éjszakai hőmérséklet egyaránt hatással van. Úgy tűnik, hogy a napi középhőmérséklet az a tényező, ami az első fürtig megjelenő levelek számát befolyásolja (Lawrence, 1956; Calvert, 1957; Atherton-Harris, 1986). A gyökér hőmérséklete 12-35 °C között, kevésbé, vagy egyáltalán nem befolyásolja az első fürtig megjelenő levelek számát (Phatak et al., 1966). A mag vernalizációja, amikor a részlegesen kicsírázott magvakat alacsony hőmérsékleten tartották 10-30 napig nem hatott az első fürtig megjelenő levelek számára (Calvert, 1957; Wittwer-Teubner, 1957). Tehát nem a mag, hanem a palánta reagál az alacsony hőmérsékletre.

A fényerősség növekedésével a levélképződés mértéke növekszik (Hussey, 1963a). Ezzel szemben a növekvő fényintenzitás csökkenti a virágképzésig eltelt időt, és ez a hatás erősebb, mint levélképződés mértékére gyakorolt hatás. Ez kevesebb számú levelet eredményez az első fürt alatt alacsonyabb fényintenzitás esetén is (Goodall, 1938; Calvert, 1957, 1959; Wittwer, 1963; Binchy-Morgan, 1970; Kinet, 1977b). Kisebb számú levél kifejlődése lenne elérhető pótmegvilágítás használatával a fényre érzékeny időszak alatt (Verkerk, 1964; Morgan et al., 1969; Klapwijk, 1977). Nagyobb állománysűrűség esetén nagyobb számú levél fejlődik az első fürt alatt, amit az egy növényre eső alacsonyabb fénymennyiség magyaráz (Saito et al., 1963).

A paradicsom virágzására általában nincs hatással a nappalhossz, bár néhány fajta, mint kvantitatív rövidnappalos növény van említve (Wittwer, 1963; Hurd, 1973; Kinet, 1977a), mivel képesek virágzatot kialakítani rövidnappalos kezelés nélkül. Ezeknél a virágzás korábbi és az első virágzat kevesebb levél után jelenik meg ilyen esetben (Kinet, 1977a). Számos szerző említ több levelet az első fürt alatt, rövid fotóperiódusok esetén (Goodall, 1937; de Zeeuw, 1954; Wittwer-Teubner, 1956; Calvert, 1959; Wittwer, 1963). Ez a nagyobb számú levél az első fürt alatt, a rövidnappalos körülmények közötti rosszabb fényviszonyoknak köszönhető, bár Morgan et al. (1969) és Hurd (1973), kisebb számú levélről számolt be az első levél alatt rövidebb fotóperiódus esetén, mikor a fényerősség azonos volt. Az összes levél és levélkezdemény száma 45 nap után, 29.8 db rövidnappal, és 30.5 db levél hosszúnappal esetén. Meghosszabbítva a megvilágítás időtartamát alacsony fényintenzitású lámpával megvilágítva, növekedett az első fürt alatti levelek, és az első virágzásig eltelt napok száma (Wittwer, 1963).

A magasabb fényintenzitás kisebb számú levelet eredményez az első fürt alatt, míg a magasabb hőmérsékletnek ellentétes hatása van. Az első fürt alatti levelek száma nagyobb alacsonyabb fényintenzitásnál, és ez a hatás erősebb magasabb átlaghőmérsékleten. Az első fürt alatti levelek száma nagyobb magasabb hőmérsékleten, és ez a hatás erősebb alacsonyabb fényintenzitásnál (Hussey, 1963a; Calvert, 1965; Morgan, 1969). Nyilvánvalóan a fény és a hőmérséklet kölcsönhatásban vannak az első fürtöt megelőző levelek számát illetően. Ez a fény hőmérséklet kölcsönhatás, mind a levélkezdemények fejlődési sebességére, mind a virágkezdemények kialakulására hatással van (Heuvelink, 1992).

2.3.3. A virágrészek fejlődése a megporzásig

A virágképzés jelentősége nagy, hiszen a morfológiai termésükért termesztett fajokon, csak ezekből képződhet a termés. A folytonnövő paradicsomfajtákon, ha a virágképződés elkezdődött, akkor folyamatosan működik a növény élete folyamán, és a betakarított termést nagymértékben a képződött virágok száma fogja meghatározni (Atherton-Harris, 1986). A folytonnövő paradicsomfajták esetében, a virágzási időszak nem különül el lényegesen a bogyófejlődés időszakától. A növény növekedésének különböző fázisai során, a virág-kialakulás arányában bekövetkező változások különbségekhez vezetnek a termés mennyiségében is. A termésmennyiségben rövid időszak alatt bekövetkező növekedés általában a fürtön belüli szokatlanul nagy számú virág kialakulásának (Hurd-Cooper, 1967), vagy nagyszámú fürt kialakulásának eredménye (Atherton és Harris, 1986).

A determinált fajták életében a virágzási időszakot jól elkülönülten követi a termésfejlődés időszaka. A termő időszak összehangolásával az egyszeri gépi betakarítás is lehetővé válik (Gould, 1983), ebből a szempontból fontos, hogy a főhajtás és az oldalhajtások virágzása minél rövidebb ideig tartson. Kézi betakarítás esetén előnyösebb az elhúzódó virágzás.

Mind a folytonnövő, mind a determinált fajtatípus esetén, a termésmennyiség a virágok eredménytelen bogyóképzése által korlátozott. A virágok még kinyílás előtt visszamaradhatnak a fejlődésben, vagy túlságosan korán elöregedhetnek. Szélsőséges körülmények között, mint például magas hőmérséklet és alacsony fényintenzitás, az összes virág elveszhet a fürtből (Helyes et al., 2000).

A virágkezdemények fürtbeli kialakulása után, növekedésük és fejlődésük sebességét és a virágrügyek elrúgását, a hajtás környezetének tényezői befolyásolják.

A hőmérséklet elsődleges fontosságú a virágkezdemények kialakulása után, ami a virágok fejlődésének sebességét meghatározza. Calvert, (1964) kimutatta, hogy a virágok sokkal gyorsabban fejlődnek 20°C-os átlaghőmérsékleten, mint 16°C-on, üvegházban, természetes fényviszonyok között.

Hurd és Cooper (1967; 1970) úgy találta, hogy 14 napig alacsony hőmérsékleten (10°C) tartott növények esetén, a már kialakult fürtökben is lassult a virágok fejlődése. A virágok nyílása 18 nappal tartott tovább, mint azoknál a növényeknél, amelyeket 15°C-on tartottak.

A nappali hőmérséklet emelése sokkal hatásosabb a virágok fejlődésének előmozdítására, mint az éjszakai hőmérsékleté, a vonatkozó időszakban (Lake, 1967).

Bár a magas hőmérséklet általában gyorsítja a virágfejlődést, a virágelrúgás gyakoriságát is növelheti bizonyos körülmények között. A virágrügyek elrúgásának bekövetkezése akkor a legvalószínűbb, amikor a fotoszintetikusan aktív sugárzás (PAR) egyébként is korlátozza az egész növény növekedését. Calvert (1969), paradicsom fitotronos kísérletben – amelyben a napi besugárzás a télen fennállóhoz volt hasonló – azt találta, hogy 21°C-on magas volt az elrúgott virágok száma.

A magasabb hőmérséklet a második fürt korábbi virágzását is előmozdította (Calvert, 1964). A fejlett hajtató-berendezésekben termesztett paradicsom környezeti paraméterei általában pontos szabályozás alatt állnak. Emiatt a környezeti paraméterek hatásának vizsgálataiból származó eredmények közvetlenül alkalmazhatók a hajtatás során. A korai, fűtött berendezésbe való kiültetésre kész paradicsom palántának 4 vagy 5 differenciálódott virágfürtje van. Ennek ellenére a legtöbb virágzással kapcsolatos kísérlet megfigyelései csak az első, második fürtre korlátozódnak (Helyes és Pék, 2000).

A virág morfológiája a hőmérséklettel befolyásolható. A virágrészek száma általában emelhető a hőmérséklet csökkentésével. Sawnhey (1983) a sziromlevelek és porzók számának kismértékű emelkedését figyelte meg csökkentett hőmérsékleten. A sok termőlevelű magházak több rekeszt képeztek hűvös körülmények között, mint melegben (Rylski, 1979; Sawnhey, 1983). A magas hőmérséklet a bibeszál megnyúlását okozhatja és csökkenti az önbeporzás lehetőségét és a megtermékenyülést (Abdalla-Verkerk, 1968; Charles-Harris; 1972; Levy et al., 1978).

A paradicsom a virágzás szempontjából autonóm növény, mivel nincs szüksége különleges környezeti feltételekre ahhoz, hogy generatív szervek képződjenek rajta. Ha a környezeti paraméterek lehetővé teszik, egy idő után kivirágzik, de ez nem azt jelenti, hogy a környezet egyáltalán nincs hatással a virágzásra (Kinet-Peet, 1997).

Fitotronos kísérletekben megállapították, hogy ha a napi halmozott fotoszintetikusan aktív sugárzás állandó, akkor a virágzás rövidnappalos körülmények között is bekövetkezik (Binchy-Morgan, 1970; Kinet, 1977a). Ettől függetlenül a paradicsomot általában a nappalközömbös növények közé sorolják (Kinet-Peet, 1997).

A virágzásig eltelt időt, az első fürtöt megelőző levelek száma és a levelek képződésének sebessége határozza meg. Ha a levélképződés sebessége ugyanakkora, az első fürt alatt képződött alacsonyabb levélszám, korábbi virágzást, és termést eredményez (Dieleman-Heuvelink, 1992).
A vegetatív fázisban keletkezett levelek száma genetikailag szabályozott. Honma és munkatársai (1963) két fajtát összehasonlítva, úgy vélték, hogy csak egy gén határozza meg az első fürt alatti levelek számát. Philouze (1978) szerint a *j*-mutáns (terméskocsány ízesülés nélküli) egy vagy két levéllel többet nevel az első fürt alatt, mint a vad típus, míg az *f*-mutáns (termések sok termőlevelűek) és *lf*-mutáns (leveles) keresztezéséből származó *bi*-mutáns (szélsőséges megjelenése a *j* és *f*-mutáns kombinációjának), a 28-75 levél megjelenéséig késleltette az első virágzatot (Mertens-Burdick, 1954).

2.3.4. Megtermékenyülés, kötődés

A paradicsom terméskötődését úgy is definiálhatjuk, mint azokat a virágokat, amelyekből a virágzás után terméskezdemények fejlődnek. A terméskötődés aránya tulajdonképpen a kötött és kinyílt virágok aránya (Picken, 1984). Erre a kritikus időszakra számos környezeti tényező és belső növekedésszabályozó anyag hat. A pollenképződésnek, a pollen kicsírázásának, a pollentömlő növekedésének, a megtermékenyülésnek és a termésképződésnek sorban egymás után rendben le kell zajlania az eredményes terméskötődéshez.

Bár a pollen bibére jutása a virágszerkezet által biztosított, a virágfürtök mozgatása, a levegő mozgása, a növényállományban végzett fitotechnikai munkák, vagy a poszméhek alkalmazása, különösen téli fényszegény körülmények között, szükséges a megfelelő számú terméskezdemény kialakulásához. Télen a pollenszemek összeragadhatnak, amit a levegő magas relatív páratartalma, az alacsony fényintenzitás és hőmérséklet elősegíthet (Picken, 1984). A bibeszál túlnyúlása a portokcsövön, szintén csökkentheti a megporzás lehetőségét. A bibeszál hossza genetikailag meghatározott (Rick-Dempsey, 1964), de alacsony fényintenzitás (Helyes et al., 2000), magas hőmérséklet, nitrogén-túladagolás és gibberellines kezelés elősegítheti megnyúlását (Howlett 1939; Rudich et al. 1977).

A virágpor képződésétől a megtermékenyülésig lejátszódó bonyolult folyamat hőigényes, 13°C alatt és 32°C felett nem képződik virágpor, legmegfelelőbb a 17°C-os éjszakai és 2C-os nappali hőmérséklet (Farkas, 1990). A pollenszemek 2-5 napig őrzik meg életképességüket a portokok nyílása után, 18-25°C-on (Kaul, 1991). Magasabb hőmérséklet (32/26°C), nemcsak a pollenszemek számát csökkenti, hanem a pollen életképességét is, mivel a virágzás előtt lecsökkent a keményítőtartalmuk (Farkas, 1990; Pressman et al., 2002).

Szélsőséges hőmérséklet, 37,5°C felett vagy 5°C alatt, korlátozza a pollenszemek csírázását és gátolja a pollentömlő növekedését (Dempsey, 1970).

Ha a kötődéskor a szükségesnél kevesebb csíratömlő éri el a petesejtet, és egy-egy bogyórekesz részben vagy egészben magnélkülivé válik, akkor deformálódott, vagy gerezdes bogyó keletkezhet. Ez a jelenség elsősorban a kettőnél több rekeszű fajtákon figyelhető meg. Ha a bogyó csúcsi részén képződik kevesebb mag, akkor gyűrt felszínű bogyó és nagy, parás bibepont keletkezhet. A kötődési rendellenesség következtében előforduló gátolt magfejlődés és a rekeszek erőteljesebb növekedése pedig üreges bogyót eredményezhet (Farkas, 1990).

Alacsony hőmérsékleten nevelt növényeket beporozva magas hőmérsékleten nevelt növények virágporával és viszont, Levy és munkatársai (1978) kimutatták, hogy bármelyik szülőt tették ki magas hőmérsékletnek, az csökkentette a terméskötődést.

A magas hőmérséklet csökkenti a bibe fogékonyságát (Charles és Harris, 1972). 24 és 96 órával a megporzás után alkalmazott 40°C-os hőmérséklet, 4 órán keresztül, szintén az endospermium degradálódását és a embriókezdemény károsodását okozza (Iwahori, 1966).

A sugárzásnak és a levegő relatív páratartalmának a hatása a kötődés folyamatára viszont csekély (Picken, 1984).

A 32°C feletti nappali, és 21°C feletti, éjszakai hőmérséklet csökkenti a terméskötődést (Moore-Thomas, 1952). A 10°C alatti hőmérsékletnek ugyanilyen jellegű hatása van (Charles-Harris, 1972). Két egymást követő napon, három órán keresztül alkalmazott 40°C-os hőmérséklet már elegendő volt a hatás kiváltásához (Picken et al., 1985). Ezek a terméskötődésben jelentkező hibák a csökkent pollenmennyiségen, és minőségen, a magház csökevényességén, rendellenes virágképzésen a szénhidrátok hiányán, valamint a növekedésszabályozó anyagok egyensúlyának felborulásán keresztül fejtik ki hatásukat (Aung, 1979).

Az alacsony, illetve magas hőmérsékletnek, a reproduktív fázisra gyakorolt káros hatásainak kimutatására, számos kísérletet állítottak be. 6°C-os hőmérséklet a bibe elhelyezkedésére, a magház termékenységére és az embrió kezdeti fejlődésére nincs hatással (Fernandez-Munoz-Cuartero, 1991), de a pollenszemek számára, életképességére és a pollentömlő növekedésére negatív hatással van (Charles és Harris, 1972). Dominguez és munkatársai (2002), viszont a pollenszemek számára gyakorolt hatást (20/4°C), ellentétesnek találták tenyészedényes kísérleteikben. A kritikus időszak 4-6 és 12-14 nappal a portokok nyílása előtt van (Mutton et al., 1987) alacsony, és 9 nappal magas hőmérséklet esetén (Kinet-Peet, 1997).

A magas hőmérséklet megszakítja a meiózist a makro- és mikrospórákban egyaránt (Iwahori, 1965), mely hatás kiváltásához háromórányi alkalmazás már elegendő (Sugiyama et al. 1966). A magkezdemény 40°C-on a megporzás után 18 órával abortálódott, valószínűleg a pollentömlő növekedésének gátlása és az endospermium degenerálódása miatt (Iwahori, 1966). A bibe és a bibeszál, magas hőmérsékletre bekövetkező elváltozása, szintén csökkentik a sikeres megporzás lehetőségét. Magas hőmérsékleten csökken a bibe fogékonysága is (Charles-Harris, 1972).

Magas hőmérsékleten (36-39°C), szabadföldön tapasztaltak különbségeket a fajták érzékenységét illetően, és az összes fajtát figyelembe véve a virágelrúgás aránya erősen összefüggött a megnyúlt bibeszálak számának alakulásával (Levy et al. 1978).

Nem figyelhető meg terméselrúgás, ha a bibeszál 1mm-rel túlnövi a portokot, de virágelrúgás normál bibeszál esetén is előfordul. Üvegházi kísérletekben 33/23°C-os nappali éjszakai hőmérséklet esetén a virágbimbó elrúgása, csökkent pollen-életképesség, bibeszál túlnyúlás volt megfigyelhető, mind az érzékeny, mind a rezisztens fajtákon egyaránt (Kinet-Peet, 1997).

A megtermékenyített magház gyors növekedése megállhat alacsony sugárzás, magas hőmérséklet, vagy e két tényező egymásra hatásának eredményeképpen. A fürtönkénti termések száma pozitív összefüggésben van a napsugárzással, leginkább a 1,5 MJ m^{-2} nap^{-1} érték alatt, az első fürt virágzásának időszakában (Cockshull et al., 1992). A kritikus időszak a virágzást megelőző időszaktól a terméskötődés kezdetéig tart (MacAvoy-Janes, 1989). A fürtön belüli első virág portokjainak nyílását megelőző időszak gyenge fényviszonyai megakadályozzák a termések növekedését. A reproduktív részek a növekedésben visszamaradnak, a bogyók átmérője a virágzás után egy hónappal is kevesebb, mint 25mm. A virágzás utáni harmadik-negyedik hét kedvezőtlen fényviszonyai is gátlón hatnak. 4°C-on, vagy a levegő CO_2 koncentrációját emelve, a gyenge fényviszonyok kissé serkentik a bogyónövekedést. A levelek folyamatos eltávolítása és a hajtáscsúcs visszametszése, szintén elősegíti a bogyók növekedését, amit azzal magyaráznak, hogy a kedvezőtlen fényviszonyok versenyt idéznek elő a generatív fejlődés és vegetatív növekedés között az elérhető asszimilátákért (Kinet-Peet, 1997).

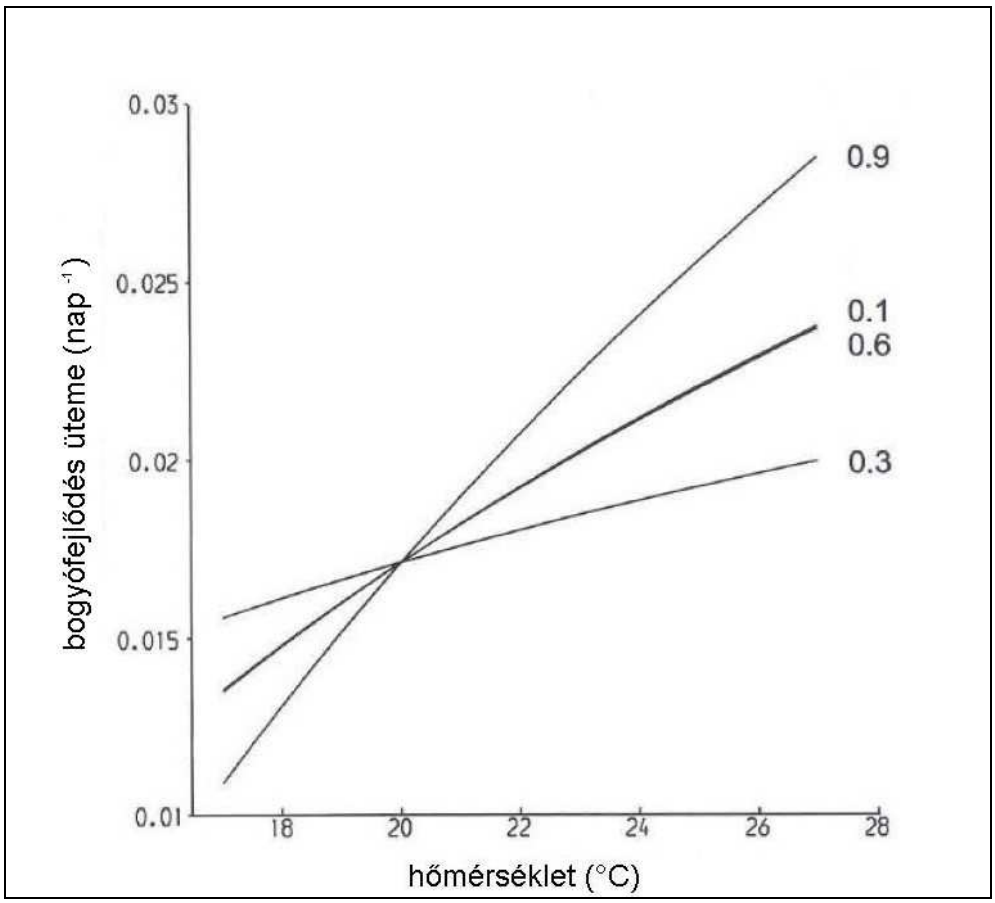
A fürtön belül megfigyelhető, hogy a fürtkocsányhoz közelebb eső bogyók gátolják a távolabbi bogyók fejlődését (Bangerth-Ho, 1984), de a fürtök közötti gátlás is kritikus (Hurd et al., 1979), ha a fényviszonyok kedvezőtlenek.
Lycopersicon peruvianum pollenjével megtermékenyített termések mérete hasonló volt az önbeporzó kontrollhoz viszonyítva, bár magok nem képződtek benne, amiből Verkerk (1957) arra következtetett, hogy a magvak jelenléte nem nélkülözhetetlen a bogyó növekedéséhez. Ha a magvak jelen vannak, valószínűleg előmozdítják a termésnövekedést.
A magok endogén auxintartalma a portokok nyílása után 7-10 nappal éri el csúcspontját (Iwahori, 1967; Mapelli et al., 1978), a virágok auxinkezelése serkenti a terméskötődést (Wittver-Bukovac, 1962). A gibberellinek szintén szerepet játszhatnak a paradicsom bogyóképződésének szabályozásában. A hormonok arányában bekövetkező változás a terméskötődés lehetőségét csökkenti magas hőmérsékleten, de auxin és gibberellin kezeléssel elkerülhető (Kuo et al., 1989). Amikor virágzó fürtökön alkalmazták, a gibberellin elősegítette a kötődést kedvezőtlen fényviszonyok között is, és a partenokarp fajták magházában nagyobb mennyiségben volt jelen (Mapelli et al., 1978). A *gib-1* mutánsban, apró partenokarp bogyók jelenhetnek meg (Groot et al., 1987), ami azt valószínűsíti, hogy a gibberellin nem feltétlenül szükséges a paradicsom bogyófejlődésének megkezdéséhez. Bár a gibberellines kezelés szükséges volt a virágok kinyílásához, az exogén gibberellin folyamatosan jelen volt a virágok nyílása alatt a virágban és előidézhette a terméskötődést.

2.3.5. Bogyónövekedés

A virágzás előtt közvetlenül a paradicsom virágzat asszimiláta felhasználási aktivitása minimális (Kinet, 1989). Virágzáskor a magház növekedése abbamarad, de a megtermékenyülés után folytatódik a magházba (Archbold et al., 1982), és a virágzatba (Kinet, 1989) egyidejűleg áramló asszimiláták, és hormonok mennyiségének növekedésével.

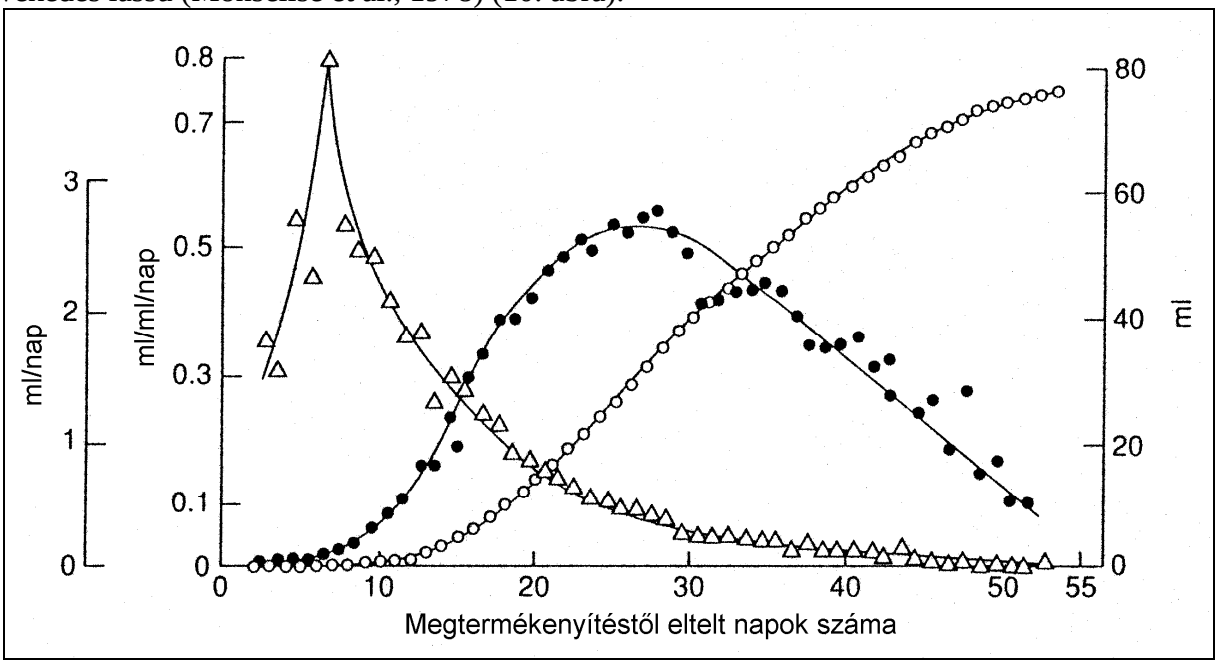
A környezeti tényezőket vizsgálva megállapítható, hogy a bogyónövekedés időtartamára leginkább a hőmérséklet van hatással (de Koning, 2001). A bogyónövekedés időtartama 42-73 nap volt 17-26°C-os átlaghőmérsékleten (Rylski, 1979; de Koning, 2001). A paradicsom bogyójának fejlődési üteme (fejlődéséhez szükséges idő reciproka), a fejlettség állapotától függően, napról napra változik, az egyes állapotok lineáris összefüggéssel jellemezhetők a hőmérséklet függvényében. A 9. ábra, a hőmérséklet hatását mutatja a bogyófejlődés ütemére, a paradicsombogyó egyes fejlettségi állapotaiban. Leglassabban a bogyófejlettség 30%-os állapotában fejlődik egy termés, leggyorsabban pedig 90%-os állapotában. 18°C-on 62, 20°C-on 52, 22°C-on 46, 24°C-on 42 és 26°C-on 39 napos átlagos bogyófejlődést számított ki, a bogyók relatív fejlődési sebességét modellezve de Koning, (2001).

A bogyónövekedés időtartama alatti optimálistól eltérő hőmérséklet, rendellenességeket okozhat. A bogyónövekedés alatti alacsony, majd később magas hőmérséklet eredményeként fellépő sárgatalpasságot, valószínűleg a káliumhiány okozza, és elsősorban a két színből érő fajtákon jelentkezik. A napégés általában a bogyó kocsány körüli részén fordulhat elő, de ha a bogyó átlaghőmérséklete 32°C fölé emelkedik más bogyórészen is előfordulhat. A zöldfoltosságot, szintén a magas nappali hőmérséklet okozhatja, ami a bogyó váll- és középső részén jelenhet meg. Bogyórepedést magas és alacsony hőmérséklet is okozhat egyaránt. Előbbi esetben a bogyó magas hőmérséklete és az egyenetlen vízellátás, utóbbinál a bogyóra kicsapódó hajnali pára és a gyorsan emelkedő léghőmérséklet együttesen okozhatja. Előbbi ellen az egyenletes vízellátással, utóbbi ellen pedig a termesztő-berendezés páratartalmának csökkentésével, illetve a hőmérséklet emelésével biztosítható a védekezés (Farkas, 1990)



9. ábra A hőmérséklet hatása a bogyófejlődés ütemére, különböző bogyófejlettségi állapotokban (10%, 30%, 60%, 90%) de Koning, (2001)

A paradicsom termésének halmozott növekedését leginkább telítődési függvénnyel lehet kifejezni. A bogyófejlődés első 2 hetében az abszolút növekedés lassú, amit egy 3-5 hetes gyors növekedési szakasz követ és egészen az érett zöld állapotig tart, végül további 2 héten át a növekedés lassú (Monselise et al., 1978) (10. ábra).



● napi térfogat növekedés ○ halmozott térfogat növekedés △ napi relatív térfogat növekedés

10. ábra A paradicsom bogyó napi (ml nap^{-1}), halmozott (ml) és relatív (ml ml^{-1} nap^{-1}) téfogat-növekedése a megtermékenyítéstől, Monselise et al. (1978)

A sejtosztódás a kezdeti lassú növekedési szakaszra esik, amíg a sejtmegnyúlás el nem kezdődik. A bogyók relatív növekedése az első hét végére éri el a maximumát, és aztán gyors abszolút növekedés időszakában, ami a sejtmegnyúlás eredménye, lelassul. Az érett zöld állapotban, a termés majdnem eléri a végleges méretét (Monselise et al., 1978). Bár a bogyó asszimiláta felvétele a színeződés kezdetén még megfigyelhető, az érett bogyóban már elhanyagolhatóvá válik (MacCollum-Skok, 1960).

A bogyók végleges mérete a következő tényezőktől függ: a magházban található termőlevelek számától, a magok számától, a bogyó helyzetétől, a fürtön belüli kötődés sorrendjétől és a terméskötődés időszaka alatti környezeti tényezőktől (Kinet-Peet, 1997).

A termesztett paradicsom termőtájának, kettő vagy több termőlevele van. A termőlevelek számát az *Lc* (locule) gén szabályozza (Fryxell, 1954).

A magház szerkezetére környezeti és hormonális tényezők egyaránt hatnak. Alacsony hőmérsékleten (18/15°C nappal/éjszaka) fejlődött bogyók több termőlevelet tartalmaznak, mint magas hőmérsékleten (28/23°C) (Sawnhey, 1983; Ohta et al., 2002).

A bogyófejlődést serkentő mesterséges növekedésszabályozók, a 4-klór-fenoxi-ecetsav (4-CPA) és a 2-naftoxi-ecetsav (NAA) (Nickell, 1982). A szintetikus auxinokat fűtetlen növényházakban alkalmazzák a terméskötődés és a bogyónövekedés elősegítésére, ha a hőmérséklet 10°C-nál alacsonyabb (Cuartero et al., 1987), vagy ha a megporzás gyenge (George et al., 1984). Az auxin-szerű anyagok használata esetén a bogyóhibák és a magnélküliség okozhatnak problémát (George et al., 1984; Watanabe, 1989).

A GA_3 kezelés szintén emeli a termőlevelek számát, ha a virágkezdemények kialakulása előtt alkalmazzák (Sawnhey-Dabbs, 1978).

Sawnhey-Dabbs (1978) megállapította, hogy a növekvő termőlevél szám nem szükségszerűen eredményezi a magok számának növekedését, és mindkét paraméter egymástól függetlenül befolyásolhatja a bogyók végleges méretét. A magok száma nem belsőleg hat a bogyó végleges méretére, mivel bogyónövekedés lehetséges magvak nélkül is, ahogyan azt Verkerk (1957) kimutatta. Mindazonáltal a magvak jelenléte esetén, számuk általában pozitívan hat a bogyótömegre (Sawnhey és Dabbs, 1978). A magvak a növekedésszabályozó anyagok forrásai, és amint a *gib-1* mutáns, GA_3 hiányos növények tanulmányozásából kiderült, hogy bár a bogyók képesek az endogén gibberellinsav hiányában is fejlődni, végső tömegüket a magok által termelt gibberellinsav növeli (Groot et al., 1987).

A mutáns anyanövények vad fajból származó pollennel megtermékenyítve, nagyobb terméseket eredményeztek, mint fordított esetben, amelyek GA-hiányos magvakat képeztek. Koshioka munkatársaival (1994) megállapította, hogy a GA_1 szint, összefügg a bogyóérettel, bár a fürtön belüli kötődési sorrendjével és a bogyó helyzetével is összefügg (Bohner et al., 1988), melyek szintén kritikus tényezők a bogyók végleges mérete szempontjából.

Általában a fürtkocsányhoz közelebb eső bogyó nagyobbra fejlődik, mint a fürtkocsánytól távolabbi. A bogyók végső mérete befolyásolható a kötődés sorrendjének megváltoztatásával. Ha a fürtkocsánytól távolabbi termés előbb kötődik, mint a fürtkocsányhoz közelebbiek, akkor nagyobb tömegű lesz, mint azok. Ha a fürtön belül a termések a virágnyílással ellentétes sorrendben kötődnek, akkor végső méretük hasonló lehet (Bangerth, 1984).

A bogyófejlődés egyik rendellenessége az üregesség. Az üreges bogyókban a magot körülvevő gél állomány részben, vagy egészen hiányzik az egészséges bogyókhoz képest. Az üreg a placenta és a bogyórekesz külső fala között keletkezik, külsőleg, pedig a bogyó inkább szögletes, mint gömbölyű (Winsor, 1968). Vannak fajták, amelyek eleve üregesek (Kinet-Peet, 1997). A rendellenesség gyakran figyelhető meg alacsony fényintenzitás esetén (Winsor, 1968), ősszel, télen vagy kora tavasszal (Kedar-Palevitch, 1968). Néhány kutató szerint, a terméskötődést elősegítő növekedésszabályozók használata szintén elősegíti, mivel előfordulása összefügg az alacsony magszámmal és a gyenge kötődéssel (Hobson et al., 1977; Abad-Guardiola, 1986), különösen ha a hőmérséklet is alacsony (Rilsky, 1979; Rilsky et al., 1994). Más kutatásokban azonban nem találtak kapcsolatot e tulajdonság és a gyengébb termékenyülés között (Kedar-Palevitch, 1970), és a

magok-, vagy a bogyók tömege sem függött össze az üregesség előfordulásának gyakoriságával (Kedar-Palevitch, 1968). Az üregességre a tápanyag és a hőmérséklet is hatással lehet. Túlzott nitrogénellátás emeli, a kálium növelése pedig csökkenti arányát (Winsor, 1966; Palevitch-Kedar, 1968). A foszfor az üregesség előfordulását növelheti (Winsor, 1966), vagy nincs ráhatással (Palevitch-Kedar, 1968; Fukumoto et al., 1992). Davies-Winsor (1969), 22°C-on kevesebb üreges bogyót talált, mint 18°C-on.

A szintetikus auxinok túlzott használata növelheti az üreges bogyók arányát (Kim-Jeong, 1986; Kataoka et al., 1994). A környezeti tényezők, vagy növekedésszabályozók hatására bekövetkező bogyó-üregességet citokinin kezeléssel csökkenteni lehet (Kataoka et al., 1994). Nawata és munkatársai (1985) vizsgálatai szerint, a fürtök virágzáskori kezelése CCC-vel, csökkentheti az üreges bogyók arányát, mivel fokozott citokinin aktivitást eredményez a fejlődő bogyókban.

A paradicsom termésének másik jelentős rendellenessége a bogyórepedés. A repedésre hajlamosító fajtatulajdonságok: nagy bogyóméret; a héj alacsony húzószilárdsága, vagy nyúlékonysága a rózsaszín érési fázisban; vékony héj; vékony külső termésfal; gyenge kutin áteresztőképesség; kevés bogyó növényenként; és árnyékolásmentes bogyók (Kinet-Peet, 1997). Hajtatásban a bogyók repedésének megelőzésére a következők javasolhatók: repedésre kevésbé hajlamos fajta választása; az éjszakai és nappali hőmérséklet- és páratartalom különbség elkerülése; a tápoldat nagymértékű koncentráció-változásának elkerülése; kőzetgyapoton minimum EC 3.0 tápoldat koncentráció; és kismértékű levelezés, vagy a levelezés elhagyása (Hayman, 1987).

A termésmennyiség a növény által felfogott teljes fénymennyiséggel egyenes arányban van hosszú kultúrás (Cockshull et al., 1992) és fürtös paradicsomoknál is (MacAvoy et al., 1989; Janes-MacAvoy, 1991). Az árnyékolás csökkenti a bogyóméretet és a nagyobb méretű bogyók arányát (Cockshull et al. 1992). A legnagyobb bogyóátlagtömeg növekedést akkor tapasztalták, ha a fényt a kötődés kezdetétől a zsendült állapotig alkalmazták (MacAvoy-Janes, 1989), ami a gyors abszolút bogyónövekedés alatti időszakot jelentette (Guan-Janes, 1991). A CO_2 koncentráció emelése szintén növeli az egyes bogyók és a termés tömegét is (Tripp et al., 1991). A rendelkezésre álló asszimiláták mennyisége meghatározó a bogyóméretre (Ho-Hewitt, 1986) és a vízellátottság is hatással van (Salter, 1958). A bogyók mérete és az össztermés is a termő növény szervesanyag megoszlásától függ, amit az asszimiláta-források és -felhasználók aktivitása, valamint az edénynyalábok szabályoznak. Ha az asszimiláták mennyisége kevesebb, mint a felhasználási oldal igénye, a forrás oldal válik meghatározóvá a szervesanyag megoszlás szabályozásában. A verseny megfigyelhető a vegetatív és generatív növényi részek, a növényen található fürtök, valamint a fürtökön belül növekvő bogyók között egyaránt (Ho-Hewitt, 1986).

2.3.6. Érés

A termések növekedésének utolsó, lassú szakaszában, a szín, íz, aroma, állag és összetétel jelentős változáson megy keresztül. Ezeknek a változásoknak az összességét termésérésnek nevezik, és bonyolult felépítő és lebontó folyamatok eredményeként jönnek létre. A 4. táblázat a paradicsom érésének különböző fázisait mutatja be.

4. táblázat A paradicsom bogyójának érettségi fázisai, Yamaguchi (1983) alapján.

Szín	A zsendüléstől eltelt napok száma 20°C-on	Leírása
Éretlen zöld	-	A bogyó még növekszik, színe tompa mélyzöld, héja nem fényes. A mag éles késsel elvágható mikor a bogyót szeletelik, a mag, nem csíraképes. Az ilyen állapotban leszedett termés még nem érik be megfelelően.
Érés előtti zöld (zsendülés)	0	A bogyó színe világoszöld, illetve fehéres-zöld, héja feszes és fényes. A mag érett és csíraképes. Az ilyen állapotban betakarított termés megfelelő környezeti feltételek között beérik.
Színeződés kezdete: I.	2	A bibepont és a placenta rózsaszín árnyalatú
II.	4	A bibeponttól kiindulva a bogyó 10-30%-a rózsaszín.
Rózsaszín	6	A bogyó 30-60%-a piros.
Halványpiros	8	A bogyó 60-90%-a piros.
Piros	10	A bogyó felszínének legalább a 90%-a piros.

A sejtfalak lebontása számos enzim működése által valósul meg, melyek közül legfontosabb a poligalakturonáz, ami lágy, lédús állapotot eredményez. A bogyó színének változása 2-3 nappal a zsendült állapot után kezdődik, és folyamatosan változik a sárgából narancs és vörös színűvé. A színváltozás, a kloroplasztok kromoplaszttá való átalakulásának, és számos színanyag, főleg a vörös likopin és β-karotin felhalmozódásának eredményeképpen jön létre (Grierson-Kader, 1986). Körülbelül 10 nappal a színváltozás kezdete után, egy elválasztó réteg fejlődik a csészelevél és a bogyó között, elvágva a szervesanyag-utánpótlástól a termést (McCollum-Skok, 1960).

Az érett bogyó szárazanyagtartalma, mintegy 5-7,5%-a a nyers tömegnek. A szárazanyag nagy része cukor és szerves sav (Davies-Hobson, 1981), amelyek a termés ízének kialakításáért felelősek. A cukrok, főleg glükóz és fruktóz alkotják a nyers tömeg 2-4%-át, míg a szacharóz csak a 0,1-0,2%-át. A keményítő a bogyónövekedés első hónapja során halmozódik fel, azután csökken (Ho et al., 1982).

A szerves savtartalom, ami főleg citrom- és almasav, szintén emelkedik a bogyófejlődés során. A citromsav almasav aránya alacsony a növekedés kezdeti szakaszában, de az érés során fokozódik. A kálium, nitrogén és a foszfor a legfontosabb ásványi elemek a bogyóban, ezek teszik ki a bogyó teljes ásványi anyagának több mint 90 %-át. (Davies-Hobson, 1981).

A paradicsom termését utóérő típusba sorolják. Az utóérő termés légzése minimálisra csökken, majd emelkedni kezd, az érés kezdetekor eléri a maximumát, majd megint csökken (Biale-Young, 1981).

Érés-mutánsokat intenzíven vizsgálták, hogy azonosítsák az érésgéneket és magyarázatot kapjanak az érés molekuláris alapjaira. Számos éréssel összefüggő mRNS-t klónoztak, és állapították meg a funkciójukat. Ezek a sejtfal lebontó (pl. poligalakturonáz, pektináz), etilén szintetizáló (ACC szintáz és ACC oxidáz) és karotinoid szintetizáló (fitoin szintáz) géneket foglalják magukban (Gray et al., 1994). A transzgénikus paradicsomok, amelyekben ezek a gének gátoltak, az anti-sense technológiát használva, vagy overexpresszióval, olyan új és stabil öröklődő jellemvonásokat mutatnak, mint például a javított szöveti szerkezet, lassúbb érés és csökkentett utóérés, vagy a vörösebb szín (Grierson-Fray, 1994).

Az érés során 8 színárnyalatot, illetve érettségi állapotot különíthetünk el, amelyben a szedés megtörténhet (5. táblázat).

5. táblázat Az érés során előforduló érettségi állapotok, Stenvers (1976) alapján

Színezettségi fok	érettségi fok
1. 100% zöld	érett zöld
2. 99-95% zöld 1-5% sárga-narancssárga	zsendülés (színeződés megindulása)
3. 95-66% zöld 5-34% narancssárga	
4. 66-34% zöld 34-66% narancssárga	ún. félérett állapot
5. 1-34% zöld 99-66% narancssárga	
6. 100% narancssárga	
7. 100% világos piros	kemény
8. 100% sötét piros	puha érett (fogyasztási)

Nyugat-Európában a kora tavaszi időszakban általában a 6. fázisban (az egész bogyófelszín narancssárga) szedik a paradicsomot. A későbbi időszakban, mikor már a léghőmérséklet is magasabb, korábbi színezettségi fokon (3-5.) történik a szedés.

A forgalmazó igényének megfelelően kocsánnyal vagy kocsány nélkül szedik a paradicsomot. A kocsánnyal szedett bogyók hosszabb ideig pulton tarthatók.

A paradicsomhajtatásban néha végeznek érésgyorsítást is. A bogyóban termelődő etilén gyorsítja a bogyóérést, tehát az etilén mesterséges adagolásával a folyamat sebessége fokozható. A kezelést csak azokon a fürtökön szabad elvégezni, amelyeknél a bogyók már elérték a fajtára jellemző méretet és zsendülnek (halványzöld bogyószín). Erre a célra az etiléntartalmú készítmények is alkalmasak. Az érésgyorsítás nagy hibájának tartják, hogy a bogyók puhulnak, tehát a szállíthatóságuk és a tárolhatóságuk romlik. Ha nem megfelelő időben és töménységben végezzük el a kezelést, a puhulás mértéke annál nagyobb (Helyes, 1999).

Az érés ütemétől függően a kora tavaszi időszakban heti egy-két alkalommal szedjünk, míg a későbbi periódusban a hetente háromszori szedés is elképzelhető. A szedést kora reggel végezzük és a termést gyorsan vigyük hűvös helyre, ami segíti a termés színének és minőségének megőrzését. A szín kialakulása 12,5°C felett és 30°C alatt történik meg (Farkas, 1994; Kinet-Peet, 1997; Helyes, 1999).

A négyzetméterenkénti várható termés mennyisége rendkívül széles skálán mozog, a hajtatás módjától és a kultúra hosszától függően (6. táblázat).

6. táblázat A terméseredmények várható alakulása Magyarországon, a hajtatás módjától és kultúra hosszától függően (Helyes, 1999)

Őszi hajtatásban:	7-9 kg m^{-2}
Korai hajtatásban (kb. 6-7 hónapos kultúra):	15-20 kg m^{-2}
Középkorai hajtatásban (kb. 4-5 hónapos kultúra):	8-12 kg m^{-2}
Hollandiai hosszú kultúrában (kb. 11 hónap):	45-50 kg m^{-2}

A hollandiai adat természetesen üvegházi termesztést jelent, míg a többi fólia alatti hajtatásra vonatkozik.

2.3.7. A növekedés és fejlődés számszerűsíthetősége

A zöldségnövények hőigényét és hőmérsékletre való érzékenységét a termeszthetőség és az optimális hőmérséklettartomány tekintetében szokták említeni. A paradicsomnál a termeszthetőség tartományát 12-35°C (Krug, 1991), 10-36°C (Filius, 1994) között határozták meg. Az optimális hőmérséklet pedig 22°C (Markov-Haev, 1953), 16-20°C (Farkas, 1990), illetve 20-25°C (Krug, 1991). A zöldségfajok hőmérséklet hatására bekövetkező reakcióit azonban sokkal érthetőbben és pontosabban fejezik ki a növekedés különböző mérőszámai.

A növények növekedése általában a csíra és a táplálószövet szárazanyagától kezdve gyarapodik, eltekintve a csírázás alatti légzési veszteségtől. Az autotróf növekedés esetén a tömeg exponenciálisan kezd el gyarapodni, majd egy fordulópont után telítődési függvényt követ. A teljesen kifejlődött növényeknél ez egy szigmoid (S-alakú) görbét ír le. Néhány faj esetében a görbe a fordulópont körül, hosszabb rövidebb ideig egyenes is lehet a környezeti tényezőktől függően (11. ábra).

Az exponenciális növekedési görbe a növények növekedésének kezdeti szakaszát írja le, ami az élettani folyamatokon alapuló, egyszerű hatványkitevős függvénnyel írató le:

$$W(t)=W_0\cdot e^{bt},$$

ahol W a növény, vagy növényi rész tömege;
W_0 a tömeg t=1 időpontban;
b függvény együttható, a relatív növekedés sebessége,
t pedig az idő (Krug, 1997).

A szigmoid (S-alakú) görbét leíró logisztikus függvényt, Feldmann (1979) fejlesztette ki:

$$W(t)=W_0+A\cdot(1+e^{b-c\cdot\ln(t)})^{-1},$$

ahol W a növény, vagy növényi rész tömege,
A a W (tömeg) maximális értéke,
b és c függvény együtthatók,
t pedig az idő (11. ábra).

Az ábrán látható logisztikus függvény nagyon rugalmasan kezelhető, de nem képes követni azokat a hirtelen változásokat, amelyek a növekedési tényezők hirtelen megváltozásából, vagy egy másik növekedési fázis kezdetekor fellépnek. A növekedési függvények nemcsak a véletlen változékonyságot egyenlítik ki, hanem kisimíthatják a környezeti tényezőkből származó változásokat is. Például a széles határok között mozgó napi besugárzás mennyiségét (Liebig, 1989), vagy az átlagos értékekhez viszonyított hőmérséklet ingadozásokat is kiegyenlíthetik (Fink, 1992).

A növény növekedési hatékonyságának jellemzői, az előbb említett növekedési függvények paraméterei, vagy más szóval a növekedési sebességek, melyek a következők:

- Átlagos növekedési sebesség,

$$ÁNS=(W_2-W_1)\cdot(t_2-t_1)^{-1},$$

(ahol W a növény, vagy növényi rész tömege, t pedig az idő),
a növekedés mértékét, két egymást követő időpont között mért adatokból számítja (11. ábra). A mért adatok változékonysága miatt azonban sokkal megbízhatóbb, ha a növekedési görbéből számított adatokat használjuk kiszámításához. E viszonyszám tartománya néhány naptól a teljes tenyészidő végéig is tarthat. Az interpolálást és értelmezését azonban körültekintéssel kell kezelni, mivel ez egy linearizált érték.

- Abszolút növekedési sebesség,

$$ANS=(dW\cdot dt^{-1}),$$

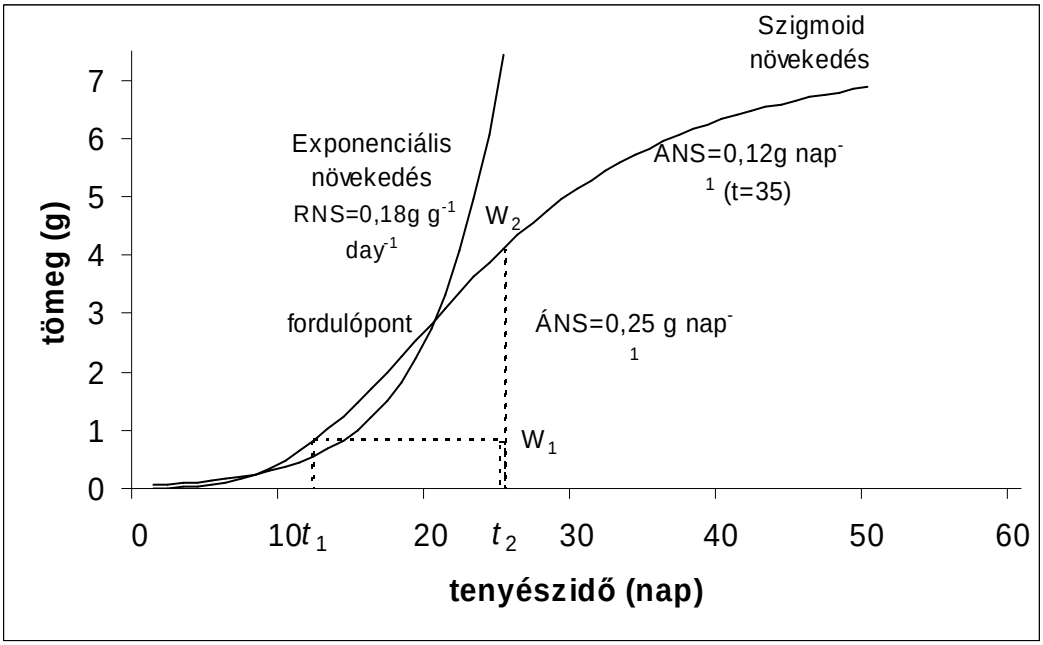
(ahol W a növény, vagy növényi rész tömege, t pedig az idő)
tetszőleges kiindulási és végponthoz képest írja le a szigmoid görbe meredekségét, másképpen a logisztikus függvény első deriváltja,

$$ANS'=[Ae^{b}ct^{-c}]^{-1}\cdot[1+e^{b}t^{-c}]^{-2} \text{ (11. ábra).}$$

- Relatív növekedési sebesség,

$$RNS=(dW\cdot dt^{-1})\cdot W^{-1},$$

(ahol *W* a növény, vagy növényi rész tömege, *t* pedig az idő)
az elért tömeghez viszonyítja az abszolút növekedés sebességét és a hatékonyságra utal. Az exponenciális növekedési szakasz időtartama alatt a relatív növekedési sebesség állandó. Ezután az önárnyékolás, az improduktív szövetek arányának növekedése és más tényezők miatt a relatív növekedési sebesség csökken (Krug, 1997).



11. ábra Az exponenciális és szigmoid növekedési görbe, valamint a növekedés mértékének leírására alkalmazott paraméterek (Krug, 1997)

A növekedési modellek előfutára a leíró egytényezős lineáris megközelítés, mint például a hőösszeg fogalma, vagy másképpen hőegység rendszer, amelyet Rèaumur (1735) fejlesztett ki, majd De Candolle (1855) továbbfejlesztette, bevezetve a minimum hőmérsékletet. Számos kutató használta, különösen a az 1920-as évektől.

Az egy tényezős lineáris megközelítésnek az előfeltétele egy domináns viszonyítási tényező, és hogy a növekedés/fejlődés mértéke lineárisan függjön a viszonyítási tényező mennyiségétől.

A viszonyítási tényező dominanciája akkor jelenik meg, ha: a viszonyítási tényező kívül, a többi tényező belül van a reagáló rész érzékelési tartományán; ha az anyagcsere az utánpótlást egy raktározó szervből nyeri, melyet főleg a hőmérséklet szabályoz (pl. csírázás, hajtatás), és ha valamilyen környezeti inger, mint a fotóperiódus, vernalizáció, nyugalmi állapot kiváltása, vagy általában egy tényező irányítja a fejlődést (Krug, 1997).

Bár a biológiai reakciók általában nem lineáris összefüggést mutatnak, a linearitás megfigyelhető a növekedés/fejlődés bizonyos intenzitású tartományában (11. ábra), vagy helyes megközelítéssel el is érhető.

A hőegység számítás egyenlete Thornley (1987) szerint a következő:

$$S = \Sigma \Delta t (T - T_{min}),$$

ahol S a hőmérséklet összege,
Δt az időtartam napokban,
T a Δt időtartam átlaghőmérséklete,
és T_{min} a növény által igényelt minimum hőmérséklet.

Ez az egyenlet alkalmazható a növekedés/fejlődés egyes fázisaira, vagy a teljes növekedési ciklusra. Néhány modellben a hőösszeg, a fejlődés folyamatának számszerűsítésére használatos (Spitters et al., 1989).

A paradicsom növekedésének, fejlődésének előrejelzésre, tervezhetőségére, a következő kutatók alkottak modelleket (7. táblázat).

7. táblázat Szabadföldi és hajtatott paradicsomtermesztési modellek.

	Modell tartalma	Szerzők
Ipari paradicsom	Hőegység számítás, fenológiai fázisok előrejelzésére.	Wolf et al., 1986
	Hőegység számítás, betakarítás előrejelzésére.	Perry et al., 1997
Hajtatott paradicsom	Paradicsom növekedési- és termés-modell, a növényházi környezet optimalizálására (TOMGRO).	Jones et al., 1989
	A paradicsom szárazanyag-képzésének modellje, a növényházi környezet optimalizálására (TOMSIM).	Bertin-Heuvelink, 1994
	Paradicsom fenológiai- és termés-modell, a növényházi környezet optimalizálására (TOMPOUSSE).	Gary et al, 1997
	Paradicsom fenológiai- és termés-modell, a növényházi környezet optimalizálására (SIMULSERRE).	Gary et al, 1998
	Paradicsom növekedési- és termés-modell, a növényházi környezet optimalizálására (HORTISIM).	Gijzen et al, 1998
	A paradicsombogyó fejlődése a hőmérséklet, bogyóterhelés és a tápoldat-koncentráció függvényében.	de Koning, 2001
	Paradicsom termés-előrejelző modell (SIMULTOM).	Sauviller et. al., 2002

A TOMPOUSSE nevű termés-előrejelzési modellt Franciaországban az INRA-ban fejlesztették ki (Gary et al., 1997), fűtött üvegházakban történő használatra. Ez a modell viszonylag kevés klimatikus és növény adatot használ bemeneti adatként, ami megkönnyíti a termelők számára a használatát. Ezt a modellt alkalmazták Portugáliában a fűtetlen fóliák alatti termesztés előrejelzésére, kisebb módosításokkal (Abreau et al. 2000). A fűtetlen fóliák alatt a napi hőingás nagyobb, mint a precíz klímaszabályozással rendelkező, fűtött üvegházakban, ezért a modellt szükséges volt kalibrálni a szélsőségesebb hőmérsékleti viszonyokhoz. Kísérleteimet hasonló körülmények között, viszonylag szélsőséges, nagy hőmérsékleti ingadozások mellett folytattam, ezért a TOMPOUSSE modellt használtam összehasonlításképpen. A TOMPOUSSE modell tartalmaz egy virágzás és egy betakarítás előrejelzési modult, amelyek fürtszintenként írják le a folyamatokat.

A 7. táblázatban felsorolt hajtatási modellek, nagy segítséget nyújthatnak a növényházi paradicsom előállításában, melyeket a kutatók természetesen folyamatosan fejlesztenek.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

A termést befolyásoló környezeti tényezők hatásának értékeléséhez két eltérő követelményt kellett magvalósítani. Egyrészt az értékelni kívánt tényezőknek a kísérlet körülményeiből adódó, tág határok közötti értékelhetőségét. Másrészt a nem értékelt tényezők, a különböző kísérleti években történő, változatlan szintű kialakítását. Ezeket a körülményeket a fajták és a termesztési időszak eltérő megválasztásával, valamint a kísérlet többi körülményének azonosságával próbáltam megvalósítani.

3.1. A kísérlet helye

Kísérleteimet a Szent István Egyetem Kertészeti Technológiai Tanszékének Oktatási, Bemutató és Kísérleti Telepén végeztem, Gödöllőn.

Hajtatási vizsgálataimat a kísérleti telepen található, északkelet-délnyugati tájolású üvegházban végeztem, melynek két, egymástól függetlenül kezelhető hajója van. Az üvegház hajónként bruttó 110 m^2, hasznos termesztőfelületük egyaránt 80 m^2. Az egyik főként termesztő-, míg a másik szaporítóházként használatos. Az 1960-as évek végén épült termesztőház műszaki állapota mára már jelentősen leromlott. A termesztőház hossza 18 m; fesztávolsága 6 m, vápamagassága 1,8 m. Az alacsony vápamagasság miatt az épület önárnyékolása igen jelentős. A szellőző felület a teljes határoló felületnek mindössze 10%-a, ami rendkívül megnehezíti a nyári hónapokban történő használatát. A klímaszabályozás kézzel történik, így a hőmérséklet és a páratartalom szinten tartása, emiatt is nehezen oldható meg az ilyen kis légterű, 2 m^3 m^{-2}, termesztő-berendezésben. A teljesen kézi klímaszabályozás ellenére igyekeztem a berendezés adottságainak figyelembevételével, a környezeti paramétereket optimális szinten tartani. Az öntözés és tápanyag-utánpótlás szintén kézi vezérlésű, csepegtető öntözőberendezéssel volt biztosítva.

Az öntözővíz és a tápoldat mennyisége a növények fejlettségi állapotának megfelelően került kijuttatásra. A tápanyag-utánpótlást komplex műtrágya bekeverésével biztosítottam.

3.2. A kísérletek lebonyolításának módszerei

A környezeti tényezőknek a folytonnövő paradicsom termésalakulására gyakorolt hatását tavaszi hajtatási kísérletek keretében vizsgáltuk. 1999 és 2002 között három kísérletet állítottunk be, melyek módszereinek kiválasztásához, a tanszéken már korábban végzett kísérletek tapasztalatait is felhasználtuk.

3.2.1. A kísérletek beállítása

A három kísérleti év fontosabb időbeli jellemzőit a 8. táblázat tartalmazza.

8. táblázat A kísérletek beállításának fontosabb jellemzői

Kísérlet beállításának éve	1999	2001	2002
Vetés időpontja	12. 04.	01 09.	01. 25.*
Kiültetés időpontja	01. 27.	03. 27.	03. 25.
Virágzás kezdete	02. 25.	03. 29.	03. 26.
Szedés kezdete	05. 03.	05. 27.	05. 27.
Állomány bontása	07. 22.	08. 08.	08. 05.
Tenyészidő a vetéstől a szedésig (nap)	230	216	145
Állománysűrűség (növény m^{-2})	2	2	2
Ismétlések száma	6	5	8
Vizsgált fürtök száma növényenként	10	10	10
Vizsgált hibridek száma	4	4	2
Vizsgált növények száma	24	20	16

*2002-ben az alanyfajta vetése 2 héttel korábban történt.

3.2.2. A kísérletek elrendezése

A kísérleti parcellák elrendezését, a fajták ismétléseit, a 12. ábra, 13. ábra és 14. ábra szemlélteti. A növényállomány egyes sorokban volt kiültetve. Az ábrákon arab számokkal jelöltem a fajtákat és római számokkal az ismétléseket. 1999-ben 7, 2001-ben 8 és 2002-ben 10 növényt ültettem ki ismétlésenként, az ábrákon szemléltetett elrendezésben. Minden ismétlésből egy-egy növényt választottam ki véletlenszerűen, melyeken aztán a megfigyeléseket végeztünk.

4/VI	1/V	4/II	3/II
3/VI	2/IV	3/III	1/II
1/VI	3/V	1/III	4/I
2/VI	1/IV	2/ III	3/I
4/V	3/IV	4/III	2/I
2/V	4/IV	2/II	1/I

É

12. ábra A kísérletek ismétléseinek elrendezése 1999-ben

4/IV	4/III	4/II	1/II
3/V	2/IV	3/II	2/I
1/V	3/III	1/III	3/I
2/V	1/IV	2/III	4/I
4/V	3/IV	2/II	1/I

É

13. ábra A kísérletek ismétléseinek elrendezése 2001-ben

2/IV	1/III	4/II	3/I
3/IV	4/III	1/II	2/I
1/IV	2/III	3/II	4/I
4/IV	3/III	2/II	1/I

É

14. ábra A kísérletek ismétléseinek elrendezése 2002-ben

3.2.3. A kísérletekben vizsgált fajták

A kísérletekben alkalmazott fajták mindegyike folytonnövő paradicsom hibrid volt. A hibridek jellemzését a forgalmazó által kiadott katalógusok, illetve az OMMI leíró fajtajegyzék alapján ismertetem (9. táblázat).

9. táblázat Az 1999-ben vizsgált fajták jellemzése, a kísérletben feltüntetett sorszámuk szerint

Fajta neve		1 Gabor F_1	2 Hardy F_1	3 Enrika F_1	4 Fanny F_1
Tenyészidő		igen korai	közép késői	közepes	közepes
Növény-magasság		közepes-magas	közepes	közepes-magas	közepes-magas
Lombsűrűség		nyitott	sűrű	közepes	közepes
Bogyó	alak	enyhén lapított gömbölyű	enyhén lapított gömbölyű	enyhén lapított gömbölyű	enyhén lapított gömbölyű
	tömeg (g)	100-120	100-120	140-150	130-140
	rekeszek száma	3-5	3-5	3-5	3-4
	szín érés előtt	egyszínből érő	egyszínből érő	egyszínből érő	egyszínből érő
Betegség-ellenállóság		Tm, V, F_2, F_r, C_5, N, W	Tm, V, F_2, N	Tm, V, F_2, N, St	Tm, V, F_2, N, St
Megjegyzés		hajtatás	hajtatás	hajtatás	hajtatás, szabadföldi támrendszer

(Royal Sluis, 1999; Kovács, 2000)

2001-ben megvizsgáltam egy oltott paradicsom-hibridet, melynek alanya a Beaufort F_1, a ráoltott nemes, pedig a Daniela F_1 volt. Az oltott növényállományt külön fajtaként szerepeltettem, ugyanolyan ismétlésszámmal, mint a többi hibridet. 2001-ben a következő fajták kerültek beállításra a kísérletben (10. táblázat).

10. táblázat A 2001-ben vizsgált fajták jellemzése, a kísérletben feltüntetett sorszámuk szerint

Fajta neve		1-2 Daniela F_1	3 Monika F_1	4 Fanny F_1	Beaufort F_1
Tenyészidő		közép-korai	igen korai-korai	közepes	
Növény-magasság		közepes-magas	magas	közepes-magas	
Lombsűrűség		közepes sűrű	nyitott	közepes	
Bogyó	alak	enyhén lapított gömbölyű	enyhén lapított gömbölyű	enyhén lapított gömbölyű	
	tömeg (g)	130-150	120	130-140	
	rekeszek száma	3-4	3-4	3-4	
	szín érés előtt	zöldtalpas	fehérből érő	egyszínből érő	
Betegség-ellenállóság		Tm, V, F_2	Tm, V, F, N	Tm, V, F_2, N, St	Tm, P, V, F_2, F_r, N,
Megjegyzés		kemény, jól tárolható	hajtatás, szabadföldi támrendszer	hajtatás, szabadföldi támrendszer	alany

(Kovács, 2002; De Ruiter Seeds, 2004)

15. ábra A paradicsom állományképe, a termőidőszak első felében, 2001-ben, Gödöllőn

2002-ben a Lemance F_1 hibridet vizsgáltam, melyet saját gyökerén és a Beaufort alanyon is kiültettem, melyet külön fajtaként vizsgáltam a későbbiekben (11. táblázat).

Beaufort F_1 alany jellemzői: Európában a legelterjedtebben használt alany az oltott paradicsom termesztésében. Ez az alanyfajta a *Lycopersicon esculentum* és a *L. hirsutum* fajok hibridje. Rezisztenciával rendelkezik, a paradicsom mozaik vírussal, *Verticillium* kórokozókkal, a leggyakoribb gyökérgubacs-fonálférgek fertőzésével, fuzáriumos gyökérnyak-rothadással, a

Fusarium 1 és 2 rasszával, illetve a gyökérparásodással szemben. Ezen tulajdonságai, valamint az erőteljes növekedés ideális alany-fajtává teszi (De Ruiter Seeds, 2004).

11. táblázat A 2002-ben vizsgált fajták jellemzése, a kísérletben feltüntetett sorszámuk szerint

Fajta neve		Lemance F_1	Beaufort F_1
Tenyész-idő		közép-korai	
Növény-magasság		közepes-magas	
Lomb-sűrűség		zárt	
Bogyó	alak	enyhén lapított gömbölyű	
	tömeg (g)	130	
	rekeszek száma	3-4	
	szín érés előtt	egyszínből érő	
Betegség-ellenállóság		Tm, C_5, V, F_1, F_r,	Tm, P, V, F_2, F_r, N,
Megjegyzés		kemény, jól tárolható	alany

(De Ruiter Seeds, 2004)

12. táblázat A betegség-ellenállóság jelmagyarázata

Tm	Dohánymozaik vírus	Tobacco Mosaic Virus
V	Verticilliumos hervadás	*Verticillium sp.*
F	Fuzáriumos hervadás	*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersic*i
F_r	Fuzáriumos csúcs- és gyökérelhalás	*Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis lycopersici*
C	Kladospóriumos foltosság	*Fulvia fulva* race 0, A, B, C, D, E
N	Gyökégubacs fonálféreg	*Meloidogyne sp*. kivéve *M. hapla*
St	Szürke levélfoltosság	*Stemphylium sp.*
W	ezüstlevelűség	Silvering
P	gyökérparásodás	*Pyrenochaeta lycopersici*

3.3. A kísérlet beállításának körülményei

Az alkalmazott agrotechnikát a talajon történő paradicsomhajtatásban általában jellemző módon hajtottuk végre. Vetésforgó alkalmazására nem volt lehetőség, mivel a fűtött berendezésben általában intenzív és egész éves termesztés folyik.

A talajművelés az őszi hajtatásból származó növényállomány maradványainak eltávolításával kezdődött, majd alap talajművelésként a forgatás következett, amit a feltöltő öntözéssel és a talajfelszín elmunkálásával fejeztünk be. A sorok kijelölése után került sor a palánták kiültetésére, ezzel egy időben a támasztékul szolgáló műanyag zsinórok kihelyezésére, növényekre rögzítésére, és a palánták egyedi iszapoló beöntözésére.

Az öntözést csepegtető öntözőberendezéssel végeztük, ami alkalmas volt a tápanyagként szolgáló oldott komplex műtrágya kijuttatására is. A kiültetés után két hétig nem öntöztük a paradicsomot, csak ezután helyeztük ki a csepegtető öntözőrendszer csöveit. A kijuttatott öntözővíz mennyisége a növények növekedésének mértékével folyamatosan változott. Kezdetben 1mm nap^{-1}, a termőidőszak vége felé pedig 4-6 mm nap^{-1}, az igénytől függően. A kiültetés után 1 hónappal kezdtük a tápoldatozást. A tápoldat kijuttatását a csepegtető öntözőberendezésen keresztül oldottuk meg. A tápoldathoz Kemira Ferticare I komplex, és $CaNO_3$ öntöző műtrágyákat használtunk fel 2‰ koncentrációban, előbbit rendszeresen az öntözéssel együtt, utóbbit alkalmanként, igénytől függően. A komplex műtrágya összetétele főbb hatóanyagonként százalékban a következő volt: N-14; P_2O_5-11; K_2O-25; MgO-2,8. Tartalmaz emellett még vasat, bórt, rezet, cinket és mangánt ezrelékes nagyságrendben, valamint további mikroelemeket is. Tápelem arányai 1:0,8:1,8 (N:P:K), a nitrogént 56%-ban NO_3, 45%-ban karbamid és 1%-ban NH_4 formájában tartalmazza. A $CaNO_3$ 15,5% nitrogént, 25% CaO-ot és 0,33% MgO-ot tartalmaz. Mindkét öntöző műtrágya maradék nélkül oldódik a vízben (Horinka, 1994). A kísérleteket nem előzte meg talajvizsgálat.

A termesztés során a megszokott fitotechnikai munkákat végeztem, mint a támaszrendszerre rögzítés, hónaljhajtások eltávolítása, levelek eltávolítása az érésbe kezdett fürt magasságáig, hajtáscsúcs eltávolítása a tizedik fürtöt követő két levél után (tetejezés). A fitotechnikai munkák során, a növényállomány mozgatásán kívül nem alkalmaztam terméskötődést elősegítő beavatkozást.
A betegségek kialakulásának, valamint a kártevők és gyomok felszaporodásának elkerülése érdekében preventív növényvédelmet alkalmaztunk.

3.4. A kísérletekben végzett megfigyelések és mérések

3.4.1. A virágzás megfigyelése

A kísérlet során a virágzás dinamikájának megismeréséhez folyamatos megfigyeléseket végeztünk. A megfigyeléseket a 8. táblázat által ismertetett számú növényen folytattuk. Hetente három alkalommal, a reggeli órákban, növényenként minden egyes fürtről feljegyeztük a virágok számát, amiből a virágzás kezdeti és végső időpontja is kiszámítható volt. Azokat a virágokat vettük számba, amelyeknek sziromlevelei már szétterültek és a porzók láthatóvá váltak. A hetente három alkalommal ismételt megfigyelések adataiból, napi pontossággal kiszámítható a virágzás menete interpolációval. Ilyen módon hatszáz fürt virágzásának időbeli alakulásáról kaptunk adatokat, ami több mint 4500 virágot jelentett összesen. A mérések alapadatait a mellékletekben található táblázatok tartalmazzák.

3.4.2. A bogyófejlődés megfigyelése

A kísérletek során a virágzás felvételezésével együtt, folyamatosan rögzítettük a kötődött termések számát is. Azokat a terméseket számítottuk kötődöttnek, amelyekről a sziromlevelek már leszáradtak és a terméskezdemények átmérője elérte, vagy meghaladta a 2 mm-t, vagyis szabad szemmel már jól látható volt. A kötődött bogyók, és virágok végleges számából következtettünk a kötődés hatékonyságára. E két mérőszámnak a különbségét, mint elrúgott virágokat vettük számba.

3.4.3. Az érés megfigyelése

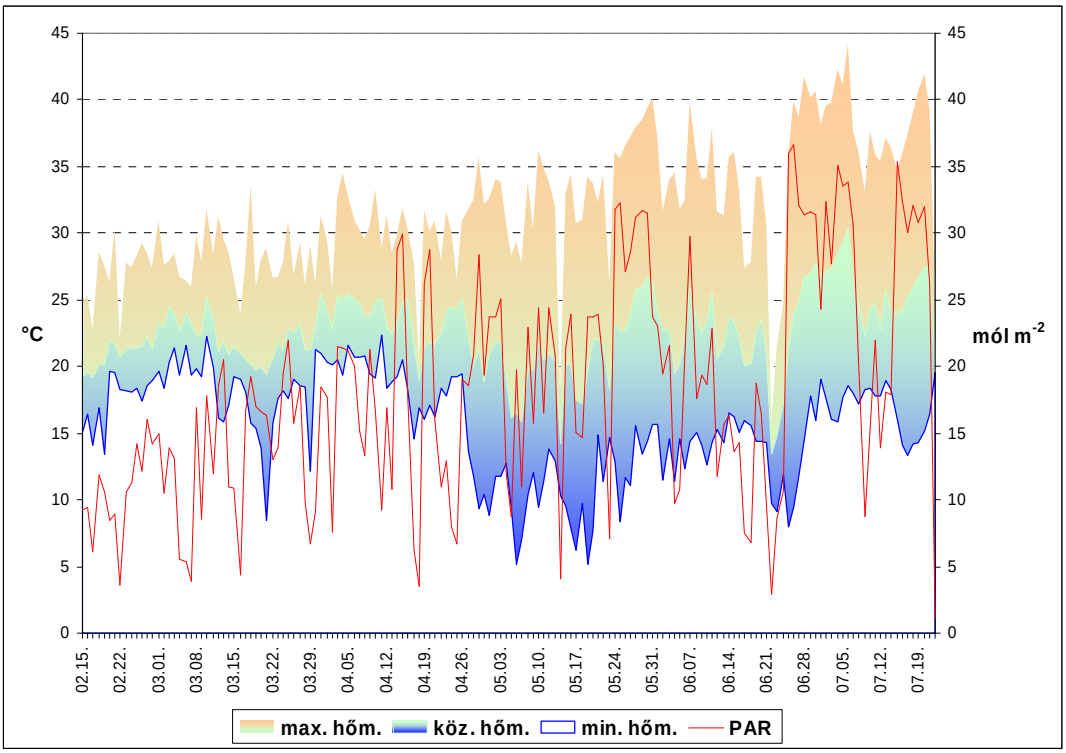
Az érést, a betakarítás menetéből számszerűsítettük és hetenkénti gyakorisággal végeztük. Fürtönként feljegyeztük a leszedett bogyók átlagtömegét és darabszámát, amiből kiszámítottuk az érés menetét. A vizsgált növények összes fürtjéről, körülbelül 3600 bogyót takarítottunk be, négy minőségi kategóriába (extra, I. osztály, II. osztály, osztályon aluli) sorolva. Ezek a kategóriák a Magyar Élelmiszerkönyvben leírt szabványoknak megfelelőek voltak (Codex Alimentarius Hungaricus 1-4-778/83, 1995). Így tehát a kötelező minimumkövetelményeken kívül az extra kategória a kiváló minőségű paradicsomot jelentette, mely kemény húsú, a fajtára jellemző alakú, megjelenésű, mentes a „zöldtalpasságtól” és más hibáktól. Az I. osztályba soroltam azokat a jó minőségű bogyókat, melyeken előfordultak kisebb héj-, alaki- és fejlődési hibák, színeződési rendellenességek, jelentéktelen nyomódás és 3 cm-nél hosszabb beforrott repedésen (természetesen külön-külön). A II. osztályba kerültek azok a bogyók, amelyek a fenti szempontoknak nem feleltek meg, de a paradicsom lényeges megjelenést és minőséget meghatározó tulajdonságait megtartotta. Nem fordulhattak elő rajtuk kisebb alaki-, fejlődési, héj- és színhibákon, enyhe (a bogyót súlyosan nem károsító) nyomódáson kívül súlyosabb hibák. Az osztályon aluli kategóriába soroltam minden olyan bogyót, amelyek a fenti osztályok egyikének sem feleltek meg. Méretkategóriákat csak az extra és az I. osztályú bogyók esetében határoztunk meg, az alábbiak szerint:

1. méretkategória: 35mm és 40mm átmérő között,
2. méretkategória: 40mm és 47mm átmérő között,
3. méretkategória: 47mm és 57mm átmérő között,
4. méretkategória: 57mm és 67mm átmérő között,
5. méretkategória: 67mm és 82mm átmérő között,
6. méretkategória: 82mm és 102mm átmérő között,

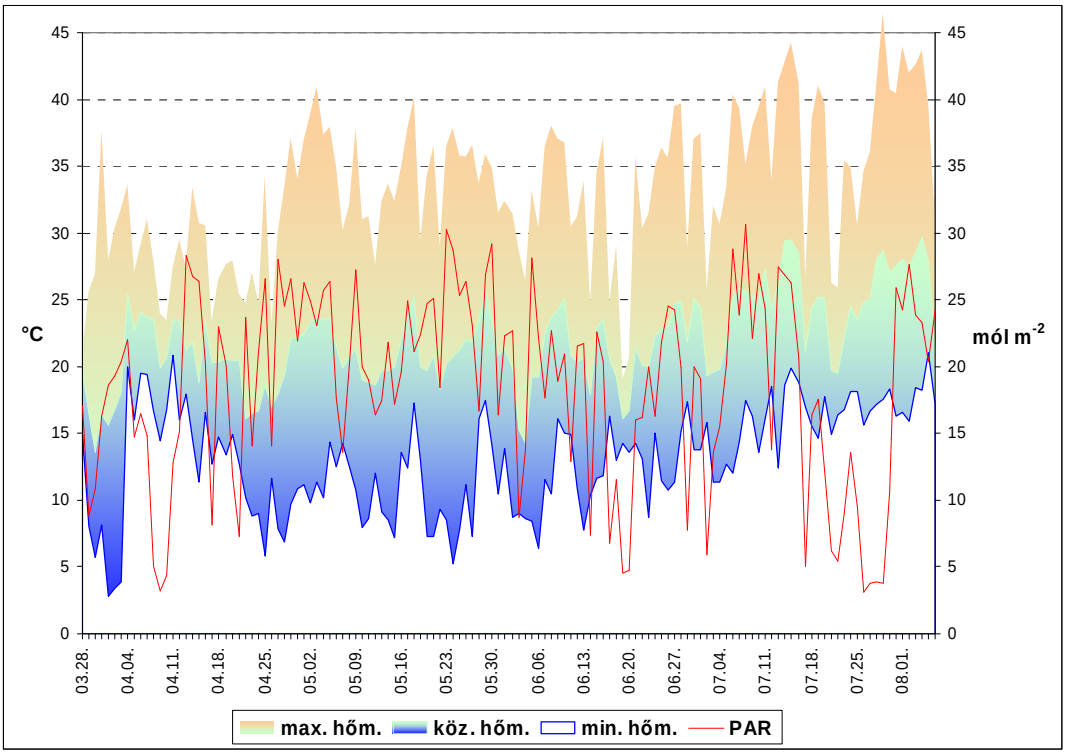
7. méretkategória: 102mm átmérő fölött,
a Codex Alimentarius Hungaricus 1-4-778/83 számú előírása alapján.

3.4.4. A környezeti paraméterek mérése

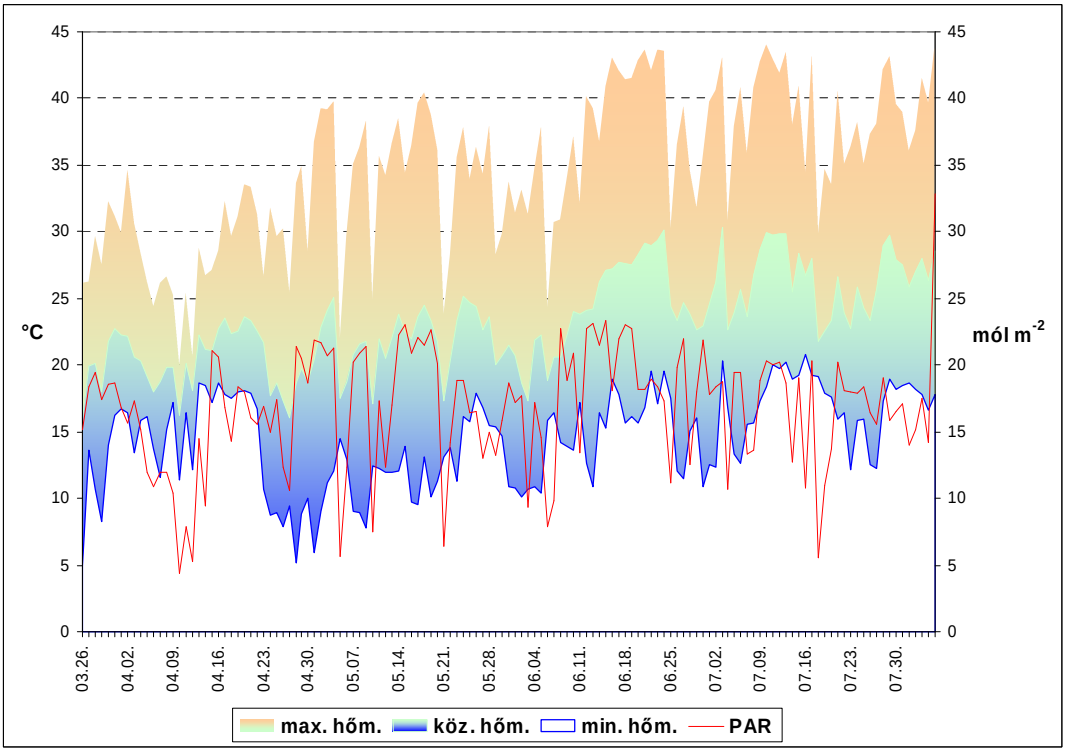
A környezeti paraméterek közül a hőmérsékletet (°C) a relatív páratartalmat (RH%) és a fotoszintetikusan aktív sugárzást (PAR, μmól m^{-2} s^{-1}) mértük. A sugárzásmérő szenzor a másodpercenként egy négyzetméterre érkező fotonok számát méri, amelyek a fotoszintetikusan aktív hullámhossztartományba esnek. A mérés eszköze egy Skye Datahog típusú mikro-meteorológiai állomás volt. A mérőeszköz az előre beállított mintavételezési időpontokban, folyamatosan képes mérni a paramétereket. Az általam használt eszköz tízpercenkénti mérésekből kiszámított, óránkénti átlagot tárolt, így minden mért tényezőről naponta 24 adatot szolgáltatott. Ezekből az adatokból kiszámíthattam az egyes napokat jellemző átlagértékeket. Az egyes évek termesztési időszakait jellemző értékeket, a következő ábrák mutatják (16. ábra; 17. ábra; 18. ábra). A hőmérsékletet, mint állandó paramétert a minimum, maximum és átlagos napi értékekkel, míg a napsugárzást jellemző paramétert, a halmozott napi mennyiségével tüntettem fel.



16. ábra A kísérlet alatt, 1999-ben mért hőmérsékleti és besugárzási (PAR) értékek napi átlagai



17. ábra A kísérlet alatt, 2001-ben mért hőmérsékleti és besugárzási értékek napi átlagai



18. ábra A kísérlet alatt, 2002-ben mért hőmérsékleti és besugárzási értékek napi átlagai

3.5. Adatfeldolgozás

A felvételezési naplókban rögzített adatokból először kiszámítottam az egyes fenológiai fázisokra fajtánként jellemző átlagértékeket.

Az évenkénti adatsorokból a fenológiai fázisokat jellemző adatok varianciaanalízisét is elvégeztem. A kéttényezős varianciaanalízisek során a fajták jelentették az egyik, míg a fürtök a másik tényezőt. Mivel az ismétlések száma minden évben eltérő volt, a varianciaanalízist minden évre külön kellett

elvégezni. Az eredményeket táblázatos formában foglaltam össze. A statisztikai vizsgálatok elvégzéséhez az MS Excel alkalmazás, adatelemzés modulját használtam.
Az összefüggés-vizsgálatok szempontjából szükséges csoportosítás alapján a környezeti tényezőket és a kísérleti eredményeket változatlan és változó tényezőkre bontottam.
Változatlannak tekintettem azokat a környezeti tényezőket, melyek a három kísérleti év során azonosak, vagy csak igen kis mértékben eltérő hatást gyakoroltak a növények fejlődésére. Ilyen változatlan tényező volt a termesztő-berendezés, a talaj, a lebonyolítás módszere, az alkalmazott agro- és fitotechnika, a felvételezés módja, valamint a kiértékelés módszere. Az eredmények kiértékelésekor elsősorban a hőmérséklet hatását vizsgáltam.
Változó tényezőként a kísérletek eredményeit, és az azokat befolyásoló tényezőket vizsgáltam. Független változónak tekintettem a hőmérsékletet, ami természetes módon, évenként változó mértékben hatott a növények fejlődésére és a terméseredményre. Függő változóként értékeltem a környezeti körülmények hatására változó, növényeken kimutatható tényezőket, a fenológiai fázisok időtartamát, ütemét.
A vizsgálatok során független változóként szerepelt a napi átlaghőmérséklet, míg függő változóként a növények fejlődését jellemző mutatók (fenofázisok eléréséhez szükséges idő, másrészt a virágok és termések fürtönkénti száma és átlagtömege).
Az eredmények biometriai értékelésének többségét az összefüggés-vizsgálatok jelentették. Az összefüggés-vizsgálatot regresszió-analízissel végeztem, amit az adatpárok összefüggésének, szóródásának értékelésével és az adatok grafikus ábrázolásával tettem szemléletesebbé. Az összefüggések jellegének megfelelő összefüggés-vizsgálatokat, az MS Excel alkalmazás regresszió-analízis moduljával végeztem el.

4. EREDMÉNYEK

A hajtatott paradicsom termesztési időszakait tekintve két jól elkülöníthető szakaszt figyelhetünk meg, a tavaszi és az őszi periódust. A két időszak, az adott ökológiai tényezők szempontjából (nappalhossz, fényintenzitás), teljesen eltérő jellemzőket mutat. A tavaszi hajtatásnak hazánkban sokkal nagyobb a jelentősége, mint az őszinek. Kísérleteimben ezért megpróbáltam a tavaszi időszakra vonatkozó növényi jellemzőket számszerűsíteni, és összefüggéseket keresni a mért ökológiai paraméterekre (hőmérséklet, fotoszintetikusan aktív sugárzás) vonatkozóan.

4.1. A tavaszi paradicsomhajtatás fenológiai fázisainak vizsgálata és számszerűsítése

4.1.1. Vegetatív növekedés

A paradicsom vegetatív növekedési fázisa a keléstől az első virágfürt megjelenéséig tart. A folytonnövő paradicsomfajták esetében a vegetatív növekedés időszaka rövidebb, mint a generatív szakasz. Ezt a fejlődési szakaszt, az első virágzat megjelenéséig eltelt idővel is szokták jellemezni. Az első virágzatot megelőző levelek száma szintén használt mérőszám. Minél gyorsabban alakulnak ki a levelek az első fürt alatt, annál hamarabb kezdődik a virágzás. Bizonyos számú levélnek azonban ki kell alakulnia, ahhoz hogy a növény az első fürtből sikeresen nevelje ki az első fürt bogyóit. A hajtatásban alkalmazott folytonnövő paradicsomfajtákon, optimális hő- és fényviszonyok között, a hetedik levél kifejlődése után jelenik meg az első fürtkezdemény. Az ehhez szükséges időt a hőmérséklet és a fény befolyásolja elsősorban. Tavaszi hajtatás esetén a vetés általában télen történik, így a növények kezdeti fejlődése rövidnappalos körülmények között zajlik. Ha a hőmérséklet optimális a palántanevelés időszaka alatt, akkor a fény fogja befolyásolni leginkább a vegetatív fázis hosszát.

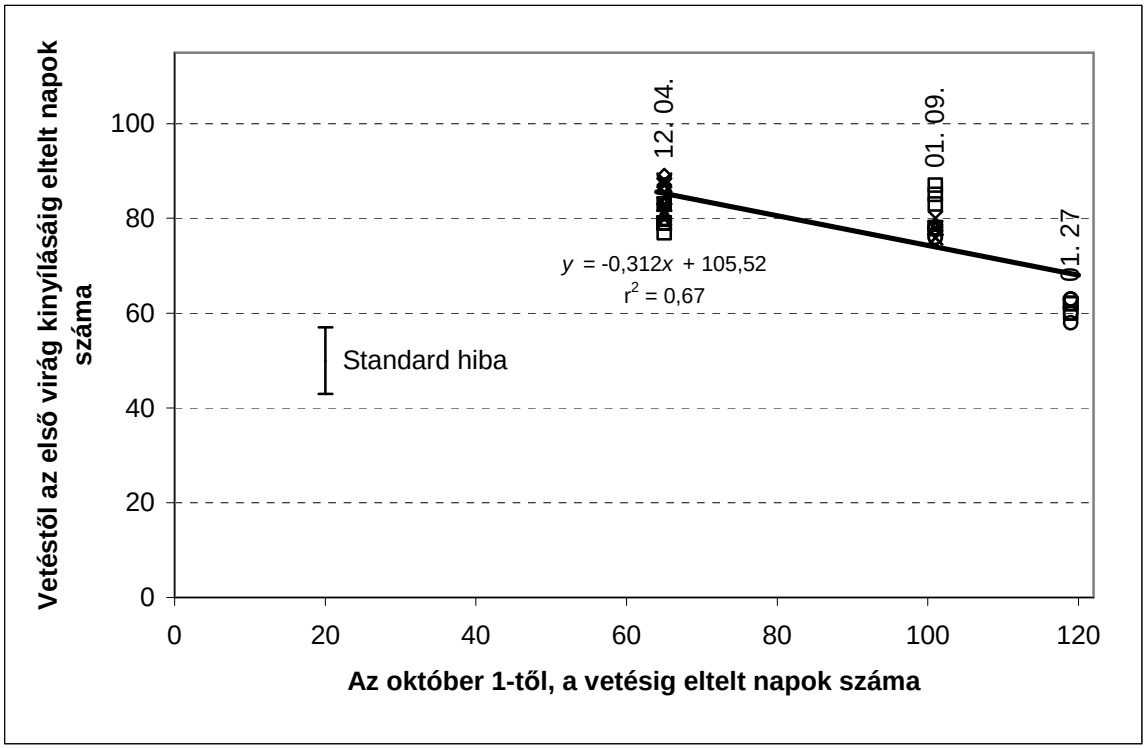
Kísérleteinkben a vetés és az első virág kinyílásának időpontja közötti időszakot vizsgáltuk. A fajták átlagait a 13. táblázat tartalmazza. A fajták közötti különbség kimutatására egytényezős ismétléses varianciaanalízist végeztem. A fajták mindhárom évben különböztek egymástól, a különbségek valószínűségi szintjeit és a P=0,05 valószínűségi szinthez tartozó szignifikáns differenciákat is figyelembe véve. A fajták legkevésbé 2001-ben tértek el egymástól, de P≥0,05 szinten még itt is különböztek.

13. táblázat A vetéstől az első virág kinyílásáig eltelt napok száma a fajták átlagában.

	Kísérleti év		
Fajták sorszáma	1999	2001	2002
1	**79,3**	**82,2**	**61,3**
2	**84,7**	**77,2**	**80,1**
3	**82,8**	**78,0**	
4	**86,0**	**77,6**	
P≥	$2{,}12\ 10^{-3}$	$1{,}06\ 10^{-2}$	$3{,}11\ 10^{-10}$
$SzD_{5\%}$	6,03	5,12	3,66

Az 19. ábra az október elsejétől eltelt napok számának függvényében ábrázolja a három különböző vetési időpontból származó növények első virágainak nyílásáig eltelt napok számát. Az október 1. önkényesen választott időpont, a paprika fényhiány-érzékenységének kiszámításakor is használt, bruttó tenyészidő megállapításának vetési időpontja (Zatykó, 1994). Októberben rövidebb a nappal, mint az éjszaka és általában a természetes fényintenzitás is csökken a napsugarak beesési szöge miatt. Az ábrán látható, hogy az október 1. és a vetési időpont között eltelt napok száma fordított arányosságot mutat az első virág kinyílásáig eltelt napok számával. Minél később került sor a vetésre október 1. után, annál gyorsabb volt a vegetatív növekedés. A december eleji és január eleji vetés között nincs szignifikáns különbség. A január eleji és január végi vetésidőpont szignifikánsan eltér az első virágzásig eltelt napok számának értékeiben.

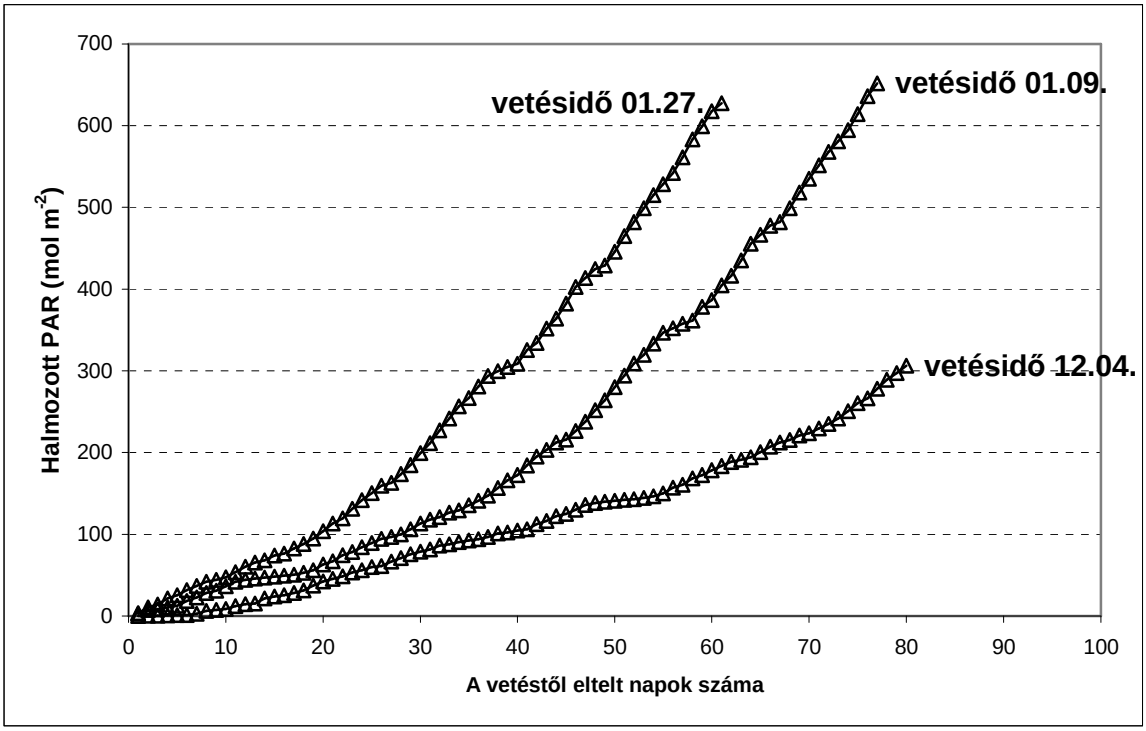
Az összefüggést lineáris regressziós függvénnyel is jól lehet közelíteni (y=−0,312x+105,52; r^2=0,67). E szerint, az október 1. után történt vetések esetén, körülbelül minden harmadik nap elteltével egy nappal rövidül a vegetatív fejlődés időtartama. A december 4-i vetés még 83 napos, míg a január 27-i már csak 61 napos tenyészidőt eredményezett az első virág kinyílásáig, a fajták átlagában. Mivel a kísérletek alatt a hőmérsékletet az adott fenofázisnak megfelelő optimális szinten tartottuk, és pótmegvilágítást nem alkalmaztunk, ezért a különbséget nagyrészt az eltérő természetes fényviszonyok okozhatták.



19. ábra Az első virág nyílásáig eltelt napok száma az október 1-től a vetésig eltelt napok számának függvényében (n=52)

A három eltérő kísérleti évben rögzített fényviszonyokat szemlélteti a 20. ábra. Az ábráról leolvasható, hogy a tavaszi hajtatás szempontjából, legkorábbi vetésből származik a leghosszabb vegetatív fejlődési idő, és a legkésőbbiből a legrövidebb. A virágzás bekövetkezéséhez 600 mól m^{-2} fölötti PAR volt szükséges fokozatosan javuló fényviszonyok között. A legkorábbi vetési időpont esetén azonban kisebb fénymennyiség (306 mól m^{-2} ≈ $4{,}7\times10^6$ luxh m^{-2}) halmozódott fel az első virágzásig. Ez körülbelül megegyezik Calvert, 1964-ben ismertetett adataival. Január végi vetés esetén, az átlagos természetes fényviszonyok már nem korlátozták a paradicsom vegetatív fejlődésének hosszát jelentős mértékben.

A paradicsom vegetatív fejlődésének modellezése tehát meglehetősen bonyolult, mivel a megvilágítás időtartama és erőssége, valamint kölcsönhatásuk a hőmérséklettel, erőteljesen befolyásolja. A palántanevelés időzítésének ezek képezik az alapját. A gyakorlati termesztésben és a termés-előrejelző modellekben a vegetatív fejlődés számszerűsítésére kicsi az igény, mivel a növények már virágbimbós, vagy virágzó állapotban kerülnek kiültetésre. A kiültetés időpontját veszik figyelembe, mint virágzás kezdetet.



20. ábra A paradicsom vetésétől az első virág nyílásáig relatíve felhalmozódott PAR (mól m^{-2}), a három kísérleti évben

4.1.2. Az egymást követő fürtök virágzásának kezdete

A folytonnövő paradicsom virágzatainak megjelenési üteme a különböző termés-előrejelzési modellek egyik fontos paramétere. A fürtképződés ütemén, az időegység alatt megjelenő fürtök számát értjük. Mértékegysége a virágfürt nap^{-1}, vagy virágfürt hét^{-1} érték. A nemzetközi szakirodalomban ez utóbbit használják gyakrabban. A fürtképződés üteme szorosan összefügg a növény növekedési sebességével, mivel a hajtatásban alkalmazott hibridek általában a folytonnövő növekedési típusba tartoznak. Ezt a növekedési típust jellemző levélképződés plasztokron ritmusa szerint általában 3 levél után következik egy virágfürt. Ezt a ritmust a hibridek egész életük folyamán követik.

Az egymást követő virágfürtök makroszkopikus észlelhetősége között eltelt idő, hasonló mintát követ, mint az egymást követő virágfürtök első virágainak kinyílása között eltelt idő. Az eltelt idő reciproka a virágzatok megjelenési üteme, illetve a fürtszintek virágzáskezdetének üteme, melynek mértékegysége fürt nap^{-1}. Ez a viszonyszám mindig a felsőbb helyzetű fürt kialakulásáig eltelt időt jellemzi, tehát csak egy fürtre vonatkozik.

A 14. táblázat a három kísérleti évből származó fürtszintek virágzásának kezdetét jellemző, mért adatokat tartalmazza a fajták eredményeit átlagolva, fürtönkénti bontásban. A táblázat első felében a két egymást követő fürt virágzáskezdete között eltelt idő reciproka, vagyis az adott fürtemelet virágzáskezdetének üteme a megelőző fürthöz képest, fürt nap^{-1} mértékegységben. Az átlagértékekből megállapítható, hogy a következő fürt 4,7-9,7 nappal az előző után kezdett el virágozni. Minél későbbi kiültetésből származott a növényállomány, annál rövidebb időközök teltek el két egymást követő fürt virágzáskezdete között. Ezt magyarázzák a táblázat második felében található halmozott hőmérsékleti összegek fürtönkénti átlagos értékei az első fürttől számítva, mely a vonatkoztatási kiindulópont (0°C) volt. Minél nagyobb volt a hőmérsékletösszeg-halmozódás, annál gyorsabb volt a fürtvirágzás kezdete. Ennek az egyik magyarázata, hogy a három kísérleti évben egyre később került sor a kiültetésre tavasszal. Emiatt a növények a már előző alfejezetben is említett jobb és fokozatosan javuló fényviszonyok közé kerültek. A nappalok hossza és a napi átlagos fényintenzitás is folyamatosan növekedett. A javuló fényviszonyok a növények növekedésére is pozitív hatással voltak. Másrészt a gyengébb klímaszabályozással rendelkező

berendezésekben, mint amilyenben a kísérleteinket beállítottuk, a napsugárzás erőteljesen befolyásolja a hőmérsékletet, különösen annak maximális értékét, tehát a nagyobb sugárzásintenzitás mindig magasabb napi maximum- és átlaghőmérsékleteket is eredményezett.

14. táblázat Az egymást követő fürtök virágzáskezdetének üteme és első virágainak nyílása között felhalmozódott hőmérsékletösszeg értékek

	Fürtszint virágzáskezdetének üteme (nap^{-1})						Halmozott hőmérsékleti összeg az első fürtszint virágzásától (°C)					
	1999 (n=24)		2001 (n=20)		2002 (n=16)		1999 (n=24)		2001 (n=20)		2002 (n=16)	
Fürt	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1							0		0		0	
2	**0,164**	0,069	**0,137**	0,089	**0,132**	0,029	**179**	45,8	**205**	80,0	**433**	217,1
3	**0,213**	0,044	**0,197**	0,103	**0,105**	0,020	**294**	50,7	**337**	87,0	**625**	196,2
4	**0,171**	0,030	**0,140**	0,046	**0,138**	0,018	**426**	45,0	**494**	108,8	**785**	198,1
5	**0,137**	0,019	**0,132**	0,089	**0,140**	0,024	**578**	47,7	**670**	116,6	**937**	196,2
6	**0,174**	0,040	**0,137**	0,028	**0,129**	0,031	**711**	61,7	**831**	102,0	**1087**	178,0
7	**0,180**	0,058	**0,141**	0,026	**0,146**	0,008	**856**	66,4	**985**	98,3	**1238**	183,0
8	**0,190**	0,054	**0,179**	0,058	**0,138**	0,035	**994**	72,5	**1112**	98,1	**1410**	189,7
9	**0,156**	0,042	**0,157**	0,055	**0,124**	0,020	**1149**	71,1	**1261**	105,7	**1603**	207,9
10	**0,142**	0,057	**0,135**	0,060	**0,122**	0,028	**1325**	80,8	**1433**	147,3	**1815**	208,4
Átlag	**0,170**	**0,053**	**0,151**	**0,070**	**0,130**	**0,028**						

A mért paraméterekre elvégeztem a statisztikai vizsgálatokat, annak eldöntésére, hogy volt-e különbség, a fajták, vagy az egyes fürtemeletek szempontjából. A vizsgálatokat kéttényezős, ismétléses varianciaanalízissel végeztem el. A varianciaanalízisek eredményeit a 15. táblázat foglalja össze. A táblázat azokat a valószínűségi szinteket tartalmazza, aminél az adott tényezők statisztikailag különböznek. A vizsgálatokat minden évre külön-külön elvégeztem, mivel az ismétlések száma különböző volt. Az eredményekből megállapítottam, hogy a fajták között $P<0,05$ valószínűségi szinten nem volt különbség egyik évben sem, a fürtvirágzás kezdetének üteme, vagy az egymást követő fürtök első virágainak nyílása között halmozódott hőmérsékletösszeg vonatkozásában. Ezzel teljesen ellentétes eredményt mutatnak az egyes fürtemeletek, ahol $P<0,02$ szinten minden évben szignifikáns volt a különbség a két tényező értékei között. Ez azt jelentheti, hogy a fajták növekedésének sebessége szignifikánsan nem különbözik egymástól, tehát nem ez okozza a terméseredmények közötti különbséget. A növény kora, vagyis hogy melyik fürtemeletről van szó, viszont jelentősen befolyásolja a növekedés sebességét. Mivel a fajták nem különböztek jelentősen egymástól a fürtvirágzás kezdetének üteme, vagy az egymást követő fürtök első virágainak nyílása között halmozódott hőmérsékletösszeg vonatkozásában, ezért ezeket a paramétereket alkalmaztam a további összefüggések megállapítására.

15. táblázat A fürtvirágzás kezdetének szempontjából vizsgált paraméterek statisztikai különbségeinek szignifikancia szintjei

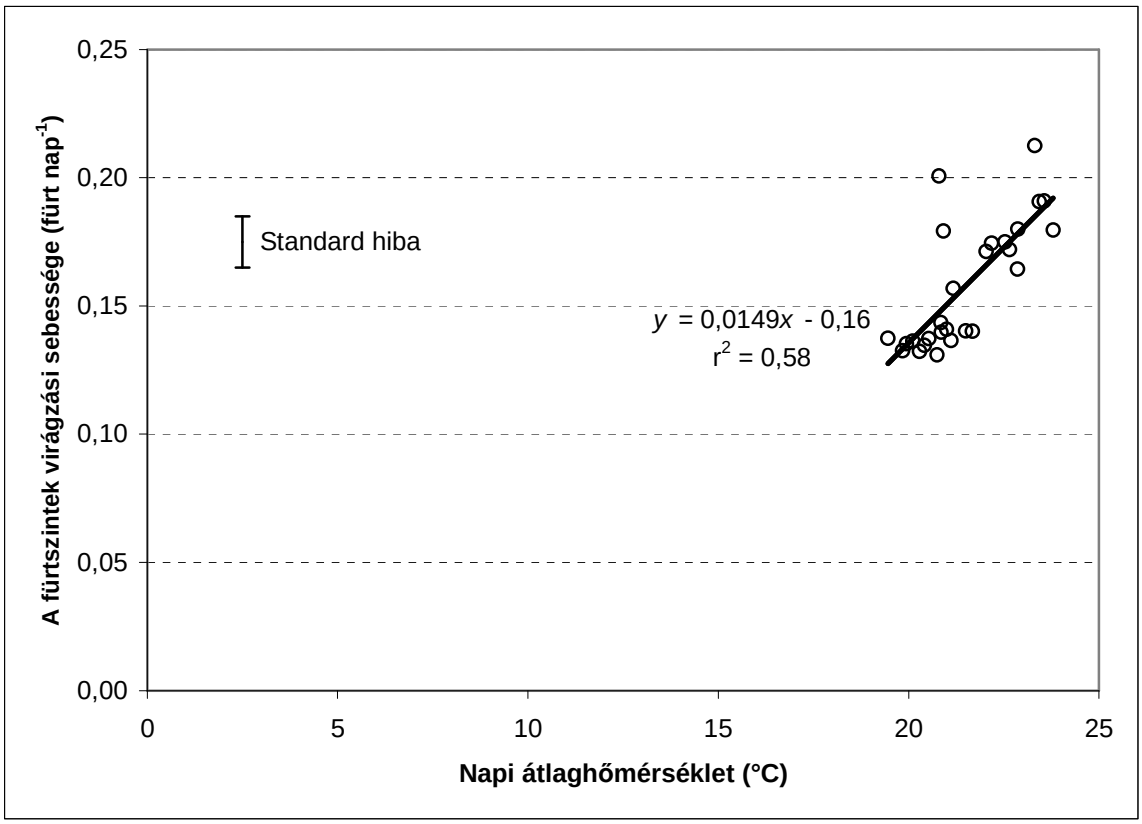
Tényező		**Fajta**	**Fürtemeletek**	**Fajta × fürtemelet**
Fürtvirágzás kezdetének üteme (nap^{-1})	1999	$P\geq0,13$	$P\geq8,9\cdot10^{-7}$	$P\geq0,03$
	2001	$P\geq0,07$	$P\geq0,02$	$P\geq0,53$
	2002	$P\geq0,06$	$P\geq1,5\cdot10^{-4}$	$P\geq4,4\cdot10^{-3}$
Az egymást követő fürtök első virágainak nyílása között halmozódott hőmérsékletösszeg (°C)	1999	$P\geq0,19$	$P\geq6,7\cdot10^{-8}$	$P\geq0,06$
	2001	$P\geq0,10$	$P\geq8,1\cdot10^{-3}$	$P\geq0,13$
	2002	$P\geq0,96$	$P\geq2,9\cdot10^{-5}$	$P\geq4,9\cdot10^{-3}$

A három kísérleti évben a fürtemeletek virágzáskezdetének üteme 0,1-0,25 fürt nap^{-1} között változott, ami azt jelenti, hogy az adott fürt az előző után mintegy 4-10 nappal kezdett el virágozni. A fürtök virágzáskezdetének üteme szoros összefüggést (y=0,0149x-0,1617; r^2=0,58; $P<0,01$) mutat a napi átlaghőmérséklettel (21. ábra). A fürtvirágzás kezdetének üteme 0,0149 fürt nap^{-1} $°C^{-1}$

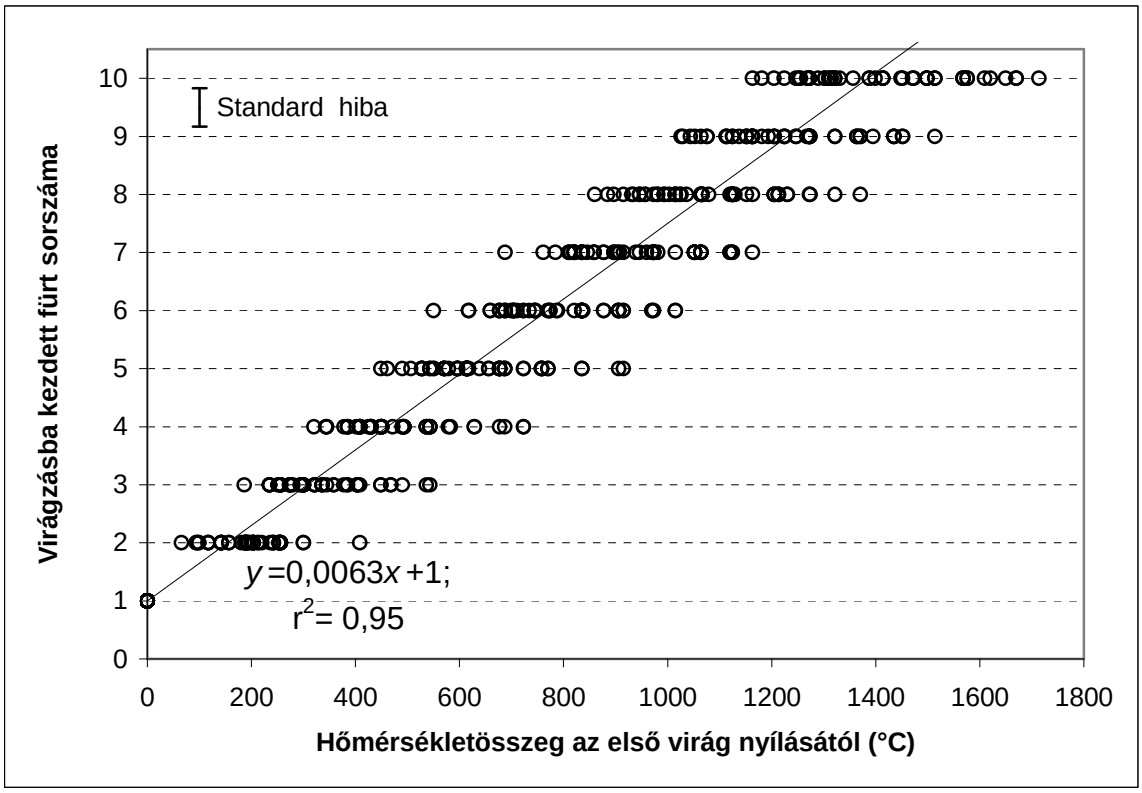
arányban változott, az általam mért 19-24°C-os hőmérsékleti intervallumban, ami azt jelenti, hogy a napi átlaghőmérséklet 1°C-os emelkedésének hatására, átlagosan 0,6 nappal korábban kezdett el virágozni a következő fürt. A fürtszintek virágzáskezdetének üteme 0,153 fürt nap^{-1} értéket mutatott a három kísérleti év átlagában, ami azt jelenti, hogy két egymást követő fürt első virágának kinyílása között átlagosan 6,5 nap telt el. A lineáris regressziós függvény 20°C-on 0,136 fürt nap^{-1} értéket mutat, ami közel azonos de Koning (1994) és Heuvelink (1996) által mért makroszkopikusan észlelhető fürtök megjelenési ütemével. A hőmérséklet emelkedésének a hatása (0,0149 fürt nap^{-1} °C^{-1}) azonban magasabb értéket mutat, mint de Koning (1994) 0.008 fürt nap^{-1} °C^{-1}, és Heuvelink (1996) 0,01 fürt nap^{-1} °C^{-1} méréseinek esetében. Minél magasabb volt a napi átlaghőmérséklet, annál korábban következik be a virágzás az azt követő fürtön (Sauser et al., 1998). A fürtök virágzáskezdetének üteme, tehát alkalmas a folytonnövő paradicsom növekedésének jellemzésére, mértéke a felső fürtemeleteken sem csökken jelentősen.

Mivel a 21. ábra által bemutatott összefüggés szerint a napi átlaghőmérséklet csak 58%-ban határozza meg a fürtszintek virágzáskezdetének ütemét, megpróbáltam szorosabb összefüggést keresni.

Minden vizsgált növény, minden fürtjén, az első virágnyílás időpontjától kiszámítottam a halmozott napi átlaghőmérsékleteket, és ennek függvényében ábrázoltam a virágzásba kezdett fürtszintek számát. Az első fürt virágzáskezdetét tekintve kiindulópontnak a következő kilenc fürt értékeit mutatja a 22. ábra. A lineáris regresszió függvényét is az első fürtből kiindulva számoltam ki, a könnyebb felhasználhatóság érdekében. Az összefüggés szerint a halmozott hőmérsékletek összege sokkal nagyobb arányban (r^2=0,95) van hatással a fürtszintek virágzáskezdetére, mint az átlaghőmérséklet a virágzáskezdet ütemére. Az egyenlet alapján (y=0,0063x+1) a következő fürt virágzásának kezdetéhez 158,7°C halmozott napi átlaghőmérséklet összeg szükséges, ami 20°C-os napi átlaghőmérsékletekkel számolva ~7,9 nap. Ez az érték magasabb, mint amit a napi átlaghőmérsékletek alapján kiszámítottam, de az összefüggés szorossága miatt valószínűleg megbízhatóbb. Az ábra jól mutatja, hogy felsőbb fürtszinteken az adatok jobban szóródnak az átlagos értékek körül, mivel a növény korának előrehaladtával egyre több lesz azoknak a tényezőknek a száma, amelyek még befolyásolják a fürtszintek virágzásának kezdetét.

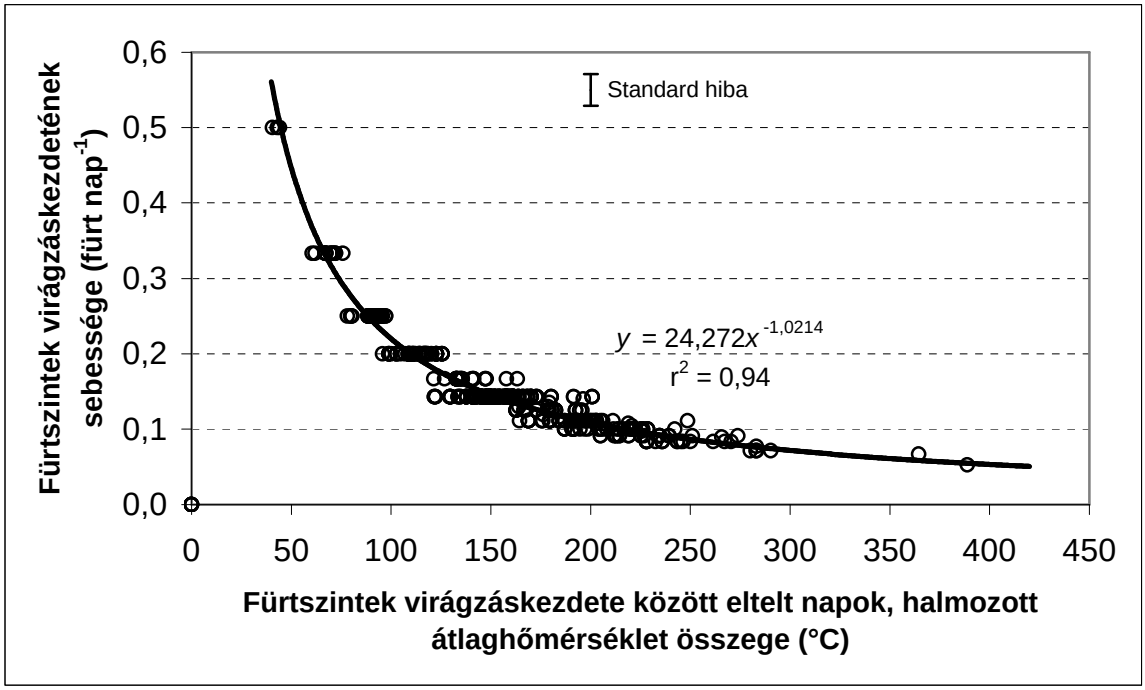


21. ábra Az egymást követő első 10 fürtszint virágzáskezdetének átlagos üteme a napi átlaghőmérséklet függvényében (n=27)



22. ábra Az első fürtszint virágzáskezdetétől a következő fürtök első virágainak nyílásáig felhalmozódott hőmérsékletösszeg, a három kísérleti évben együttesen (n=600).

A lineáris összefüggésből kiindulva, egy másik összefüggést is találtam (23. ábra). Két szomszédos fürt első virágának nyílása között eltelt napok átlaghőmérséklet-összegének függvényében ábrázolva az adott fürtvirágzás kezdetének ütemét (fürt nap^{-1}), az összefüggést, hiperbolikus függvénnyel közelíthetjük legpontosabban. Az ilyen módon előállított függvény (y=24,272$x^{-1,0214}$), csaknem ugyanakkora mértékben, mint az előző, 94%-ban határozza meg a két egymást követő fürt virágzáskezdete között eltelt idő alatt halmozott hőmérsékletösszeg hatását a fürtvirágzás kezdetének ütemére. A kapott függvény jobban érvényre juttatja a 21. ábra által szemléltetett összefüggést, mivel nem mosódik el benne a termesztő-berendezés naponként változó átlaghőmérséklete, az adott hőmérsékleti intervallumban. Emiatt alkalmasabb a kevésbé szabályozott, vagy szabályozás nélküli berendezésekben tapasztalható hőmérsékleti viszonyok közötti fejlődési jellemzők becslésére, előrejelzésére.



23. ábra A fürtszintek virágzáskezdetének üteme, a fürtszintek első virágainak nyílása között felhalmozódott hőmérsékletösszeg függvényében (n=540).

Az összefüggések alapján kidolgoztam két modellt és összehasonlítottam a kísérletekben mért adatokkal és a TOMPOUSSE (Abreau et al. 2000) nevű paradicsom szimulációs modell, megfelelő moduljával.

A TOMPOUSSE nevű termés-előrejelzési modellt Franciaországban az INRA-ban fejlesztették ki (Gary et al., 1997), fűtött üvegházakban történő használatra. Ez a modell viszonylag kevés klimatikus és növény adatot használ bemeneti adatként, ami megkönnyíti a termelők számára a használatát. Ezt a modellt alkalmazták Portugáliában a fűtetlen fóliák alatti termesztés előrejelzésére, kisebb módosításokkal (Abreau et al. 2000). A fűtetlen fóliák alatt a napi hőingás nagyobb, mint a precíz klímaszabályozással rendelkező, fűtött üvegházakban, ezért a modellt szükséges volt kalibrálni a szélsőségesebb hőmérsékleti viszonyokhoz. Kísérleteimet hasonló körülmények között, viszonylag szélsőséges, nagy hőmérsékleti ingadozások mellett folytattam, ezért a TOMPOUSSE modellt használtam összehasonlításképpen. A TOMPOUSSE modell tartalmaz egy virágzás előrejelzési modult, amellyel a fürtszintek virágzásának kezdete (fvk) írható le.

Az előző két ábrán (22. ábra, 23. ábra) szemléltetett összefüggésekből, kialakítottam két virágzás kezdet előrejelzési modellt, melyeknek képleteit a 16. táblázat tartalmazza. Az **fvk1** modell a lineáris összefüggésen alapul (22. ábra), míg az **fvk2**, a hiperbolikus függvény (23. ábra) alapján van kiszámítva. Az így kapott modellek a naponta halmozott átlaghőmérsékletek függvényében becsülik a fürtszintek virágzáskezdetét, az első fürttől kiindulva. A megalkotott modellek képletei nem különböznek lényegesen egymástól, de az fvk2 modellben jobban érvényre jut az élettani folyamatokat jellemző telítődési függvény jellege.

16. táblázat A fürtök virágzáskezdetének és a hőmérsékleti összegek összefüggéseiből kialakított modellek, valamint a TOMPOUSSE modell virágzás-előrejelzési függvényei

Modell neve	Függvény
Modell fvk1	$y = \sum_{i=1} 0{,}0063 T_i$
Modell fvk2	$y = \sum_{i=1} 0{,}0063 T_i^{0{,}979}$
TOMPOUSSE (Abreau et al. 2000)	y=0.07(T_7-5,57)

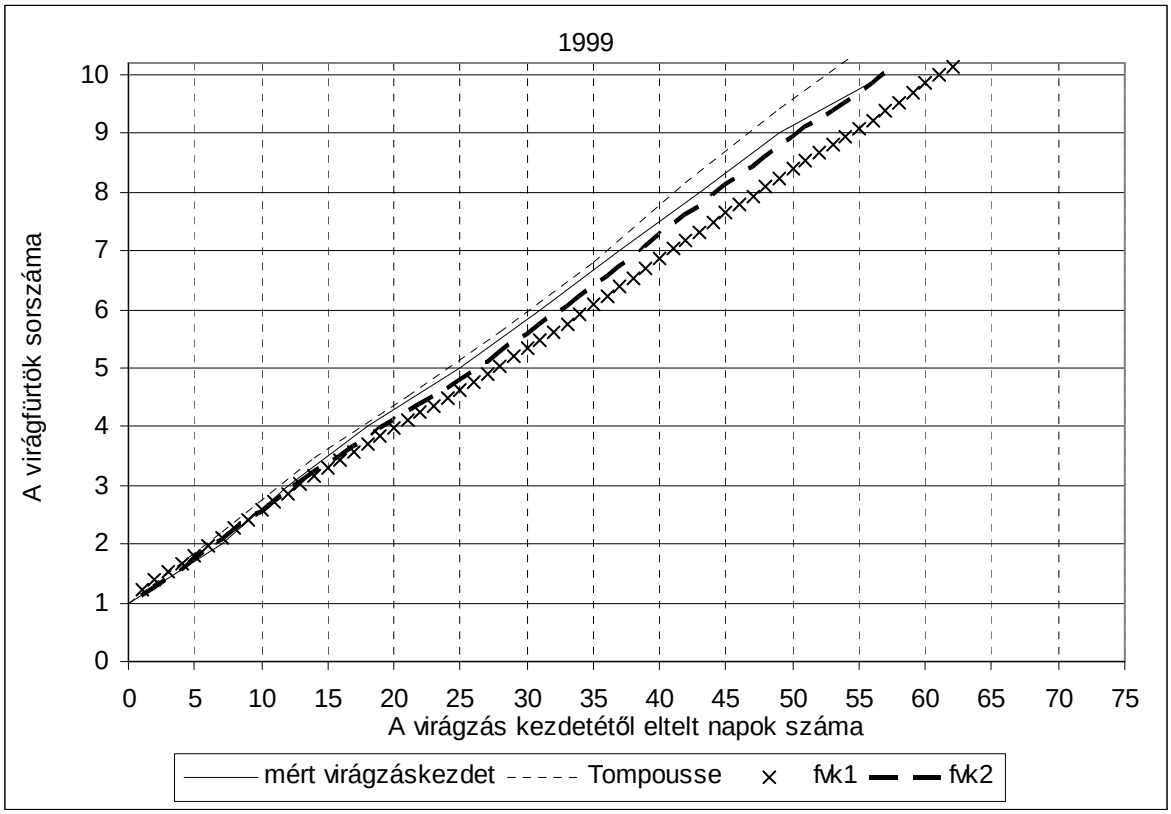
y = a virágzó fürtök sorszáma

T_i= a napi átlaghőmérséklet a virágzás kezdetétől az i-edik napon

T_7 = a heti átlaghőmérséklet

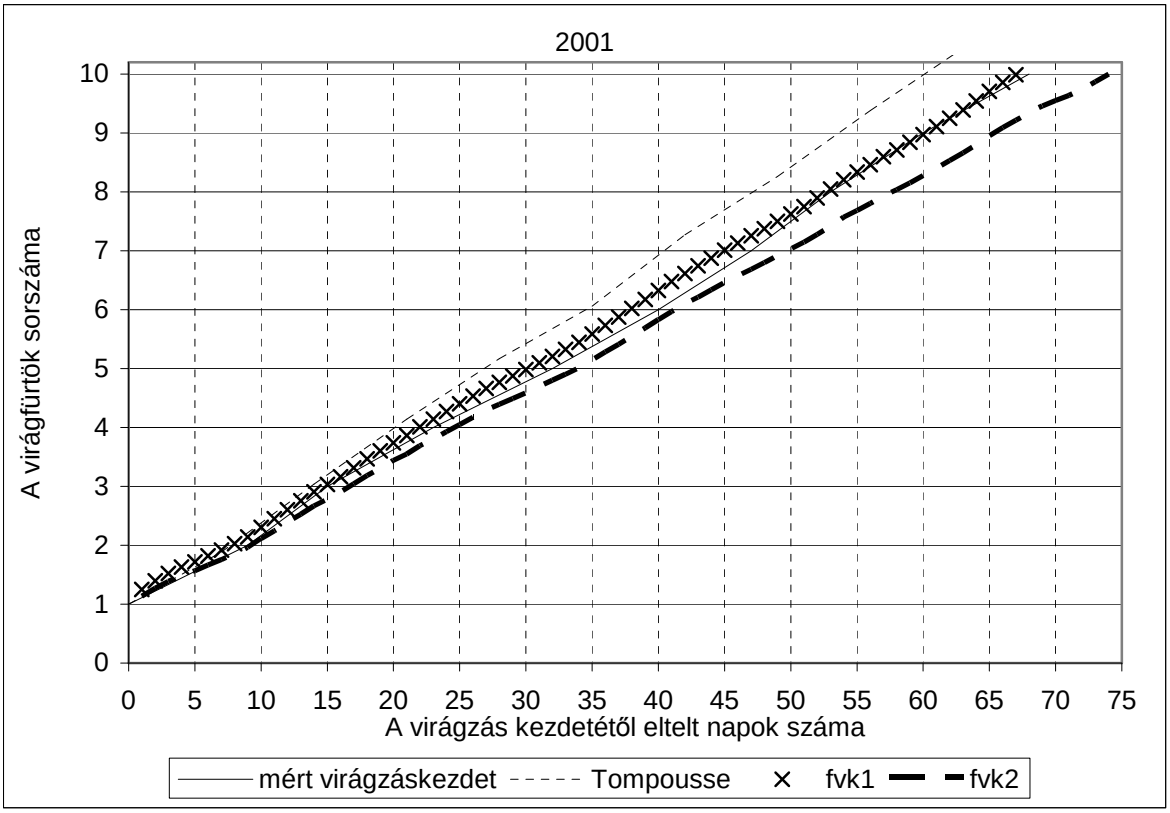
Mindhárom szimulációs modellt mindhárom kísérleti év mért adataival összevetettem. A modellek értékeinek kiszámításához a mért időszak napi átlaghőmérsékletei szolgáltak alapul. Az eredményeket a következő három ábra mutatja be.

1999-ben, mindhárom szimulációs modell 1-2 napos eltéréssel becsülte a ténylegesen mért adatokat, az 5. fürtszintig. A magasabb fürtszinteken azonban a TOMPOUSSE szimulációs modellje fokozatosan korábbi virágzáskezdeteket jelez, míg az fvk1 modell egyre későbbieket. Az fvk2 modell legnagyobb eltérése a mért adatoktól 1 nap, tehát 1999-ben ez a modell írta le legpontosabban a fürtvirágzások kezdetét. A 10-ik fürtszinten az első virág, a virágzáskezdettől számított 57. napon kezdett nyílni, az fvk2 modell ezt az időt napra pontosan jelzi, míg a TOMPOUSSE 5 nappal korábbra, az fvk1 modell 5 nappal későbbre teszi ugyanezt az értéket (24. ábra).

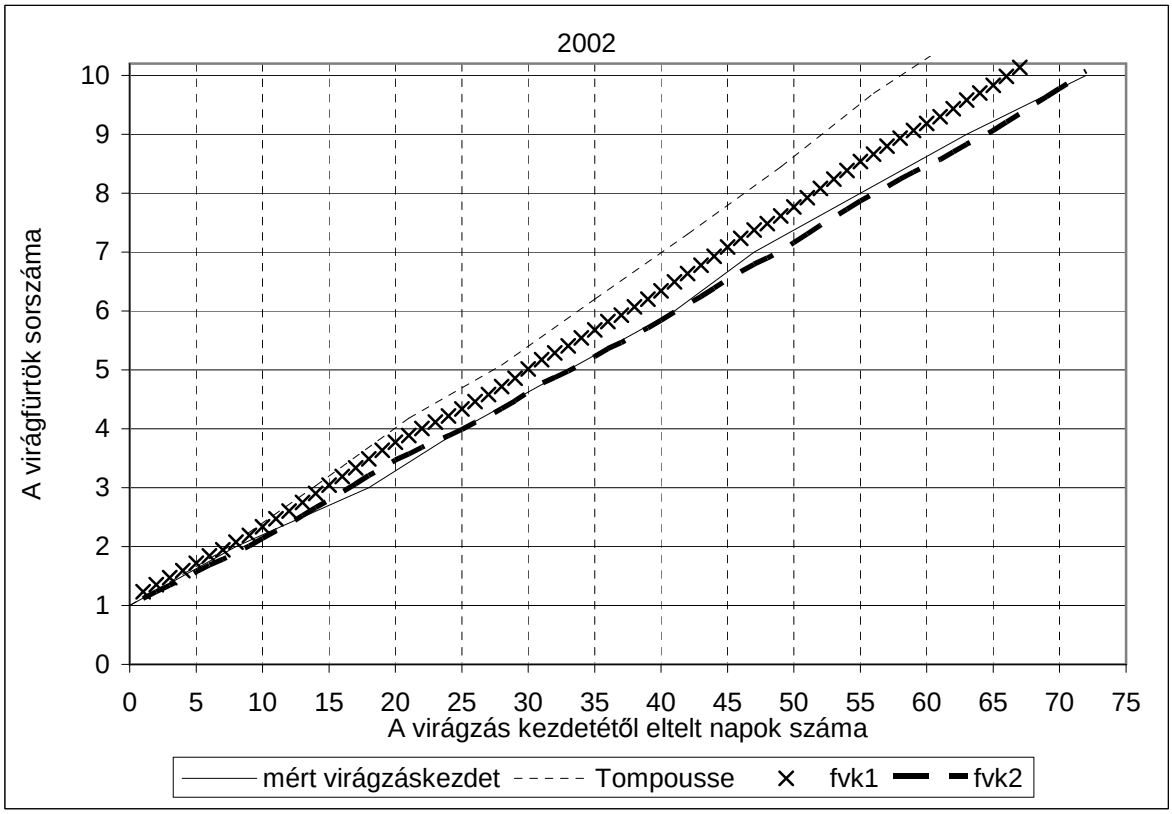


24. ábra A fürtszintek virágzáskezdetének szimulációs modelljei az 1999-ben mért adatokkal összehasonlítva

2001-ben, a 10. fürt virágzása a 67. napon következett be, tehát 10 nappal később az 1999-ben mért adatokhoz képest. A 6. fürtig az fvk1 és fvk2 modell 1 napos eltéréssel mutatja a virágzáskezdeteket, a TOMPOUSSE modell eltérése azonban 5 nap a mért adatokhoz képest. A 10. fürtöt ebben az évben az fvk1 modell jelzi napra pontosan, míg a TOMPOUSSE, 7 nappal korábbra, az fvk2 modell 6 nappal későbbre teszi ugyanezt az értéket (25. ábra).



25. ábra A fürtszintek virágzáskezdetének szimulációs modelljei a 2001-ben mért adatokkal összehasonlítva



26. ábra A fürtök virágzáskezdetének szimulációs modelljei a 2002-ben mért adatokkal összehasonlítva

2002-ben, a 10. fürt virágzása a 72. napon következett be, tehát 7 nappal később a 2001-ben mért adatokhoz képest. A szimulációs modellek közül az fvk2 folyamatosan napra pontosan írja le a

virágzáskezdetek menetét, míg a másik két modell egyre korábbi időpontokra jelzi az emelkedő értékeket. A 10. fürtnél Az fvk1 5 nappal, míg a TOMPOUSSE már 14 nappal korábbi virágzáskezdetet mutat (26. ábra).

A mért adatokból kitűnik, hogy az egyes években eltérő a virágzáskezdet lefutása, mivel a hőmérséklet napi változása is teljesen más volt. A külföldi modell csak a heti átlaghőmérsékletekkel számol, amíg az általunk fejlesztett modellekben a napi középhőmérsékletek változása jobban érvényre jut. Ez magyarázhatja, hogy a napokra vetített értékek szempontjából utóbbiak pontosabban közelítették meg a mért adatokat.

Összességében megállapítható, hogy napi pontossággal egyik modell sem írja le a fürtök virágzásának kezdetét, a három vizsgált évben azonban az fvk2 modell bizonyult a leghasználhatóbbnak. A növények növekedése és így a fürtszintek virágzáskezdete más környezeti tényezők által is befolyásolt, így a modellek későbbi pontosítása érdekében ezeket is figyelembe kell majd venni.

4.1.3. Virágzás

A folytonnövő paradicsom virágzásának jellemzése nem egyszerű feladat, mivel a virágok nem egyesével állnak, hanem virágzatba tömörülnek. A virágzás dinamikájának vizsgálati alapegységéül ezért a virágfürtöt választottam. Az adatok felvételezése hetente három alkalommal történt, mely során rögzítettem a virágok számát, a virágzás kezdetét és időtartamát. A megfigyeléseket az első tíz fürtemeleten folytattam. A rögzített adatok átlagértékeit a következő három táblázat tartalmazza. A virágok száma kísérleteimben nem különbözött egymástól lényegesen a három kísérleti évben, annak ellenére, hogy a fajták mindhárom évben mások voltak. Az átlagos virágszám 7-8 virág között változott fürtönként, ami azt jelzi, hogy környezeti paraméterek nem befolyásolták jelentősen.

17. táblázat A virágzás jellemzése fürtszintenként 1999-ben (n=24)

fürt	Virágok száma (db)	Az első virág nyílása a vetéstől (nap)	Virágzás időtartama (nap)	Virágzás üteme (db nap^{-1})	A fürt virágzása alatt halmozódott hőmérséklet összeg (Σ°C)
1.	6,4	83	17,4	0,40	390
2.	7,4	90	15,6	0,54	346
3.	7,9	95	14,2	0,60	307
4.	7,2	101	13,7	0,55	290
5.	7,2	109	11,3	0,68	256
6.	7,0	115	11,7	0,62	188
7.	8,4	121	10,7	0,83	254
8.	7,2	126	11,0	0,70	254
9.	7,1	133	10,5	0,70	236
10.	5,6	141	12,9	0,51	267
átlag	**7,1**		**12,9**	**0,61**	**279**
$SzD_{5\%}$	1,9	2,2	4,8	0,21	100

18. táblázat A virágzás jellemzése fürtszintenként 2001-ben (n=20)

fürt	Virágok száma (db)	Az első virág nyílása a vetéstől (nap)	Virágzás időtartama (nap)	Virágzás üteme (db nap^{-1})	A fürt virágzása alatt halmozódott hőmérséklet összeg (Σ°C)
1.	8,6	79	15,6	0,60	323
2.	7,7	88	14,0	0,60	306
3.	10,0	94	16,0	0,64	342
4.	9,3	101	14,0	0,71	286
5.	8,3	110	12,6	0,67	266
6.	7,5	118	11,5	0,69	241
7.	7,2	125	11,9	0,69	259
8.	6,9	131	11,6	0,62	251
9.	6,1	138	10,2	0,65	216
10.	6,1	147	10,5	0,65	210
átlag	**7,8**		**12,8**	**0,65**	**270**
$SzD_{5\%}$	2,4	2,9	4,8	0,16	93

19. táblázat A virágzás jellemzése fürtszintenként 2002-ben (n=16)

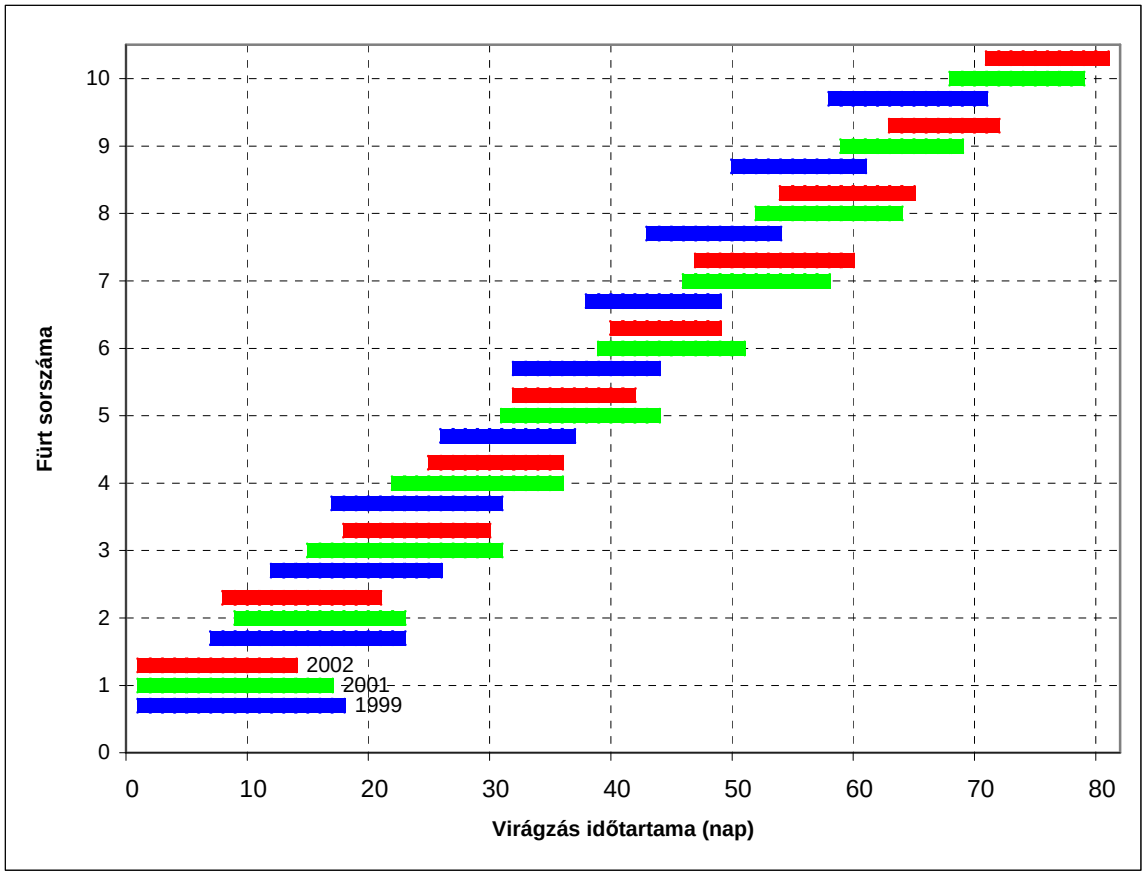
fürt	Virágok száma (db)	Az első virág nyílása a vetéstől (nap)	Virágzás időtartama (nap)	Virágzás üteme (db nap^{-1})	A fürt virágzása alatt halmozódott hőmérséklet összeg (Σ°C)
1.	7,9	70	14,5	0,57	298
2.	8,4	78	12,9	0,70	260
3.	8,4	88	10,8	0,84	233
4.	8,4	95	10,4	0,88	221
5.	7,8	102	9,9	0,83	212
6.	8,2	110	9,4	0,94	206
7.	8,5	117	12,7	0,69	286
8.	7,9	124	10,7	0,78	252
9.	6,9	133	8,8	0,89	215
10.	6,8	141	9,7	0,82	245
átlag	**7,9**		**11,0**	**0,79**	**243**
$SzD_{5\%}$	1,4	3,3	5	0,43	116

A mért paraméterekre elvégeztem a statisztikai vizsgálatokat, annak eldöntésére, hogy igazolható-e köztük különbség, a fajták, vagy az egyes fürtemeletek szempontjából. A vizsgálatokat kéttényezős, ismétléses varianciaanalízissel végeztem el. A varianciaanalízisek eredményeit a 20. táblázat foglalja össze. A táblázat azokat a valószínűségi szinteket tartalmazza, aminél az adott tényezők statisztikailag különböznek. A vizsgálatokat minden évre külön-külön elvégeztem, mivel az ismétlések száma különböző volt. Az eredményekből megállapítottam, hogy a fajták között $P<0,05$ valószínűségi szinten két évben is volt különbség, a fürtön belüli virágzás ütemében. 1999-ben viszont ez a paraméter jelentős különbséget mutat a fajták között. Az 1999-ben hajtatott növényállomány származott a legkorábbi vetésből, amelynek eredményeképpen az első négy fürt virágzása még rövidnappalos körülmények között zajlott. A fajták eltérően reagáltak az átlagosnál gyengébb fényviszonyokra, ezért a különbség valószínűleg ennek az eredménye.

20. táblázat A fürtökön belüli virágzás szempontjából vizsgált paraméterek statisztikai különbségeinek szignifikancia szintjei (n=24 1999-ben, n=20 2001-ben, n=16 2002-ben,)

Tényező		Fajta	Fürtemeletek	Fajta × fürtemelet
Virágok száma (db)	1999	$P \geq 2{,}6 \cdot 10^{-10}$	$P \geq 2{,}2 \cdot 10^{-5}$	$P \geq 0{,}09$
	2001	$P \geq 0{,}10$	$P \geq 3{,}2 \cdot 10^{-10}$	$P \geq 0{,}02$
	2002	$P \geq 5{,}5 \cdot 10^{-3}$	$P \geq 0{,}05$	$P \geq 0{,}82$
Vetéstől az első virág nyílásáig eltelt idő (nap)	1999	$P \geq 2{,}7 \cdot 10^{-25}$	$P \geq 7{,}2 \cdot 10^{-125}$	$P \geq 0{,}03$
	2001	$P \geq 6{,}2 \cdot 10^{-9}$	$P \geq 2{,}1 \cdot 10^{-86}$	$P \geq 0{,}99$
	2002	$P \geq 3{,}5 \cdot 10^{-78}$	$P \geq 9{,}9 \cdot 10^{-126}$	$P \geq 0{,}24$
Virágzás időtartama (nap)	1999	$P \geq 3{,}7 \cdot 10^{-13}$	$P \geq 2{,}1 \cdot 10^{-12}$	$P \geq 1{,}9 \cdot 10^{-3}$
	2001	$P \geq 0{,}79$	$P \geq 6{,}2 \cdot 10^{-5}$	$P \geq 0{,}12$
	2002	$P \geq 4{,}4 \cdot 10^{-3}$	$P \geq 2{,}4 \cdot 10^{-5}$	$P \geq 0{,}03$
Virágzás üteme (db nap^{-1})	1999	$P \geq 3{,}4 \cdot 10^{-22}$	$P \geq 5{,}0 \cdot 10^{-17}$	$P \geq 4{,}8 \cdot 10^{-3}$
	2001	$P \geq 0{,}58$	$P \geq 0{,}60$	$P \geq 0{,}73$
	2002	$P \geq 0{,}66$	$P \geq 3{,}4 \cdot 10^{-4}$	$P \geq 9{,}8 \cdot 10^{-4}$
A fürt virágzása alatt halmozódott hőmérséklet összeg (Σ°C)	1999	$P \geq 2{,}2 \cdot 10^{-13}$	$P \geq 4{,}2 \cdot 10^{-16}$	$P \geq 5{,}9 \cdot 10^{-3}$
	2001	$P \geq 0{,}77$	$P \geq 3{,}0 \cdot 10^{-4}$	$P \geq 0{,}27$
	2002	$P \geq 1{,}5 \cdot 10^{-4}$	$P \geq 6{,}4 \cdot 10^{-3}$	$P \geq 0{,}02$

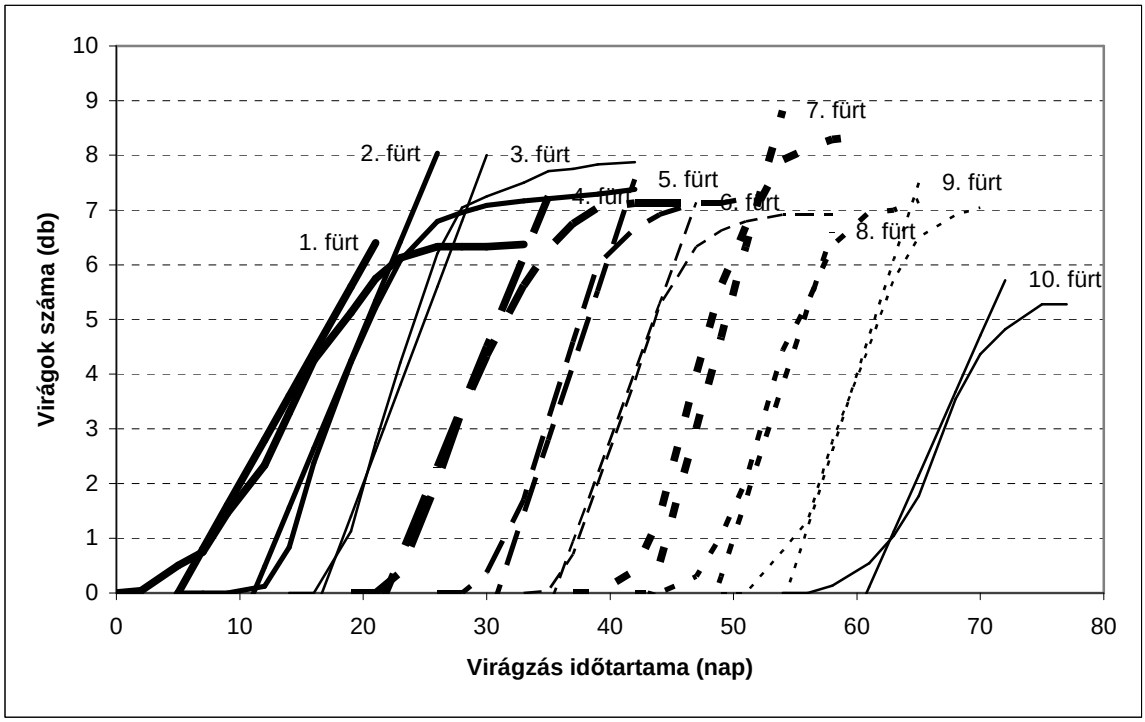
A fürtök virágzása a folytonnövő paradicsomon nem elkülönülten folyik, egyszerre 3-4 fürt is virágozhat együtt (Helyes et al., 1998). A fürtök virágzási sorrendje a kialakulás időrendjében történik, mint azt az előző alfejezetben ismertettem. A 27. ábra az egymást követő fürtök virágzásának időtartamát és időbeli eloszlását mutatja napokban, a virágzás első napjához viszonyítva, a fajták átlagában, a három kísérleti évben. Az ábrán nyomon követhető, hogy a virágzás leggyorsabban 1999-ben zajlott le, 71 nappal az első virág nyílása után a tizedik fürt virágzása is befejeződött. A másik két évben 78, illetve 81 napnak adódott az első tíz fürt virágzásának teljes időtartama.



27. ábra A virágzás relatív időtartama az első 10 fürtön, a virágzás kezdetétől, a fajták átlagában 1999-, 2001- és 2002-ben (n=60)

A fürtönként kialakult virágok száma, vagy a virágzás időtartama nem alkalmas arra, hogy objektíven összehasonlíthassuk a virágzás fürtökön belüli, vagy teljes növényre vonatkoztatott menetét.

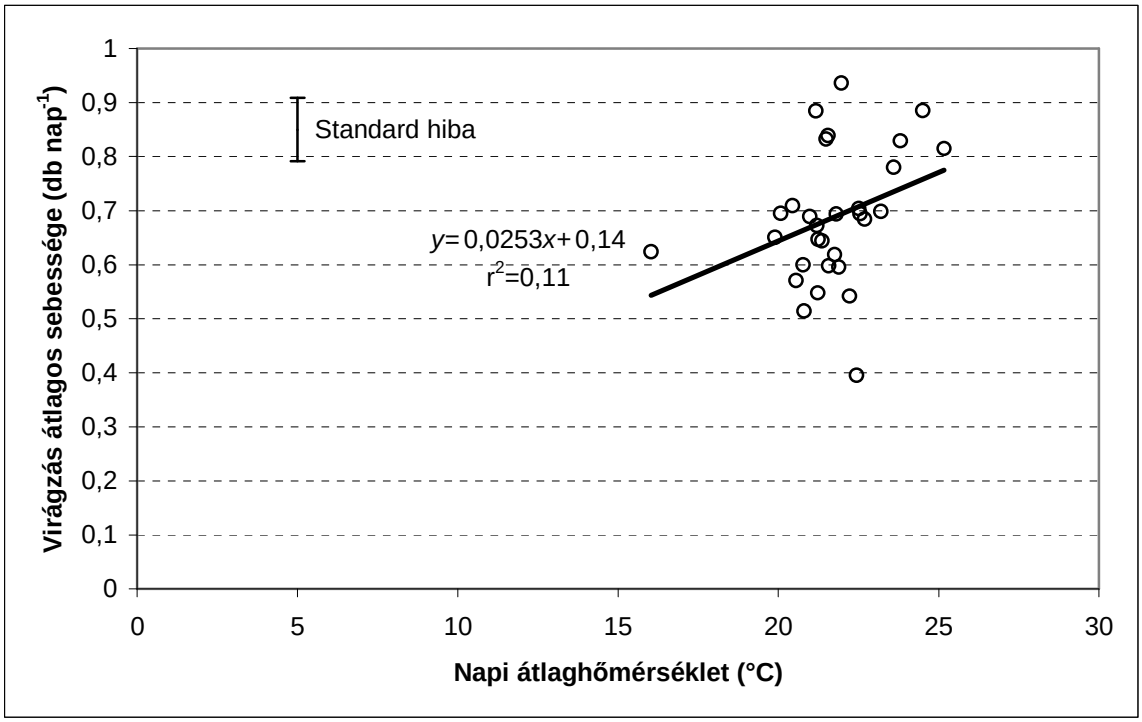
Egy fürtön belül a kinyílt virágok száma naponta változik, amit a fürtön belüli halmozott értékekkel is jellemezhetünk. Egy virágfürtön belül a kinyílt virágok száma telítődési függvény szerint alakul (28. ábra), a virágzás üteme naponta változik. A fürtökön belüli virágzás ütemének jellemzésére a fürtvirágzás átlagos ütemét (**fvb**) használtuk, ami a fürtön belüli virágok összes számának és a kinyílásukhoz szükséges időnek a hányadosa (db nap^{-1}). Ezeket az értékeket szintén feltüntettem az ábrán. A fürtvirágzás átlagos ütemének kiszámítása egyszerű és a kapott viszonyszám könnyebben értelmezhető, mint egy telítődési függvény. Az ábra jól szemlélteti, hogy általában az első fürt virágzik a leghosszabb ideig, tehát a virágzás megindulása mindig hosszabb idő alatt megy végbe, mint az azt követő fürtökön. A hetedik fürtemelettől kezdve, pedig megfigyelhető a virágzás átlagos ütemének csökkenése, ami az alsó fürtökön lévő bogyók érésének kezdetével magyarázható.



28. ábra A virágok számának alakulása virágzás kezdetétől a tizedik fürtig a fajták átlagában, a virágzás átlagos ütemét szemléltető egyenesekkel 1999-ben (n=24)

A fürtvirágzás átlagos üteme csak 1999-ben különbözött szignifikánsan a fajták viszonylatában, a másik két évben nem, ezért ehhez a növényi jellemzőhöz kerestem egy olyan környezeti paramétert, ami elég szoros összefüggést mutat ahhoz, hogy a virágzás pontos leírására szolgáljon.

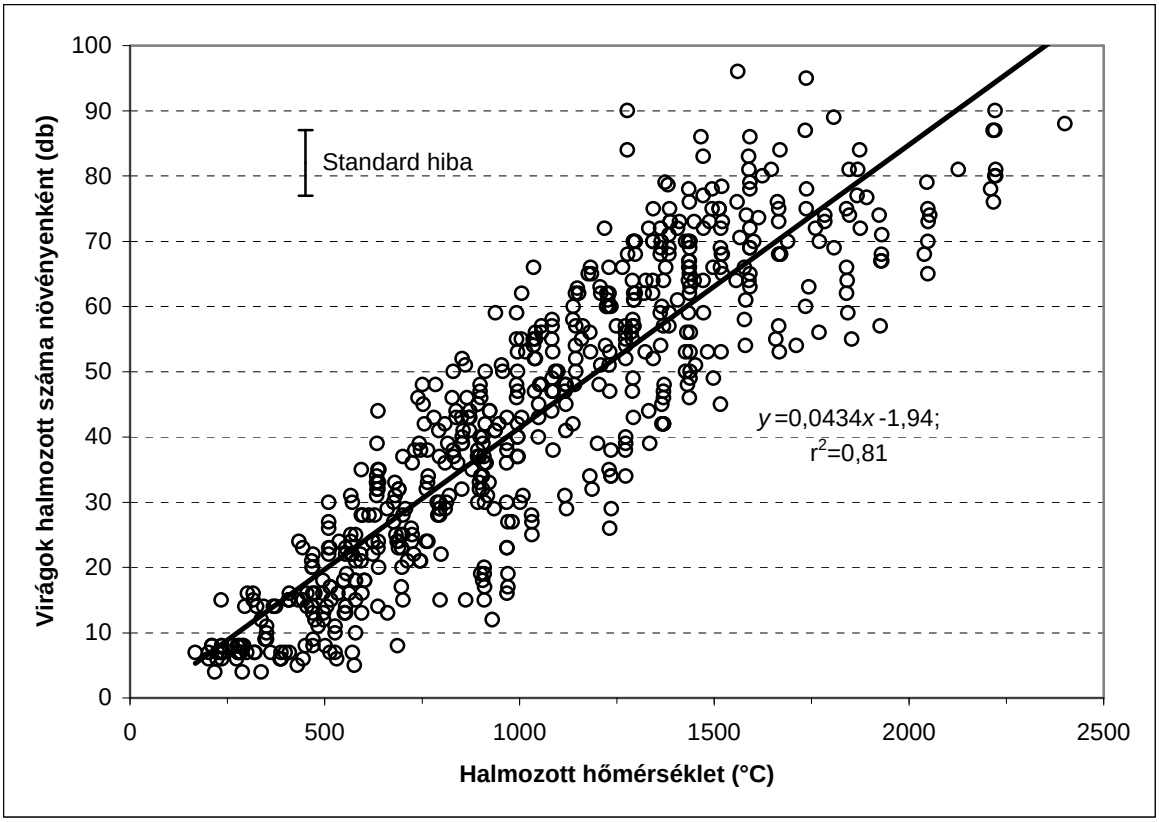
A virágzás átlagos ütemének értékei laza összefüggést mutattak az átlaghőmérséklettel, ami alapján a napi átlaghőmérsékletnek a virágzás ütemére gyakorolt hatása 0,0253 db nap^{-1} °C^{-1} (29. ábra). Ez alapján, egy 7 virágból álló fürt teljes virágzásához szükséges idő, 20°C-os napi átlaghőmérsékletekkel számolva, 10,8 nap. A virágzás átlagos üteme és a napi átlaghőmérsékletek között nem sikerült statisztikailag igazolható összefüggést találni (r^2=0,11), az összefüggés tehát a fürtön belüli virágzás jellemzésére nem alkalmas. Az azonban valószínűsíthető, hogy a hőmérséklet emelkedésével együtt valamilyen arányban, a virágzás fürtön belüli üteme nő.



29. ábra A fürtön belüli átlagos virágzás üteme a napi átlaghőmérséklet függvényében (n=30)

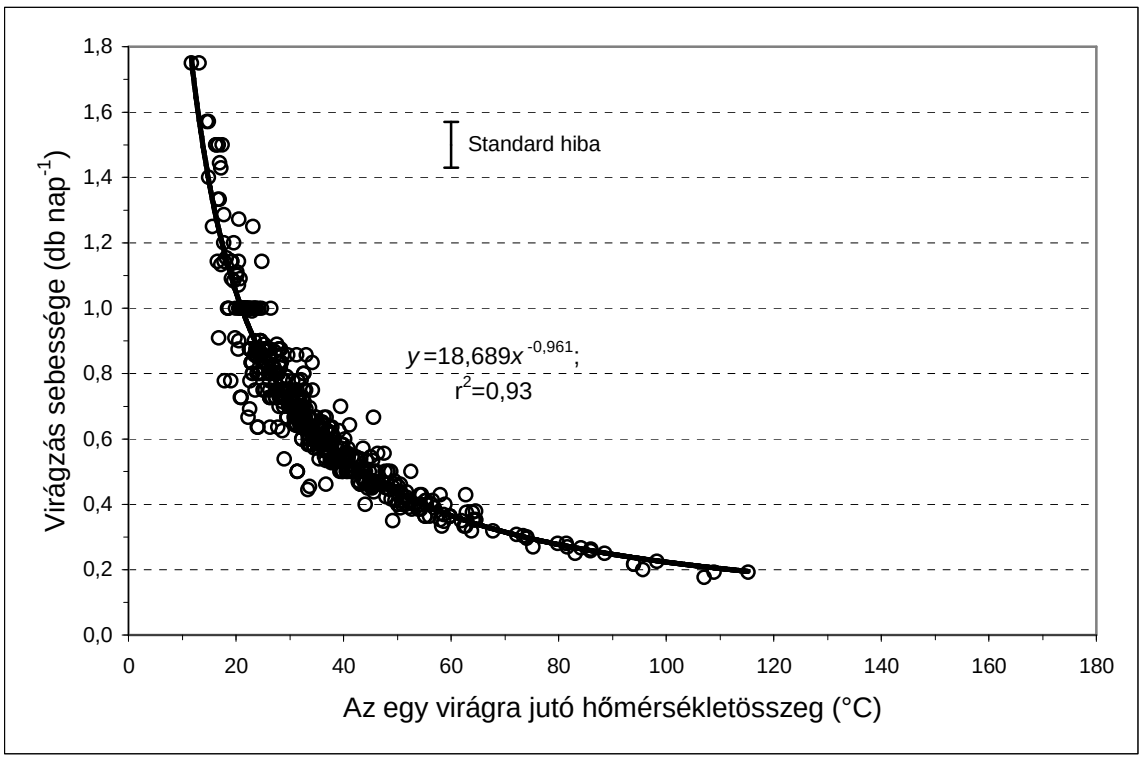
Mivel a 29. ábra által bemutatott összefüggés szerint, a napi átlaghőmérséklet csak 11%-ban határozza meg a fürtszintek virágzásának ütemét, ezért megpróbáltam olyan paramétert keresni, ami szorosabb összefüggést mutat.

Minden vizsgált növény esetén, a virágzás kezdettől folyamatosan halmoztam a fürtönként kialakult virágok számát, és a közben halmozódott napi átlaghőmérsékletek függvényében ábrázoltam. Ily módon minden növény első fürtje, a fürt virágzása alatt halmozott hőmérséklet összegről indul, és az ehhez viszonyított következő kilenc fürt virágzásának befejeződéséig halmozott értékeket mutatja a 30. ábra. Az összefüggés szerint a halmozott hőmérsékletek összege sokkal nagyobb arányban (r^2=0,81) van hatással a folyamatosan fejlődő virágok halmozott számára, mint az átlaghőmérséklet a virágzás fürtön belüli ütemére. Az egyenlet alapján (y=0,0434x-1,9407), egy hét virágból álló virágfürt virágzásának lezajlásához, 206°C halmozott napi átlaghőmérséklet összeg szükséges, ami 20°C-os napi átlaghőmérsékletekkel számolva ~10,3 nap. Ez az érték alacsonyabb, mint a napi átlaghőmérsékletek alapján kiszámított érték, de az összefüggés szorossága miatt, utóbbinál valószínűleg megbízhatóbb. Ebből származtattam a **fvb1** modellt (21. táblázat), ami lineáris összefüggés alapján a várható napi átlaghőmérsékletek függvényében előrejelzést képes adni a növényen található virágok számának alakulására. Az 30. ábra jól mutatja, hogy felsőbb fürtszinteken az adatok jobban szóródnak a függvény értékei körül, mivel a növény korának előrehaladtával nő azoknak a tényezőknek a száma, amelyek szintén befolyásolják a fürtszintek virágzásának menetét.



30. ábra A virágok halmozott számának alakulása növényenként, a kialakulásukig halmozott hőmérsékletösszeg függvényében (n=600)

A fürtön belüli virágzás átlagos üteme és a halmozott hőmérsékleti értékek között hasonló összefüggést találtam, mint a fürtvirágzás kezdetének esetében. A fürtöket egyedileg jellemző virágzási ütem szoros kapcsolatot mutat a virágzás időtartama alatt halmozódott napi átlaghőmérsékleteknek egy virágra vonatkoztatott értékével. Más módon kifejezve ez az érték az egy virág nyílása közben halmozott hőmérséklet összege. A kapcsolatot hiperbolikus függvénnyel lehet pontosan leírni (y=18,689$x^{-0,961}$), amit a 31. ábra mutat. A kapcsolat szorossága (r^2=0,93) lehetővé teszi, hogy az összefüggés a fürtön belüli virágzás ütemének modellezésére szolgáljon. Az összefüggésből számított modell **fvb2** (21. táblázat), a napi átlaghőmérsékletek függvényében jelzi az egy fürtön belül kinyílt virágok számát. A modell arra is képes, hogy a fürtön belüli virágok száma és a hőmérséklet napi menete alapján leírja a fürt virágzásának napi menetét.

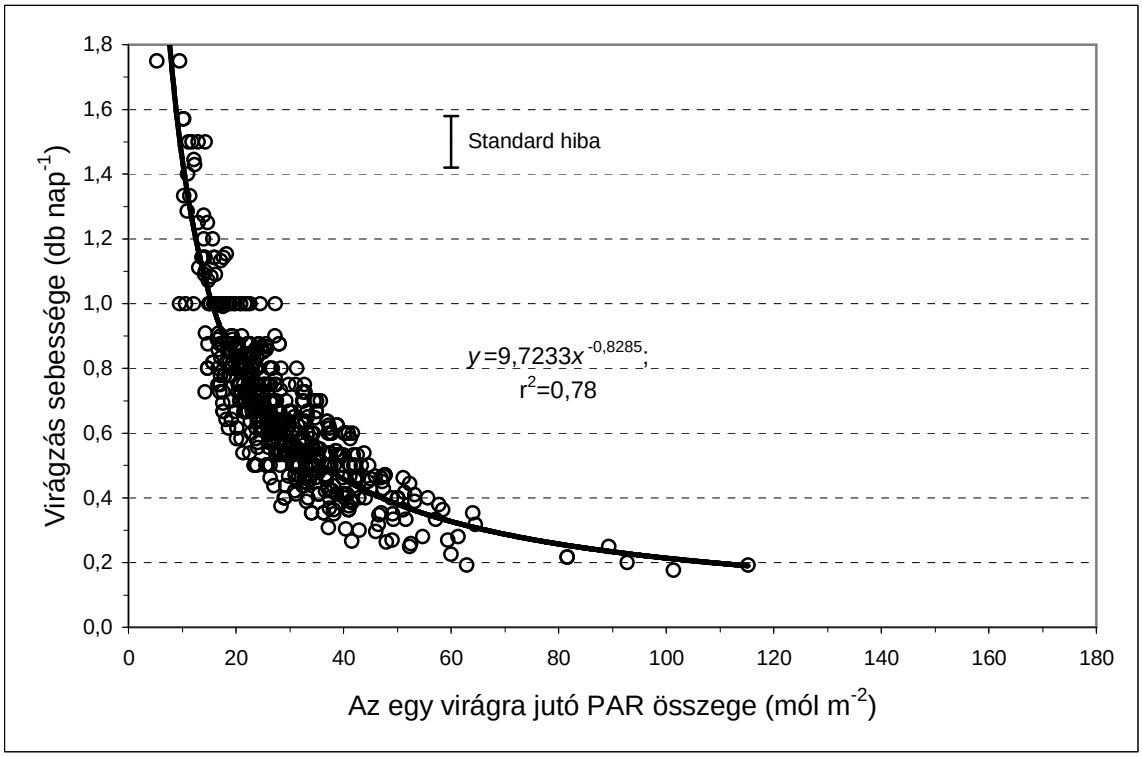


31. ábra A virágzás üteme az egy virágra jutó, virágzás alatt felhalmozódott hőmérsékletösszeg függvényében (n=600)

21. táblázat A fürtök virágzásának és a hőmérsékleti összegek összefüggéseiből kialakított modellek előrejelzési függvényei

Modell neve	Függvény
Modell fvb1	$y_h = \sum_{i=1} 0{,}0434 T_i - 1{,}94$
Modell fvb2	$y_n = \frac{T_i}{10^{\frac{\log\left(0{,}673 \cdot 18{,}689^{-1}\right)}{-0{,}961}}}$
y_h = a fürtön belül kivirágzott virágok halmozott száma	
y_n = a fürtön belül kivirágzott virágok napi száma	
T_i= a napi átlaghőmérséklet a virágzás kezdetétől az *i*-edik napon	

Nagyon hasonló összefüggés mutatható ki a fotoszintetikusan aktív sugárzás (PAR) viszonylatában is (32. ábra). Az összefüggés szerint a fürt virágzása alatt halmozott napsugárzás értéke is nagy hatással (78%) van a fürtön belüli virágzás ütemére, de statisztikailag nem éri el az előző két ábrán szemléltetett erősséget, ezért nem használtam fel a fürtön belüli virágzást leíró modell létrehozása során.



32. ábra A virágzás üteme az egy virágra jutó, virágzás alatt felhalmozódott fotoszintetikusan aktív sugárzás (PAR) összegének függvényében (n=600)

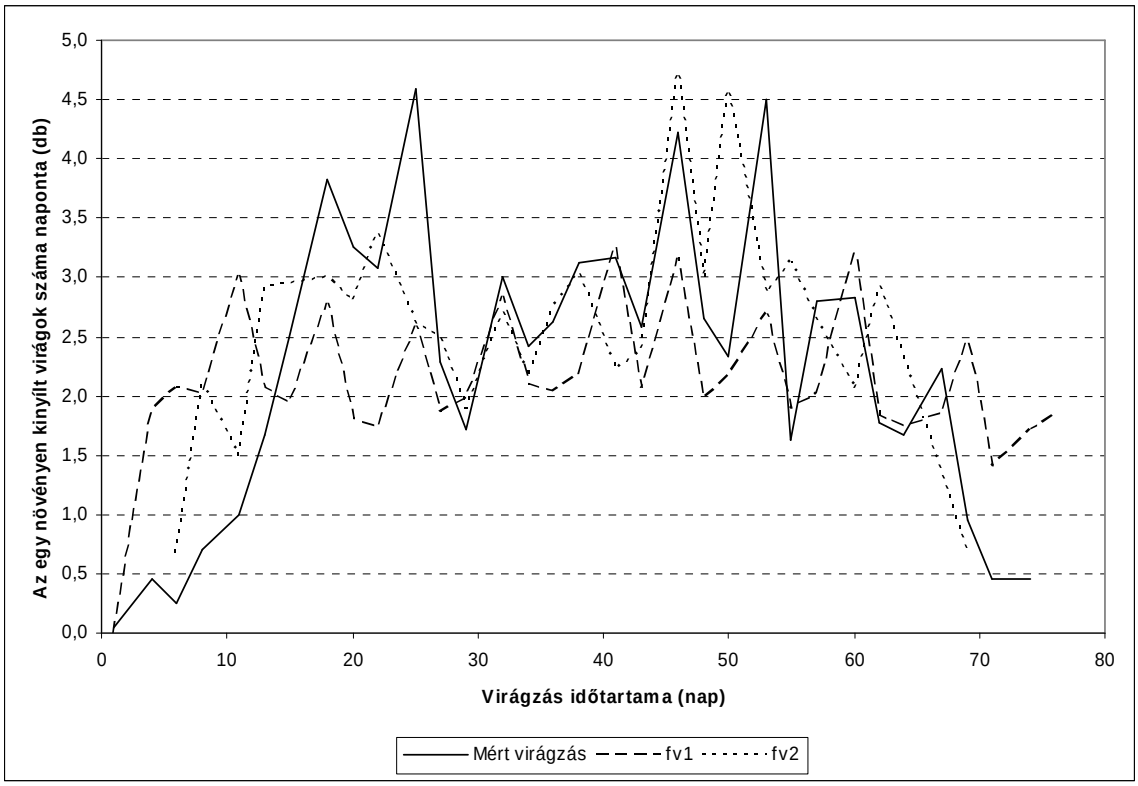
Az előzőekben bemutatott összefüggésekből kiindulva (16. táblázat, 21. táblázat), alakítottam ki az **fv1** és **fv2** virágzási modelleket, amelyek az egy növényen bekövetkező virágzás teljes folyamatát képesek leírni a tizedik fürtig.

Az fv1 modellben csak a napi átlaghőmérsékletek szerepelnek bemeneti paraméterként, tetszőleges időponttól, a hőmérséklet függvényében jelzi az egy növényen, adott napig kivirágzott virágok számát. Ebből kiszámítható a virágzás napi menete is (21. táblázat).

Az fv2 modell bonyolultabb, egy olyan algoritmussal írható le, amelyben szerepel az fvk2 (fürtvirágzás kezdet; 16. táblázat) és fvb2 (fürtön belüli virágzás; 21. táblázat) modell. A modell bemeneti értékeiként szükséges megadni a modellezni kívánt fürtök és a fürtökön belüli virágok számát egyaránt. Ezután a hőmérséklet napi menetének függvényében kiszámítja az adott napra vonatkozóan a virágzó fürtök, valamint a fürtökön belül virágzó virágok számát.

A modelleket a gyakorlati alkalmazhatóság szempontjából, a mért adatokkal vetettem össze. A modellek értékeinek kiszámításához a mért időszak napi átlaghőmérsékletei szolgáltak alapul. A fürtökön belüli virágok átlagos számát, szintén a mért adatok alapján adtam meg az fv2 modell bemeneti paramétereként. A vizsgált és szimulált fürtök száma növényenként tíz volt, a számított értékeket a megfigyelési időpontokra számítottam.

A következő ábrákon az fv1 és fv2 modellek alapján kiszámított megfigyelésenkénti, illetve halmozott virágszámokat tüntettem fel, egy növényre vonatkozóan, a tizedik fürtszintig, a három kísérleti évben. Mivel a TOMPOUSSE modell nem tartalmaz a napi, vagy az összesen kinyílt virágok kiszámítására vonatkozó modult, ezért ebben az esetben az ebből származó adatokat nem tudtam ábrázolni.

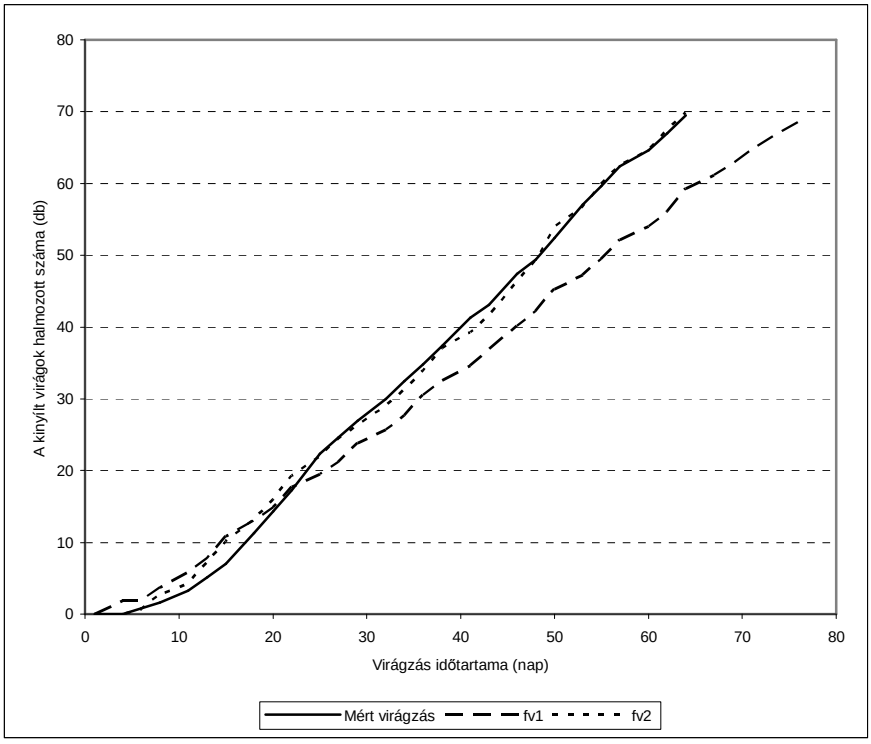


33. ábra A mért és a virágzási modellek által számított virágok száma növényenként, az első tíz fürt virágzásának időtartama alatt 1999-ben

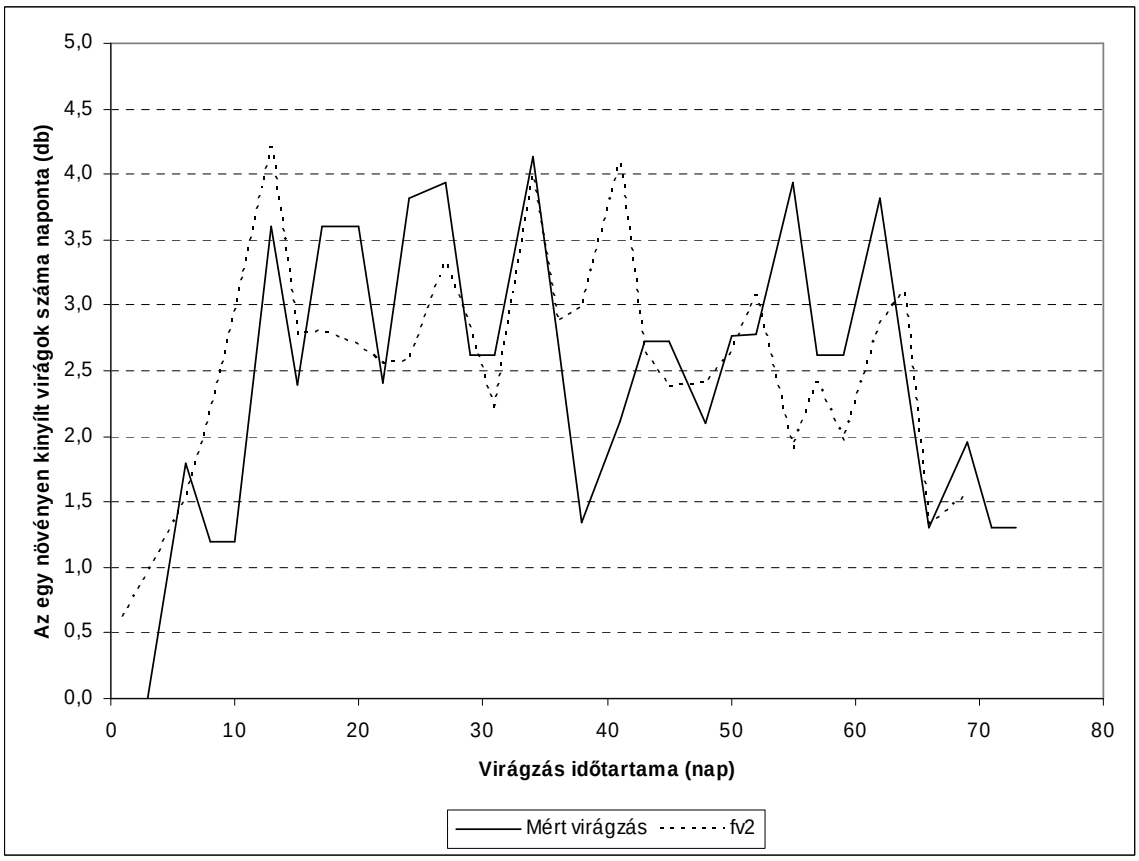
1999-ben, a virágok számának alakulása egy növényen belül, meglehetősen ingadozik, amit a fürtökön belüli virágzás ütemének változása, másrészt a több virágfürt együttes hatása okoz (33. ábra). Mivel általában három fürt virágzik együtt, a napi virágszám a harmadik fürt virágzásának kezdetéig, a 15-18. napig fokozatosan emelkedő tendenciát mutat. Ez után az időszak után, a folyamatosan képződő és elvirágzó virágok alakítják ki a napi 2,5-3 db-os megfigyelésenkénti átlagértéket, ami a hetedik fürt virágzásának végétől fokozatosan csökken, a tíz fürtig vizsgált növényeken. A napi virágszám, csak négy alkalommal emelkedik ennél magasabbra.

Az fv1 modell, egyenletesen jelzi a keletkező és elvirágzó fürtök eredményeként a napi 2-3 virágot átlagosan, ettől az értéktől csak a kezdeti fokozatosan emelkedő, és végső, fokozatosan csökkenő időszakban tér el. Mivel az fv1 modell az egész virágzás időszaka alatt halmozott hőmérsékleten alapul, ezért a napi hőmérsékleti szélsőértékek hatásai nem jutnak benne kifejezésre.

Az fv2 modellben a napi átlaghőmérsékletek virágszámra gyakorolt hatásai, jobban kifejezésre jutnak. A napi virágszám haranggörbe jellegét, viszonylag pontosan adja vissza, a kiugró értékeket is jelzi, ha nem is napi pontossággal. Az 55. napon mutatott lényeges eltérést (1,5 virág) a sugárzás alacsony értékei indokolták. A virágok napi számának alakulásból kiszámítottam a halmozott értékeket, melyeket a 34. ábra szemléltet. Az ábráról egyértelműen leolvasható, hogy az fv2 modell csaknem napra pontosan írja le a növényenként megjelent virágok számát, a tizedik fürt virágzásának befejezését napra pontosan a mért adatokkal egyezően a 64 napra jelzi. Az fv1 modell eltérése a mért adatoktól fokozatosan nő, a tizedik fürtszinten pedig már 12 nappal későbbre jelzi az utolsó virág nyílását. Az fv1 modell a további kettő mintaév mért adatait hasonló hibával követte, ezért a következő ábrákon, az egyszerűbb érthetőség kedvéért már nem tüntettem fel.



34. ábra A mért és a virágzási modellek által számított virágok halmozott számának alakulása növényenként, az első tíz fürt virágzásának időtartama alatt 1999-ben

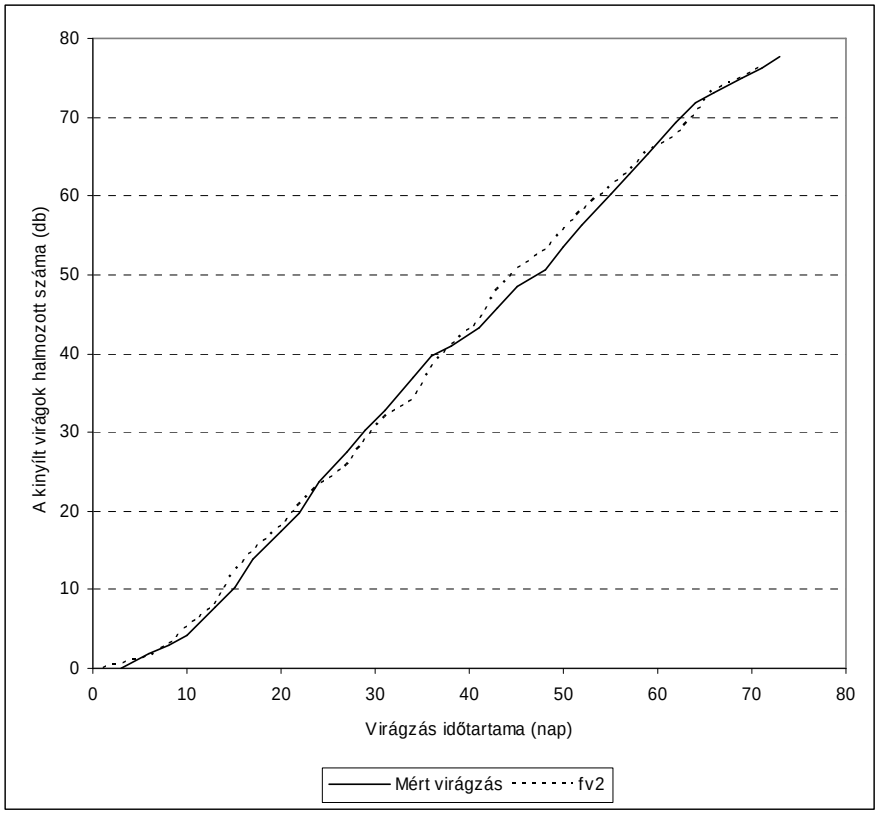


35. ábra A mért és a virágzási modell által számított virágok száma növényenként, az első tíz fürt virágzásának időtartama alatt 2001-ben

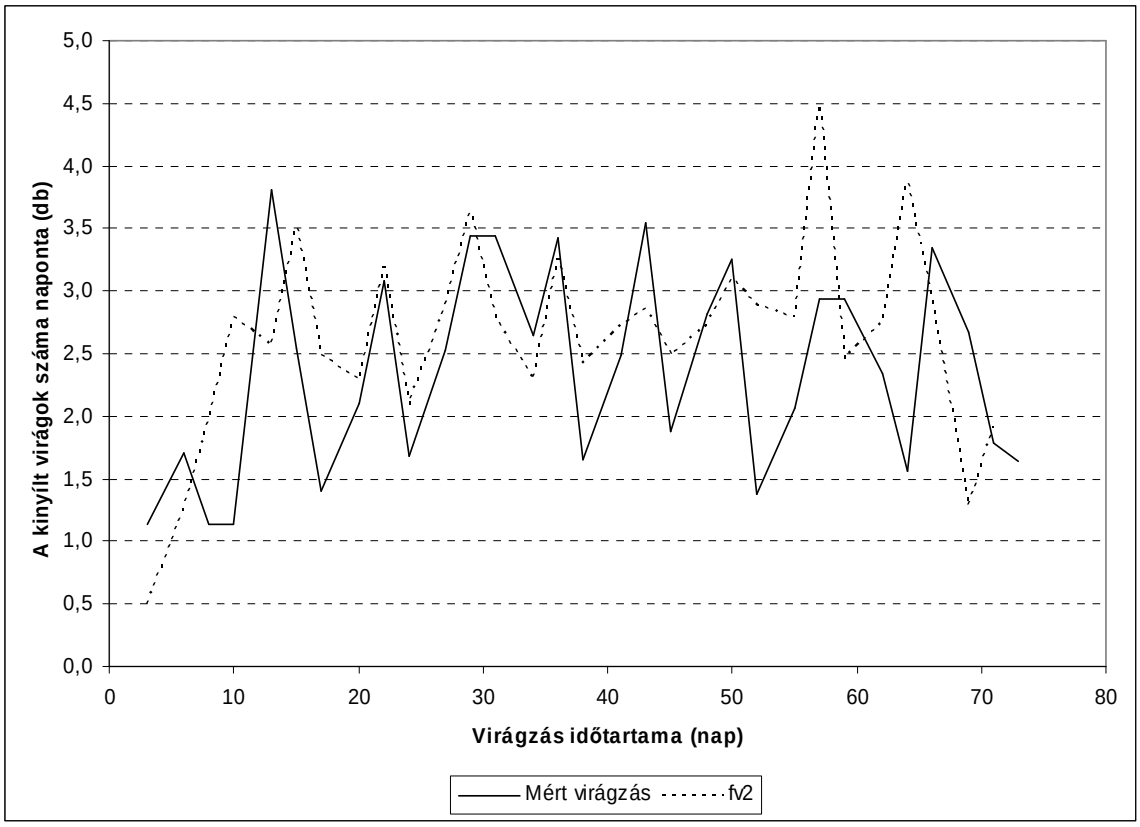
2001-ben a virágszám 2,5-4 virág között alakult megfigyelési időpontonként, a virágzási időszak második felében azonban korábban indultak csökkenésnek, mint azt a hőmérséklet alapján

az fv2 modell jelezte (35. ábra). A modell a 38. napon mért váratlan virágszám csökkenést sem jelezte, de ennek klimatikus okait nem sikerült megtalálnom.

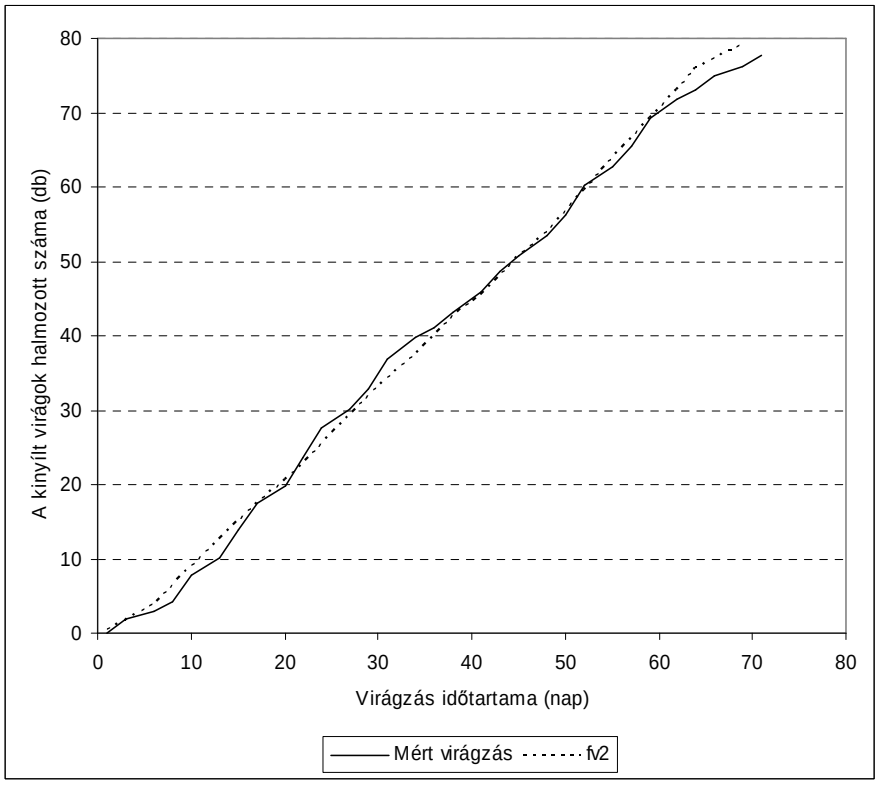
A 2001 évben mért és számított, halmozott virágszám értékeket a 36. ábra szemlélteti. A legnagyobb eltérés a virágzás 40-50. napja között mutatkozott, amikor a modell 4 nappal későbbre jelezte a mért értéket, de a tizedik fürtszinten ismét napra pontos eredményt adott.



36. ábra A mért és a virágzási modell által számított virágok halmozott számának alakulása, növényenként, az első tíz fürt virágzásának időtartama alatt 2001-ben



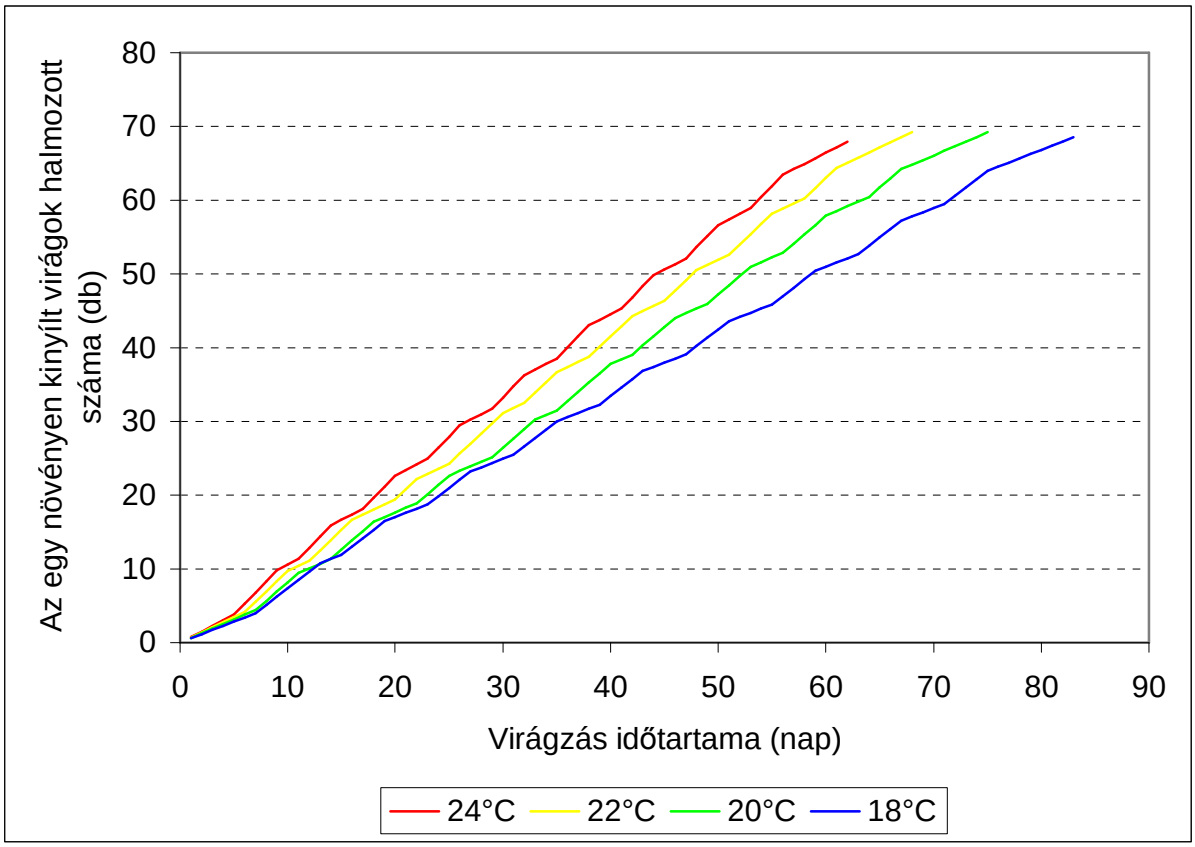
37. ábra A mért és a virágzási modell által számított virágok száma növényenként, az első tíz fürt virágzásának időtartama alatt 2002-ben



38. ábra A mért és a virágzási modell által számított virágok halmozott számának alakulása, növényenként, az első tíz fürt virágzásának időtartama alatt 2002-ben

Az összevetésekből látható, hogy a modell a virágzás napi menetét nem mindig becsüli pontosan, de a virágok halmozott számában néhány napos különbséggel írja le a növényenként kifejlődött virágok számát.

Az fv2 modell arra is alkalmas, hogy hőmérsékleti értékek esetén, a napi, vagy halmozott virágszámra előrejelzést adjon. A 39. ábra azt ábrázolja, hogyan alakulna a virágok halmozott száma, egy növényen belül a tizedik fürtig, fürtönként hét virág esetén, különböző átlaghőmérsékleteken, az fv2 modell alapján. A modell alapján a 20 és 22°C-os átlaghőmérséklet között hét nap a végső különbség a virágok halmozott számában, a tizedik fürt, pedig 68, illetve 75 nappal a virágzás kezdete után fejezi be a virágzását. 18°C-os napi átlaghőmérsékleten viszont a virágzás elhúzódik, 83 nap alatt virágzik el az első tíz fürt. Ez a késés egyrészt a fürtszintek virágzáskezdetének, másrészt a fürtön belüli virágzás lassulásának eredménye. 24°C-on a tizedik fürtszint a felgyorsult életfolyamatok miatt már 62 nap alatt befejezi a virágzást. Összevetve megállapítható, hogy 1°C-os különbség az átlaghőmérsékletben 3-4 nappal változtatja meg a virágzás időtartamát, az első tíz fürtre vonatkozólag.

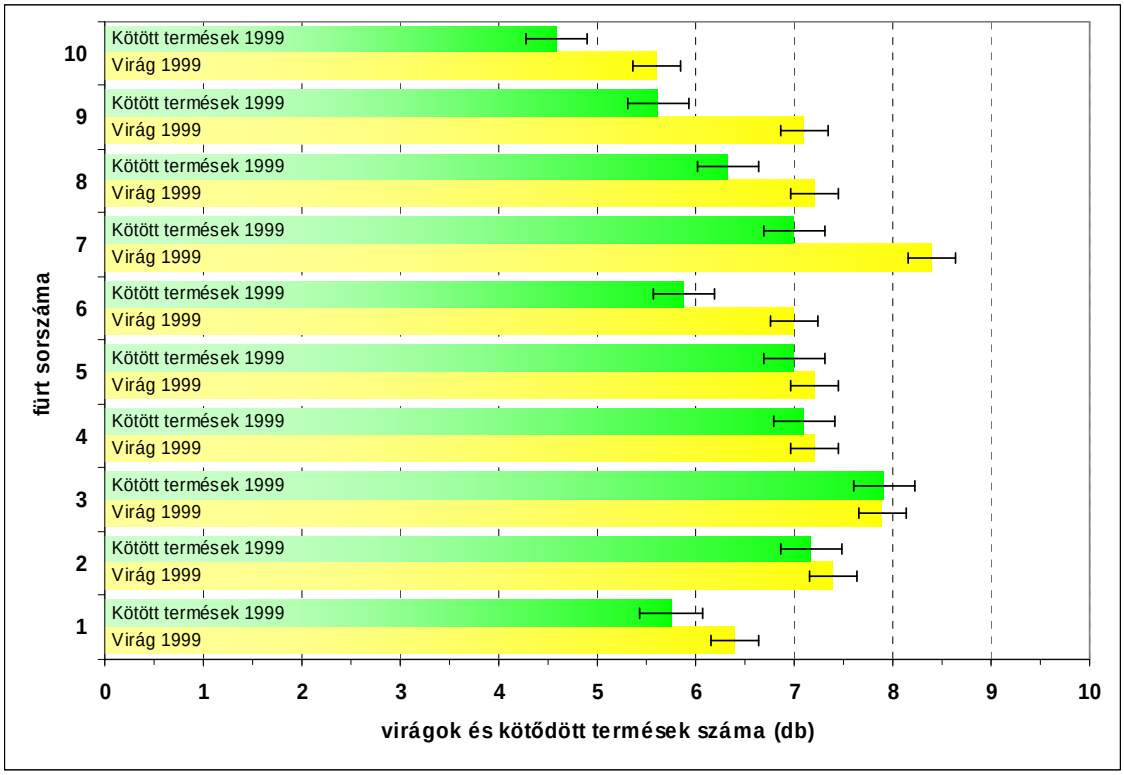


39. ábra Az fv2 virágzási modell alapján előre jelzett virágok halmozott száma (fürtönként 7 virág és 10 fürt esetén), állandó napi középhőmérsékleteken

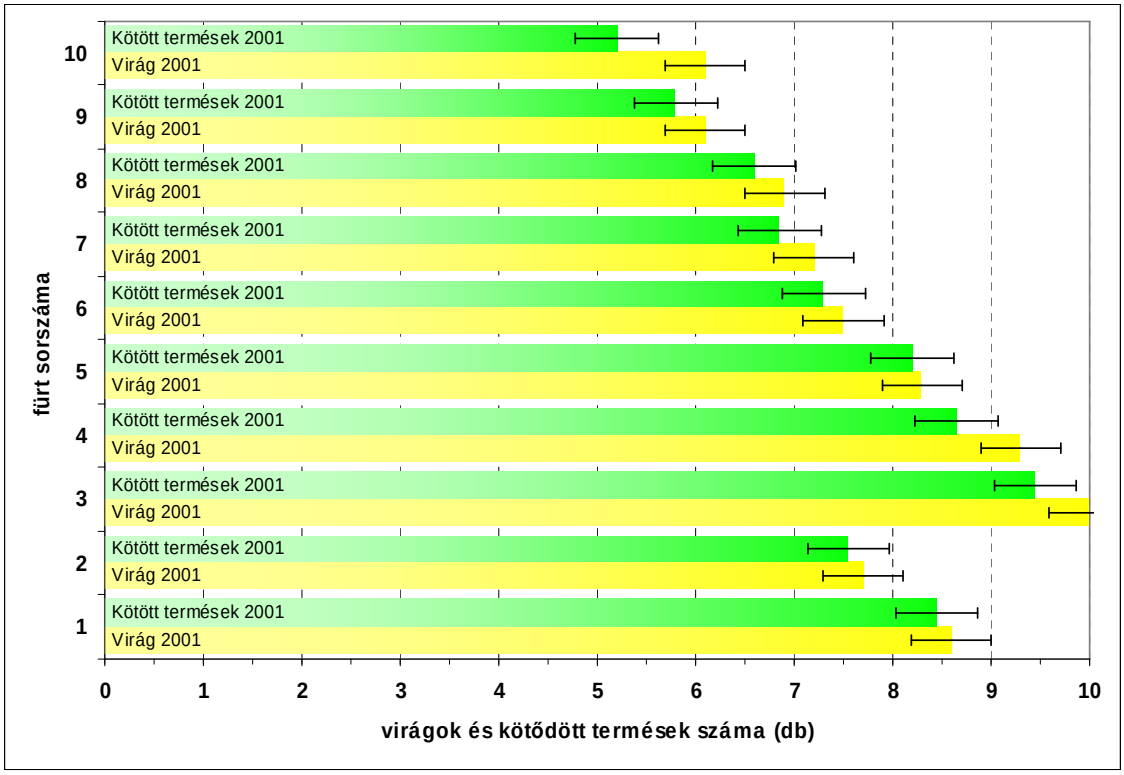
4.1.4. Terméskötődés, bogyófejlődés

A terméskötődés és a bogyófejlődés alapvető jelentőségű a termés kialakulásában. Kísérleteim során ezért a virágzás felvételezésével együtt, folyamatosan rögzítettem a kötődött termések számát is. Azokat a terméseket számítottam kötődöttnek, amelyekről a sziromlevelek már leszáradtak és a terméskezdemények átmérője elérte, vagy meghaladta a 2 mm-t, vagyis szabad szemmel már jól érzéklehető volt (Helyes et al., 1998). Mivel makroszkopikusan nem kísérhető figyelemmel egy olyan bonyolult több fázisból álló folyamat, mint a kötődés, ezért a kötődés folyamatát nem számszerűsítettem, csak a végeredményt. A kötődött bogyók, és virágok végleges számából következtetni lehet a kötődés hatékonyságára. E két mérőszámnak a különbségét, mint elrúgott virágokat vettem számba. A három kísérleti évben mért virág, és kötődött termés adatokat mutatja a következő három ábra (40. ábra, 41. ábra, 42. ábra). Az ábrákon kialakulásuk

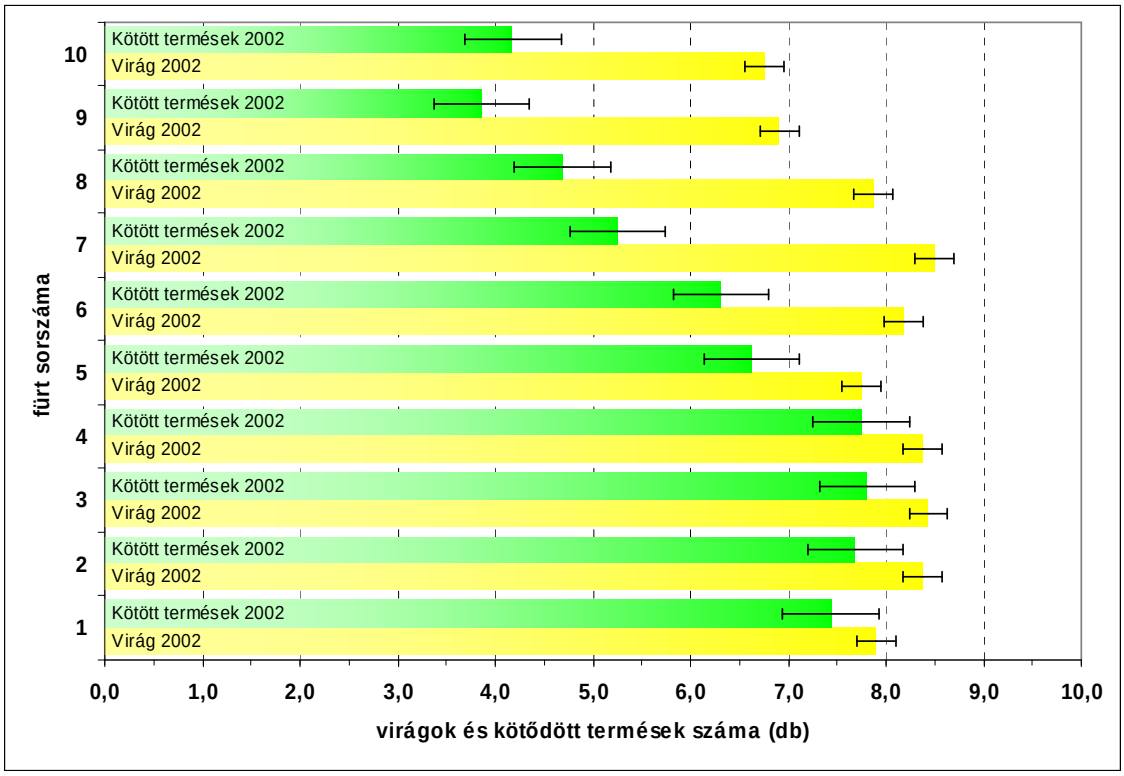
sorrendjében tüntettem fel a kialakult virágok és terméskezdemények számát, az egyes fürtemeleteknek megfelelően a fajták átlagában. Megállapítható, hogy a bogyók száma soha nem éri el a virágok számát, ami azt jelzi, hogy a teljes terméskötődést mindig akadályozta valami.



40. ábra A virágok és kötődött bogyók száma, az első tíz fürtön, a fajták átlagában, 1999-ben (±SE) (n=24)



41. ábra A virágok és kötődött bogyók száma, az első tíz fürtön, a fajták átlagában, 2001-ben (±SE) (n=20)



42. ábra A virágok és kötődött bogyók száma, az első tíz fürtön, a fajták átlagában, 2002-ben (±SE) (n=16)

A szabad szemmel érzékelhető terméskötődés folyamatának időbeli rögzítése nem jelzi pontosan azt a bonyolult élettani folyamatot, ami a virágon belül lezajlik, ezért a bogyófejlődés kezdeti időpontjának a virágzás kezdetét választottam. Ez átlagosan mintegy 3-4 nappal korábban következik be, mint a terméskezdemények megjelenése, de makroszkopikusan sokkal egyszerűbben nyomon követhető, így pontosabb értéket szolgáltat. Mivel a fürtökön belül nem jelöltem meg az egyes virágokat, és később a terméskezdeményeket külön-külön, hogy fejlődésüket egyenként nyomonkövessem, ezért a kísérletekben vizsgált fürtökről csak egy-egy adat reprezentálja a bogyófejlődés időtartamát. A virágzás kezdeti, és a betakarítás kezdeti dátumának különbségét tekintettem a bogyófejlődés időtartamának, feltételezve, hogy a virágzás és a betakarítás is egy virág megjelenésével illetve egy bogyó betakarításával kezdődött, minden fürtön. A valóságban természetesen sem a virágzás, sem a betakarítás esetén nem csak egy virág illetve bogyó volt a kiinduló átlagérték, az átlagos értékek általában e felett mozogtak. A számítások során azonban azt feltételeztem, hogy egy virágot vagy egy érett bogyót biztosan jelentett. Ezzel az egyszerűsítéssel a bogyófejlődés időtartamának mérése torzul, vagyis magasabb értéket fog mutatni, mint a valóságban. A mérések eredményeiből ilyen módon 600 fürt adataiból indulhattam ki. Az adatokat a következő három táblázat (22. táblázat, 23. táblázat, 24. táblázat) tartalmazza.

22. táblázat A kötődés jellemzése, a fajták átlagában, 1999-ben, (P=0,05), (n=24)

fürt	Kötött bogyók száma (db)	A virágzás kezdetétől a betakarítás kezdetéig eltelt idő (nap)	Bogyófejlődés üteme (db nap^{-1})	A bogyófejlődés alatt halmozódott hőmérséklet összeg (Σ°C)
1.	5,8	67	0,0149	1535
2.	7,2	60	0,0167	1378
3.	7,9	59	0,0169	1329
4.	7,1	60	0,0167	1331
5.	7,0	59	0,0169	1307
6.	5,9	58	0,0172	1283
7.	7,0	60	0,0167	1339
8.	6,3	60	0,0167	1326
9.	5,6	60	0,0167	1320
10.	4,6	61	0,0164	1317
átlag	**6,4**	**60**	**0,0166**	**1347**
$SzD_{5\%}$	1,9	6,5	0,0023	144

23. táblázat. A kötődés jellemzése, a fajták átlagában, 2001-ben, a szignifikáns differenciák értékeivel (P=0,05) (n=20)

fürt	Kötött bogyók száma (db)	A virágzás kezdetétől a betakarítás kezdetéig eltelt idő (nap)	Bogyófejlődés üteme (db nap^{-1})	A bogyófejlődés alatt halmozódott hőmérséklet összeg (Σ°C)
1.	8,5	60	0,0167	1229
2.	7,6	65	0,0155	1383
3.	9,5	59	0,0170	1247
4.	8,7	58	0,0172	1224
5.	8,2	59	0,0170	1268
6.	7,3	60	0,0166	1287
7.	6,9	58	0,0173	1278
8.	6,6	57	0,0175	1285
9.	5,8	54	0,0185	1238
10.	5,2	53	0,0188	1208
átlag	**7,4**	**58**	**0,0172**	**1265**
$SzD_{5\%}$	1,9	6,0	0,0017	129

24. táblázat A kötődés jellemzése, a fajták átlagában, 2002-ben, a szignifikáns differenciák értékeivel (P=0,05) (n=16)

fürt	Kötött bogyók száma (db)	A virágzás kezdetétől a betakarítás kezdetéig eltelt idő (nap)	Bogyófejlődés üteme (db nap^{-1})	A bogyófejlődés alatt halmozódott hőmérséklet összeg (Σ°C)
1.	7,4	62	0,0161	1321
2.	7,7	55	0,0182	1180
3.	7,8	51	0,0196	1110
4.	7,8	51	0,0196	1100
5.	6,6	51	0,0196	1147
6.	6,3	50	0,0200	1178
7.	5,3	49	0,0204	1177
8.	4,7	48	0,0208	1173
9.	3,9	48	0,0208	1217
10.	4,2	44	0,0227	1164
átlag	**6,2**	**51**	**0,0198**	**1177**
$SzD_{5\%}$	2,1	13,5	0,0058	208

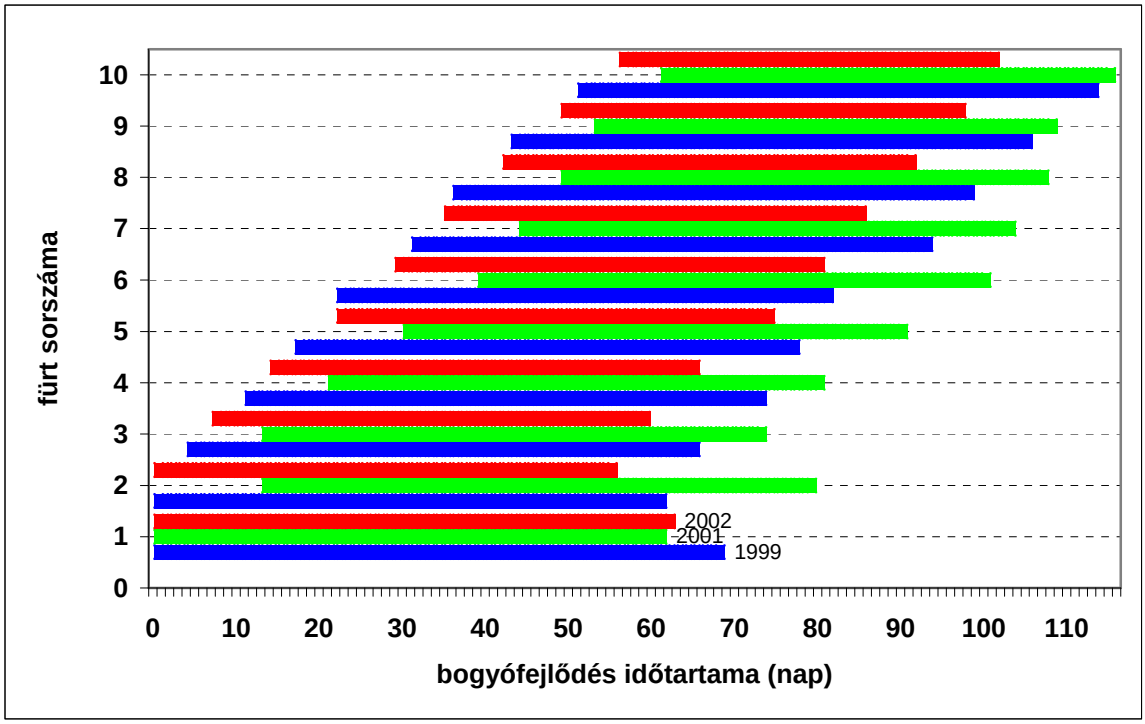
Annak eldöntésére, hogy igazolható-e különbség, a fajták, vagy az egyes fürtemeletek szempontjából a mért paraméterekkel kéttényezős, ismétléses varianciaanalízist végeztem. A statisztikai vizsgálatok eredményeit a 25. táblázat foglalja össze. A táblázat azokat a valószínűségi szinteket tartalmazza, aminél az adott tényezők statisztikailag különböznek. A vizsgálatokat minden évre külön-külön elvégeztem, mivel az ismétlések száma különböző volt. Az eredményekből megállapítottam, hogy a fajták között P<0,05 valószínűségi szinten nem volt különbség, a fürtön belüli virágzás ütemében. A fürtemeletek között csak 2002-ben van statisztikailag értékelhető különbség, amit a felső fürtemeletek bogyófejlődésének gyorsulása okozhatott.

25. táblázat A bogyófejlődés szempontjából vizsgált paraméterek statisztikai különbségeinek szignifikancia szintjei (n=24 1999-ben; n=20 2001-ben; n=16 2002-ben)

Tényező		Fajta	Fürtemeletek	Fajta × fürtemelet
Kötődött bogyók száma (db)	1999	$P \geq 5{,}5 \cdot 10^{-10}$	$P \geq 4{,}3 \cdot 10^{-6}$	$P \geq 0{,}09$
	2001	$P \geq 0{,}376$	$P \geq 7{,}3 \cdot 10^{-9}$	$P \geq 0{,}021$
	2002	$P \geq 1{,}7 \cdot 10^{-3}$	$P \geq 2{,}3 \cdot 10^{-16}$	$P \geq 4{,}6 \cdot 10^{-2}$
A virágzás kezdetétől a betakarítás kezdetéig eltelt idő (nap)	1999	$P \geq 9{,}1 \cdot 10^{-14}$	$P \geq 5{,}2 \cdot 10^{-4}$	$P \geq 4{,}9 \cdot 10^{-3}$
	2001	$P \geq 2{,}1 \cdot 10^{-8}$	$P \geq 1{,}0 \cdot 10^{-9}$	$P \geq 0{,}018$
	2002	$P \geq 6{,}1 \cdot 10^{-7}$	$P \geq 0{,}068$	$P \geq 0{,}47$
Bogyófejlődés üteme (db nap^{-1})	1999	$P \geq 9{,}1 \cdot 10^{-14}$	$P \geq 5{,}2 \cdot 10^{-4}$	$P \geq 4{,}9 \cdot 10^{-3}$
	2001	$P \geq 6{,}4 \cdot 10^{-7}$	$P \geq 8{,}7 \cdot 10^{-9}$	$P \geq 0{,}07$
	2002	$P \geq 6{,}7 \cdot 10^{-9}$	$P \geq 0{,}42$	$P \geq 0{,}15$
A bogyófejlődés alatt halmozódott hőmérséklet összeg (Σ°C)	1999	$P \geq 1{,}7 \cdot 10^{-15}$	$P \geq 3{,}3 \cdot 10^{-8}$	$P \geq 0{,}014$
	2001	$P \geq 1{,}6 \cdot 10^{-9}$	$P \geq 1{,}4 \cdot 10^{-3}$	$P \geq 0{,}037$
	2002	$P \geq 0{,}32$	$P \geq 0{,}15$	$P \geq 0{,}66$

A bogyók fejlődése a folytonnövő paradicsomon mind a tíz fürtön együtt folyik, mivel hosszabb időt vesz igénybe, mint virágzás. Az első fürt betakarításának kezdetekor általában a tizedik fürt bogyói már elkezdik fejlődésüket. A 43. ábra az egymást követő fürtök bogyófejlődésének időtartamát és időbeli eloszlását mutatja napokban, a virágzás első napjához viszonyítva, a fajták átlagában, a három kísérleti évben. Az ábrán nyomon követhető, hogy a bogyófejlődés leggyorsabban 2002-ben zajlott le, 51 nappal az első virág nyílása után a tizedik fürtről betakarítottam az első bogyót. 1999-ben 60, 2001-ben, pedig 58 napnak adódott az első tíz fürt átlagos bogyófejlődési időtartama. A bogyófejlődés időtartama teljesen ellentétes tendenciát

mutatott, mint a virágzás időszaka. Minél rövidebb volt a virágzás időtartama, annál hosszabb volt a bogyófejlődés, a tíz fürt viszonylatában.



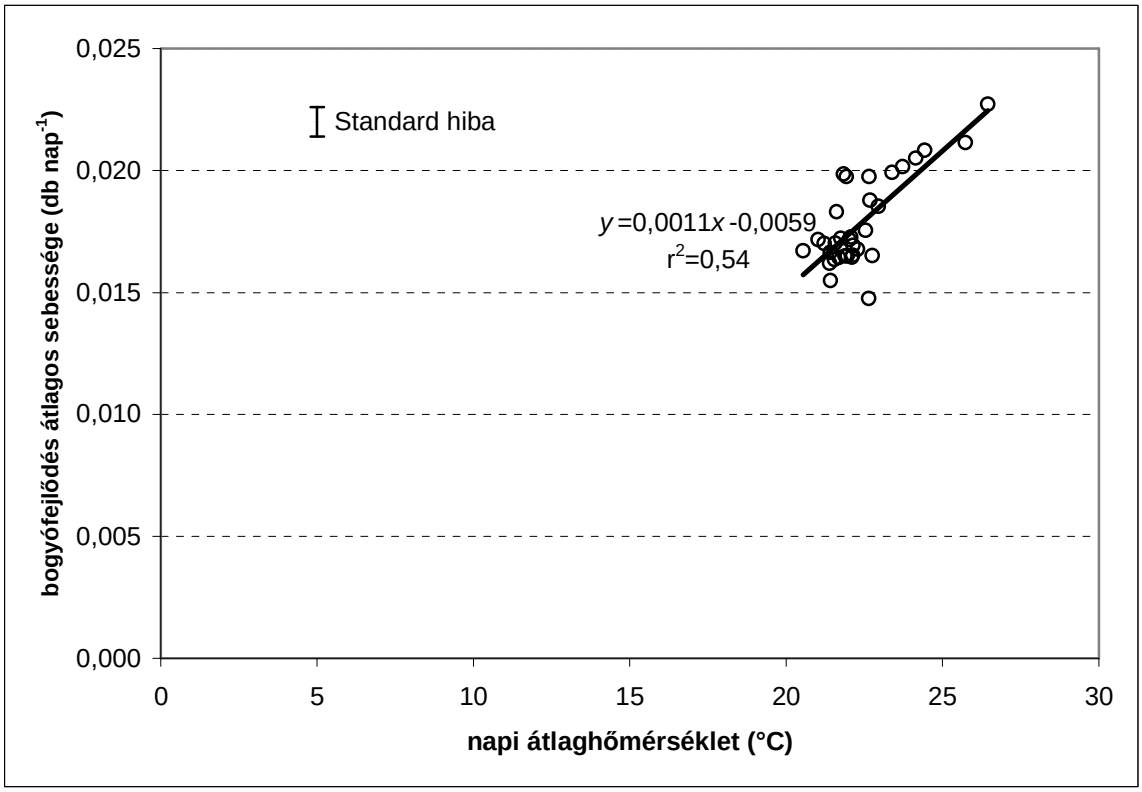
43. ábra A bogyófejlődés időtartama az első 10 fürtön, az első virág nyílásától (n=60)

A fürtönként kialakult terméskezdemények száma, vagy a bogyófejlődés időtartama nem alkalmas arra, hogy objektíven összehasonlíthassuk a bogyófejlődés fürtök közötti, vagy teljes növényre vonatkoztatott menetét.

A fürtökön belüli bogyófejlődés jellemzésére a bogyófejlődés átlagos ütemét (**bf**) használtam, ami a virágzáskezdet, és a betakarítás-kezdet különbségének reciproka (db nap^{-1}). A bogyófejlődés átlagos ütemének kiszámítása egyszerű és a kapott viszonyszám könnyen értelmezhető. Az ábra jól szemlélteti, hogy általában az első fürt bogyója fejlődik a leghosszabb ideig, a hetedik fürtemelettől kezdve, pedig megfigyelhető a bogyófejlődés átlagos ütemének csökkenése.

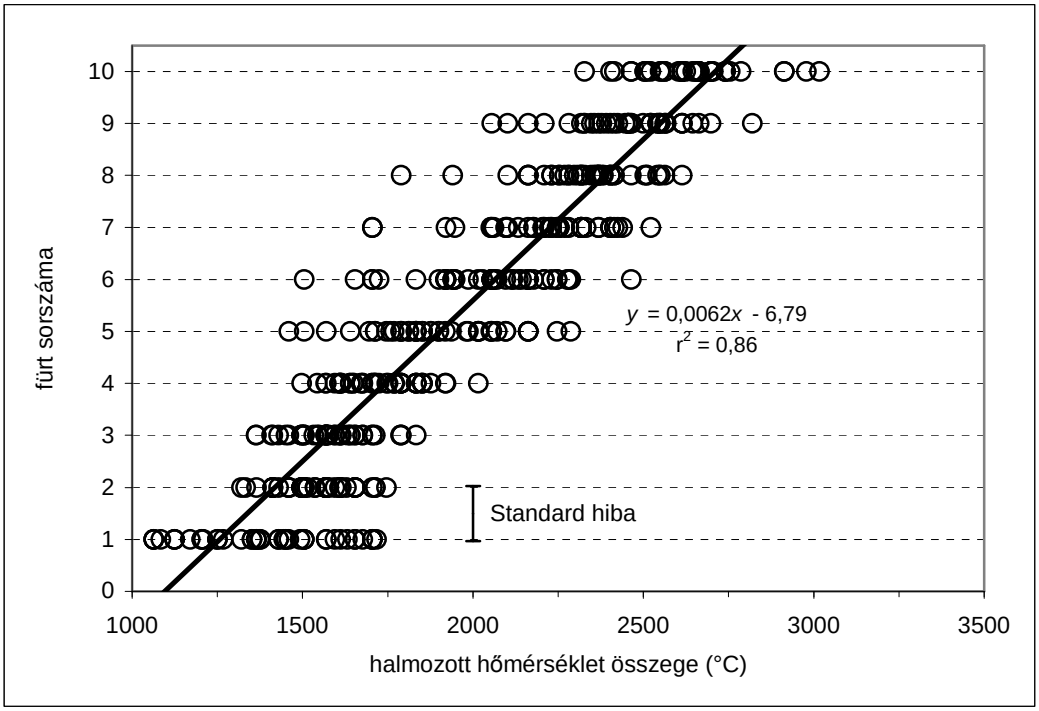
A három kísérleti évben a bogyófejlődés átlagos üteme 0,0147-0,0227 db nap^{-1} között változott, ami azt jelenti, hogy az adott bogyónak mintegy 44-68 nap volt szükséges a teljes kifejlődéshez. A bogyófejlődés átlagos üteme és a napi átlaghőmérsékletek között, P=0,02 szignifikancia szinten sikerült statisztikailag igazolható összefüggést találni (y=0,0011x-0,0059; r^2=0,54) (44. ábra). A bogyófejlődés átlagos üteme 0,0011 db nap^{-1} °C^{-1} arányban változott, az általam mért 19-24°C-os hőmérsékleti intervallumban, ami azt jelenti, hogy a napi átlaghőmérséklet 1°C-os emelkedésének hatására, átlagosan 3,5 nappal rövidebb idő alatt fejlődik ki egy bogyó. A bogyófejlődés átlagos üteme 0,0171 db nap^{-1} értéket mutatott a három kísérleti év átlagában, ami azt jelenti, hogy egy bogyó kifejlődéséhez átlagosan 58 nap szükséges. A lineáris regressziós függvény 20°C-on 0,0155 db nap^{-1} értéket mutat, ami közel azonos (0,0171 db nap^{-1}) a de Koning (2000) által mért bogyófejlődés ütemével. A hőmérséklet emelkedésének a hatása (0,0011 db nap^{-1} °C^{-1}) is hasonló értéket mutat, mint de Koning (2000) 0.001 db nap^{-1} °C^{-1}, méréseinek esetében. Minél magasabb volt a napi átlaghőmérséklet, annál gyorsabb volt a bogyófejlődés. A bogyófejlődés átlagos üteme, tehát alkalmas a folytonnövő paradicsom terméshozásának jellemzésére.

Mivel a 44. ábra által bemutatott összefüggés szerint a napi átlaghőmérséklet összege csak 54%-ban határozza meg a bogyófejlődés ütemét, megpróbáltam szorosabb összefüggést keresni.



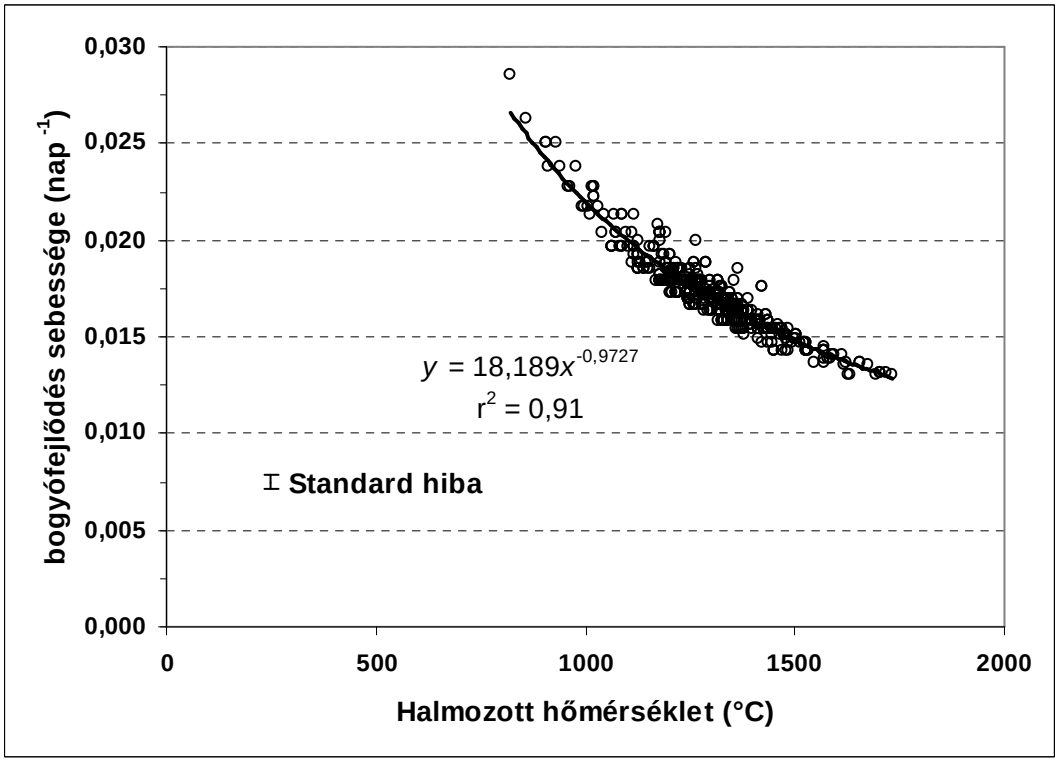
44. ábra Az első tíz fürt átlagos bogyófejlődési üteme a napi átlaghőmérséklet függvényében (n=30)

Az egyes fürtemeletek virágzásának kezdetétől a betakarítás kezdetéig eltelt napok hőmérsékletösszegeinek függvényében ábrázolva a fürtemelet számát, lineáris összefüggést kapunk (45. ábra). Ebből az összefüggésből viszonylag pontosan előre jelezhető a szedéskezdet a virágzás kezdeti időpontjának ismeretében. Az ábrán látható összefüggés nagyon hasonló a fürtök virágzáskezdetét (22. ábra) vagy a fürtön belüli virágzást leíró (30. ábra) összefüggésekhez. Ha a bogyófejlődés időtartamát állandónak vesszük, akkor ez teljesen nyilvánvalóan következik az adatokból. Itt is megfigyelhető az adatok nagyobb szórása a felsőbb fürtszinteken, mivel a bogyófejlődés időtartama hosszabb, ezért több belső, és külső hatás érheti közben a növényt. Az első fürt bogyóinak kifejlődéséhez szükséges időtartam is láthatóan hosszabb, amit az 1999-ben még gyenge fényviszonyok között fejlődő első fürt adatai okozhattak. A statisztikai vizsgálat azonban egyértelmű összefüggést mutat, mely szerint a virágzáskezdettől halmozott hőmérséklet összege 86%-ban határozza meg a betakarítás kezdetét, az első tíz fürtemeleten. Az ebből kiszámított modellt, amely a virágzáskezdettől fürtönként becsli az éréskezdetet, **bf1** modellnek neveztem el.



45. ábra Az egymást követő fürtök első bogyóinak betakarításáig felhalmozódott hőmérsékletösszeg (n=600)

Szorosabb összefüggést mutat a bogyófejlődés átlagos üteme (db nap^{-1}), a bogyófejlődés időtartama alatt felhalmozódott napi átlaghőmérsékletek összegével (46. ábra). Az összefüggés legszorosabban hiperbolikus függvénnyel jellemezhető, mely szerint a bogyófejlődés időtartama alatt felhalmozódott napi átlaghőmérsékletek összege 91%-ban határozza meg a bogyófejlődés ütemét.



46. ábra A bogyófejlődés üteme a bogyófejlődés alatt felhalmozódott hőmérsékletösszeg függvényében (n=600)

Az előző két ábrán (45. ábra, 46. ábra) szemléltetett összefüggésekből, kialakítottam két éréskezdet előrejelzési modellt, melyeknek képleteit az 26. táblázat tartalmazza. A bf1 modell a lineáris összefüggésen alapul (45. ábra), míg a **bf2**, a hiperbolikus függvény (46. ábra) alapján van kiszámítva. A bf1 modell a naponta halmozott átlaghőmérsékletek függvényében becsüli a fürtszintek betakaríthatóságának kezdetét, az első fürttől kiindulva. A bf2 bogyófejlődés modell az fvk2 fürtvirágzás kezdet modellel együtt létrehozott algoritmus alapján jelzi előre a fürtök betakaríthatóságának kezdetét. A TOMPOUSSE modell szintén tartalmaz egy éréskezdet számítási modult, amellyel a fürtszintek betakarításának várható kezdete írható le (25. táblázat).

26. táblázat A fürtök éréskezdetének és a hőmérsékleti összegek összefüggéseiből kialakított modellek, valamint a TOMPOUSSE modell érés-előrejelzési függvényei

Modell neve	Függvény
Modell bf1	$y = \sum_{i=1} 0{,}0062 T_i - 6{,}79$
Modell bf2	$y_{\%} = \dfrac{\sum_{i=1} T_i}{10^{\frac{\log(0{,}0171 \cdot 18{,}189^{-1})}{-0{,}9727}}}$
TOMPOUSSE (Abreau et al. 2000)	$D = 0.39(36{,}26 - T_7)$

y = az érni kezdő fürt sorszáma

$y_{\%}$ = egy bogyó fejlettségének állapota, százalékban

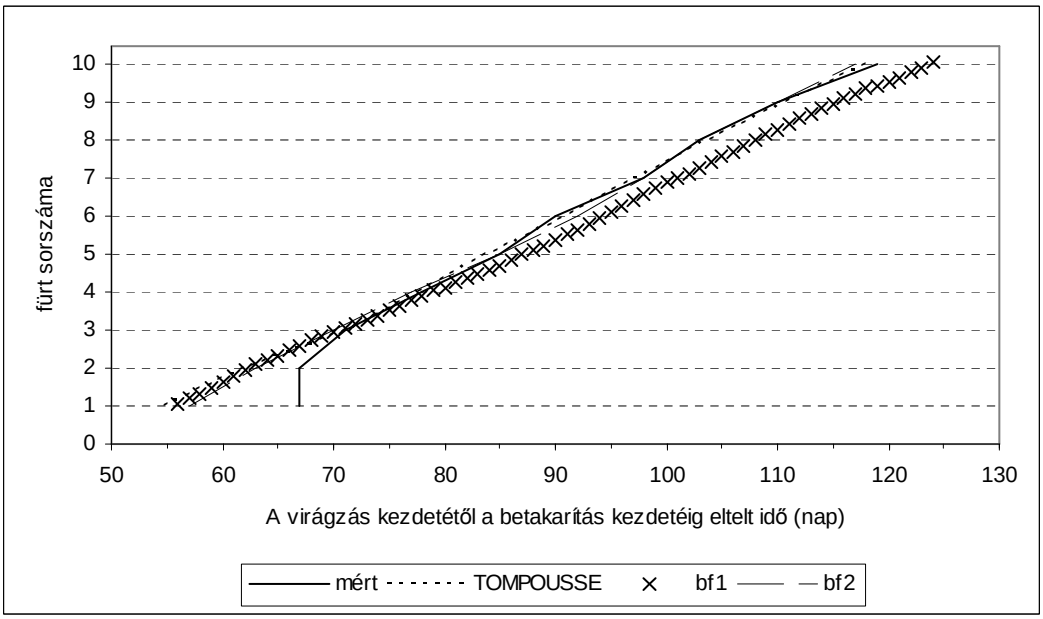
T_i= a napi átlaghőmérséklet a virágzás kezdetétől az i-edik napon

D = a terméskötődéstől (a terméskezdemények átmérője ≥ 1 cm) a betakarítás kezdetéig eltelt hetek száma

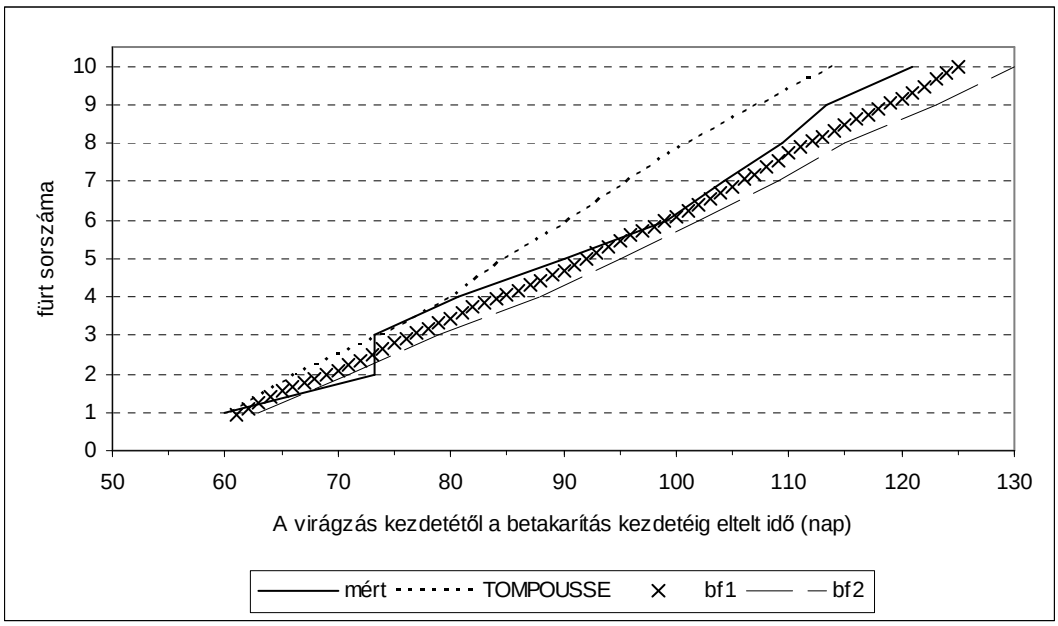
T_7 = a heti átlaghőmérséklet

Mindhárom szimulációs modellt mindhárom kísérleti év mért adataival összevetettük. A modellek értékeinek kiszámításához a mért időszak napi átlaghőmérsékletei szolgáltak alapul. Az eredményeket a következő három ábra mutatja be (47. ábra, 48. ábra, 49. ábra).

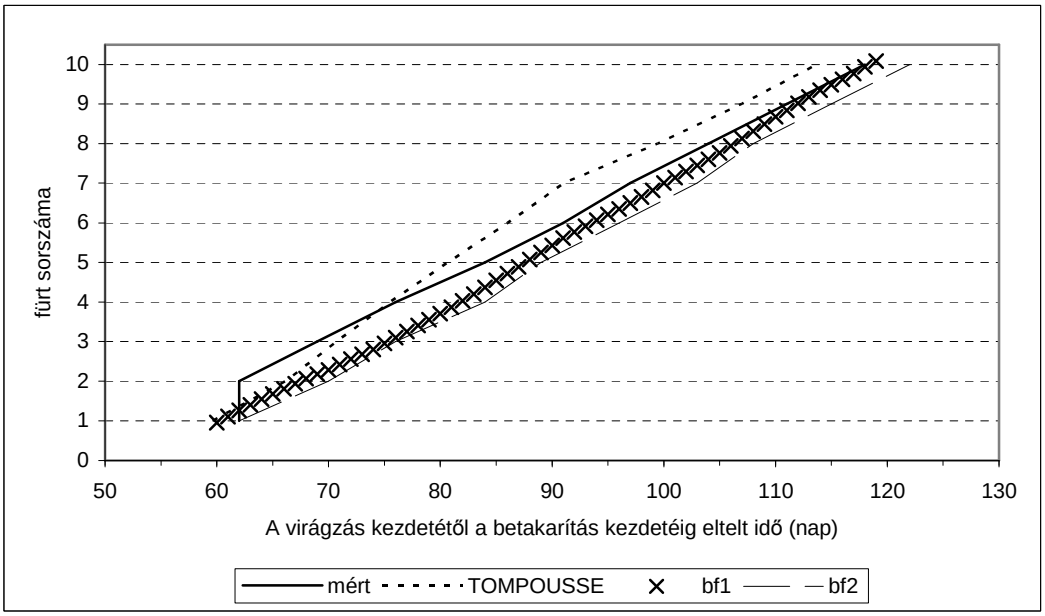
A mért adatok alapján az éréskezdet két szomszédos fürtön azonos szedési időpontban is jelentkezhet. Ezt természetesen egyik modell sem képes szimulálni (47. ábra, 48. ábra, 49. ábra). A felsőbb fürtszinteken a bf2 modellt ítéltem pontosabbnak.



47. ábra A betakarítás kezdete a mért és a bogyófejlődési modellek által számított értékek az első tíz fürtön, 1999-ben



48. ábra A betakarítás kezdete a mért és a bogyófejlődési modellek által számított értékek szerint, az első tíz fürtön, 2001-ben



49. ábra A betakarítás kezdete a mért és a bogyófejlődési modellek által számított értékek szerint, az első tíz fürtön, 2002-ben

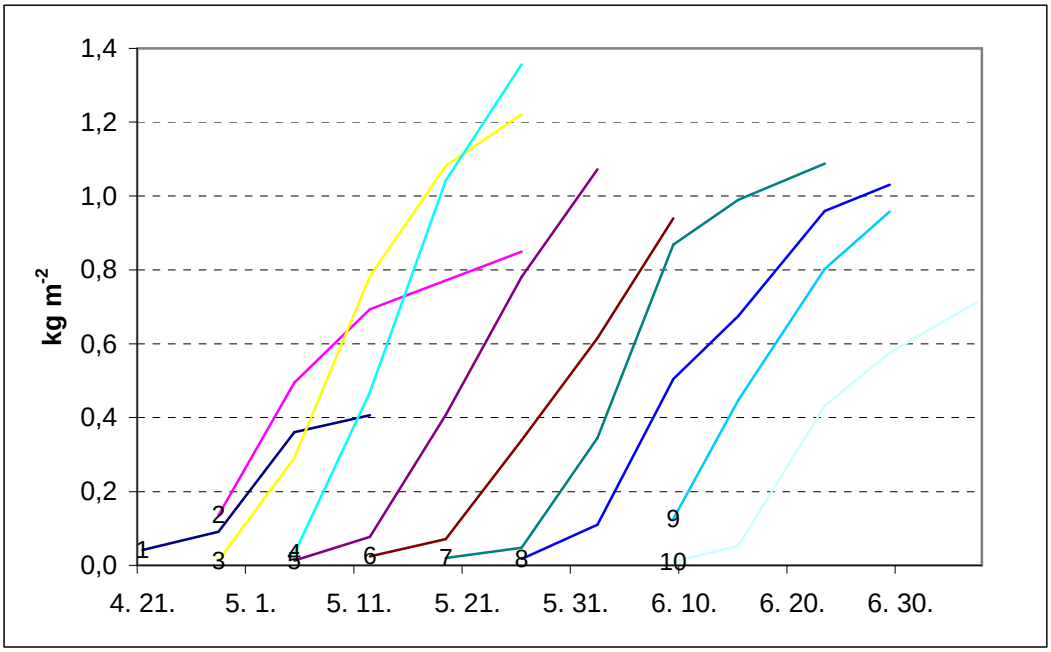
4.1.5. Érés, betakarítás

Mivel minden fürtöt eltérő számú szedési időponttal sikerült csak betakarítani, ezért statisztikai vizsgálatot nem tudtam végezni abból a szempontból, hogy a fajták, vagy a fürtök különböznek-e egymástól az érés fürtönkénti ütemében, vagy a közben halmozott hőmérsékletösszegben. Elvégezhető volt azonban a statisztikai vizsgálat a betakarított bogyók számát illetően (27. táblázat).

27. táblázat A fürtönként átlagosan betakarított bogyók száma, a fajták átlagában, a három kísérleti évben (n=60)

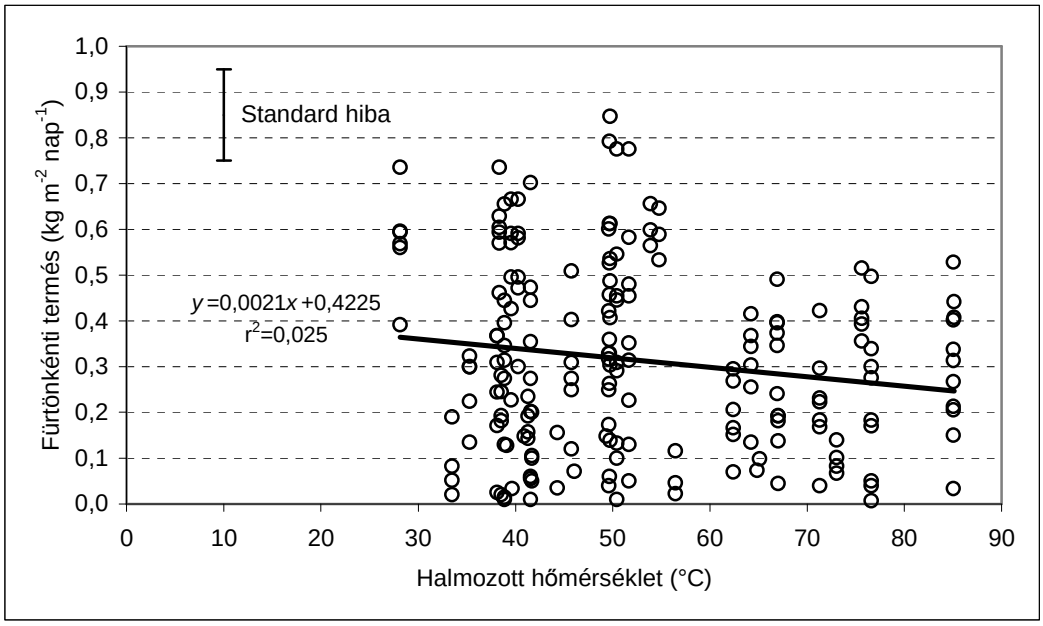
	Bogyók száma (db)			Bogyók össztömege (kg)		
fürt	1999	2001	2002	1999	2001	2002
1.	3,6	7,8	7,4	0,21	0,22	0,76
2.	5,9	7,2	7,9	0,42	0,26	0,87
3.	7,3	9,3	7,8	0,61	0,56	0,92
4.	6,9	8,7	7,7	0,71	0,61	0,86
5.	5,2	7,1	7,0	0,57	0,50	0,70
6.	4,7	6,5	6,5	0,46	0,37	0,61
7.	5,6	5,8	5,6	0,57	0,36	0,49
8.	3,6	5,6	5,0	0,55	0,43	0,33
9.	3,6	5,5	4,7	0,52	0,40	0,31
10.	3,6	4,7	4,2	0,40	0,35	0,20
átlag	6,3	6,5	6,4	0,54	0,40	0,61
$SzD_{5\%}$	2,5	3,3	2,5	0,23	0,22	0,33

Egy fürtön belül a betakarított bogyók száma betakarítási időpontonként változik, amit a fürtön belüli halmozott értékekkel is jellemezhetünk. Egy virágfürtön belül az érett bogyók száma telítődési függvény szerint alakul (50. ábra), az érés üteme naponta változik. A fürtökön belüli érés ütemének jellemzésére az érés átlagos ütemét használtam, ami a fürtön belüli bogyók összes tömegének és a betakarítás időtartamának a hányadosa (kg m^{-2} nap^{-1}).



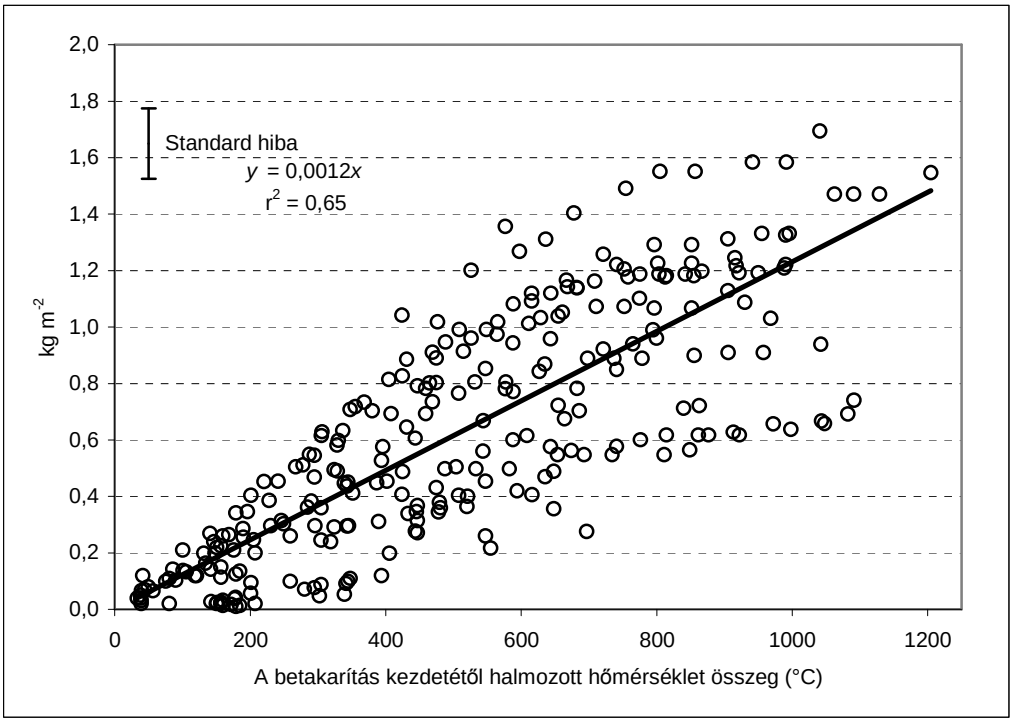
50. ábra A fürtönkénti termés halmozott mennyisége, az első tíz fürtön, a fajták átlagában, 1999-ben

Az érés üteme és a hőmérséklet között hasonló összefüggést kerestem, mint a virágzás, vagy a bogyófejlődés esetén. A vizsgálatot a 2001 év adataival szemléltetem, mivel ebben az évben hetente 3 alkalommal történt betakarítás, összesen 39 szedési időpont állt rendelkezésre. 2001-ben összesen 193 szedési eredményt használhattam fel a további vizsgálatokra. A szedési időpontok közötti hőmérsékletek összegének függvényében ábrázolva az érés ütemének átlagértékeit, azonban nem tudtam kimutatni statisztikailag igazolható összefüggést (51. ábra).



51. ábra Az első tíz fürt érési üteme (kg m^{-2} nap^{-1}) az előző szedési időponttól a következő szedési időpontig halmozott hőmérsékleti összegek függvényében, 2001-ben (n=193)

A legszorosabb összefüggés az egy betakarítási időintervallummal a betakarítás kezdettől halmozott hőmérséklet összeg viszonylatában volt (52. ábra). Az ábra jól szemlélteti, hogy a fürtön belüli termés érésdinamikája telítődési függvény szerint változik, végösszege a kifejlődött termések számától és átlagtömegétől függ. Az összefüggést lineáris regressziós függvénnyel írtam le a könnyebb kezelhetősége miatt, mivel alkalmasnak találtam arra, hogy a termésdinamika modellben alkalmazzam, és érés (**e**) modellnek neveztem el. A modell az $y = 0{,}0012\sum_{i=1} T_i$ (y – a fürtön belül betakarítható 100%-ig fejlett bogyók termésmennyisége négyzetméterenként; x – az adott fürt betakarításának kezdetétől halmozott napi átlaghőmérsékletek összege) függvény alapján számolja a fürtön belül halmozott termésmennyiséget. Az **e** modell csak a kísérlet körülményeivel megegyező paraméterek (fürtönkénti bogyószám, bogyóátlagtömeg, fürtök száma, állománysűrűség) esetén használható az érés előrejelzésére.



52. ábra Az első tíz fürtemelet szedésenként halmozott terméseredménye a betakarítás kezdetétől a szedési időpontokban halmozott hőmérsékleti összegek függvényében 1999, 2001 és 2002-ben (n=273)

Az összefüggésekből megállapítottam, hogy a halmozott hőmérsékleti összegek menetéből nehezebb következtetni az érés menetére, mint a többi fenológiai fázis esetében.

4.1.6. A termésdinamika modellezése

A fenológiai fázisok számszerűsítése után a kialakított modellek segítségével, megpróbáltam leírni a termésdinamikát. Két termésdinamika modellt hoztam létre. Az fv2 (fürtvirágzás) és a bf2 (bogyófejlődés) modellekből hoztam létre a **td1** (termésdinamika) modellt (28. táblázat). Az fv2 modell napra pontosan leírja a virágzásba kezdett virágok számát növényenként, a bf2 modell, pedig ebből, mint kiindulási értékből folyamatosan számolja az egyedileg fejlődő bogyók fejlettségi állapotát. A halmozott bogyófejlettségi állapotokat megszorozva a bogyóátlagtömeggel, a növényen található napi-, vagy összes terméstömeg is kiszámítható. Az egymást követő napok változásából, pedig a termés betakaríthatóságára is lehet következtetni, feltéve, hogy a bogyók 100%-ig fejlett állapotban kerülnek betakarításra.

A másik termésdinamika modell, az éréskezdet becslésére alkalmas bf2 modellből és az érést leíró e modellből áll, és **td2** modellnek neveztem el (29. táblázat). A bf2 modell a virágzás kezdeti időpontjától képes előre jelezni az egyes fürtök éréskezdetét, az érésbe kezdett fürtökön belül, pedig az e modell írja le az érésdinamikát. Bemeneti értékként, mindkét modellnek szüksége van a virágzás kezdeti időpontjára, a napi átlaghőmérséklet menetére és a fürtök számára. A td1 modellnek ezen kívül bemeneti értékként szüksége van még a fürtönkénti jellemző virágszámra és a bogyók átlagtömegére is.

28. táblázat Termésdinamika 1 modell számításához szükséges képletek és bemeneti értékek

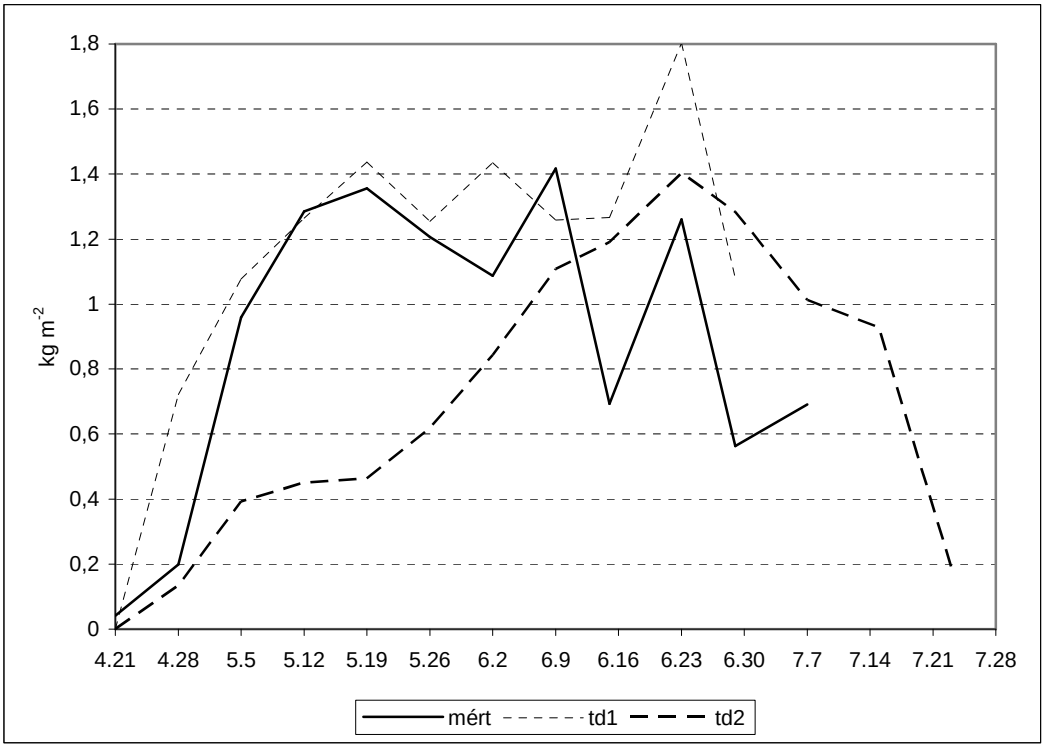
	név	képlet
fkv2	Fürtvirágzás kezdet 2 modell	$y = \sum_{i=1} 0{,}0063 T_i^{0{,}979}$
fvb2	Fürtvirágzás 2 modell	$y_n = \frac{T_i}{10^{\frac{\log\left(0{,}673 \cdot 18{,}689^{-1}\right)}{-0{,}961}}}$
bf2	Bogyófejlődés 2 modell	$y_{\%} = \frac{\sum_{i=1} T_i}{10^{\frac{\log\left(0{,}0171 \cdot 18{,}189^{-1}\right)}{-0{,}9727}}}$
T_i	napi átlaghőmérséklet	°C
f_n	fürtök száma	db
b_n	bogyók száma	db
b_m	bogyók tömege	kg
a	állománysűrűség	db m^{-2}

29. táblázat Termésdinamika 2 modell számításához szükséges képletek és bemeneti értékek

	név	képlet
bf2	Bogyófejlődés 2 modell	$y_{\%} = \frac{\sum_{i=1} T_i}{10^{\frac{\log\left(0{,}0171 \cdot 18{,}189^{-1}\right)}{-0{,}9727}}}$
e	Érés modell	$y = 0{,}0012 \sum_{i=1} T_i$
T_i	napi átlaghőmérséklet	°C
f_m	fürtök átlag tömege	kg

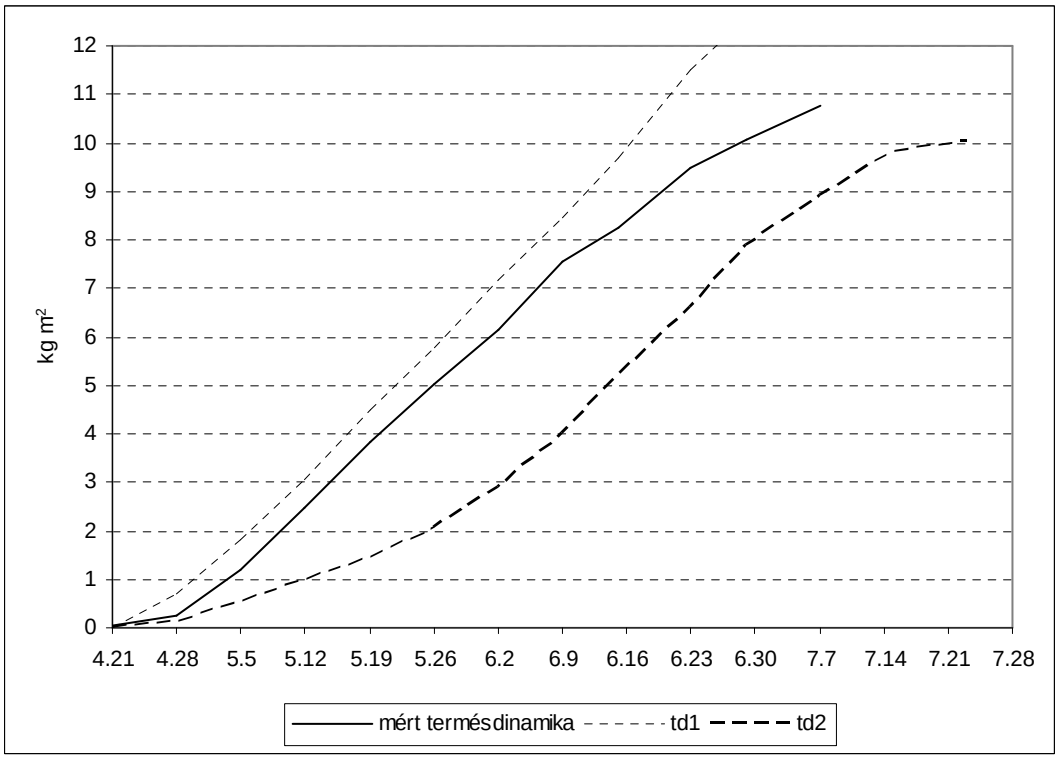
A termésdinamika modelleket ezután összevetettem a kísérleti években mért adatokkal. Az eredményeket a következő hat ábra (53. ábra, 54. ábra, 55. ábra, 56. ábra, 57. ábra, 58. ábra) tartalmazza. Mindhárom évben a mért virág, fürt és terméseredményeket, valamint az adott évet jellemző hőmérsékleti értékeket használtam fel. Mivel a modellek az összes paramétert napi pontossággal képesek jelezni, ezért a végeredményként kapott napi terméseredményeket mindig kevesebb számú mérési időpontra kellett átszámolni, ami a pontosságot valószínűleg csökkentette.

1999-ben a td1 modell viszonylag pontosan írja le a termésdinamika lefutását, mind a haranggörbe jellegében, mind abszolút értékeiben látható a hasonlóság a mért adatsorral (53. ábra). A kismértékű eltérés egyrészt abból adódik, hogy a szedések alkalmával a bogyók nagy részét a teljes kifejlődés utáni állapotban szedtem le. Másrészt, a nyolcadik szedéstől megfigyelhető termésdepressziót az okozhatta, hogy a modellek nem számolnak a virágok, vagy termések elrúgásával, ami abban a kísérleti évben a felső fürtökön jelentkezett. A td2 modell teljesen más lefutást mutat, az 1999-es évre, ami az érésbecslés hibájára utal. A td2 modell a többi évben is hasonló hibával követi a termésmennyiség időbeli eloszlását, ezért a következő éveket szemléltető ábrákon már nem is tüntettem fel az értékeit.



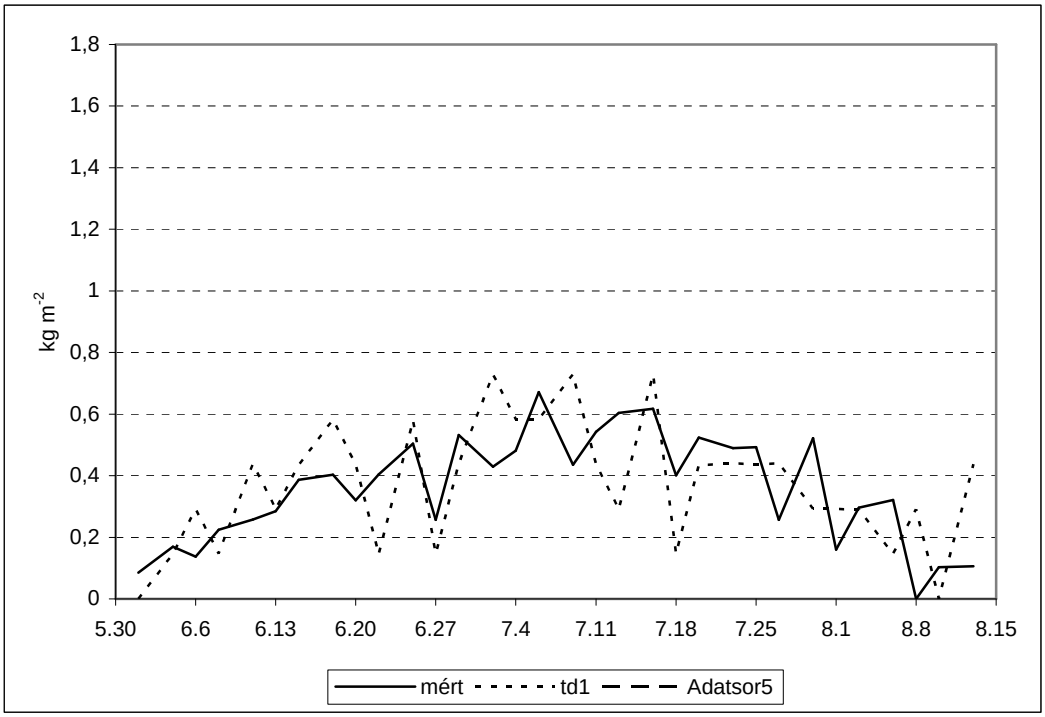
53. ábra A mért és a termésdinamika modellek által számított termésmennyiségek, szedésenként, 1999-ben

Az 54. ábra a halmozott terméseredmények mért és szimulált értékeit mutatja. A td1 modell a kismértékben túlbecsüli a betakarított termések mennyiségét, ami betakarítás kezdetétől megfigyelhető. Ez a különbség az első két betakarítási időpont alacsony mért értékeivel magyarázható, amit az érés megindulásának vontatottsága miatt következett be. A halmozott terméseredményt a td1 modell viszonylag pontosan jelzi a 10 kg m^{-2}-es értékig. A td2 modell a kifejlődött bogyók betakaríthatóságát teljesen eltérő módon írja le, ami miatt alkalmazhatóságát el is vetettem.



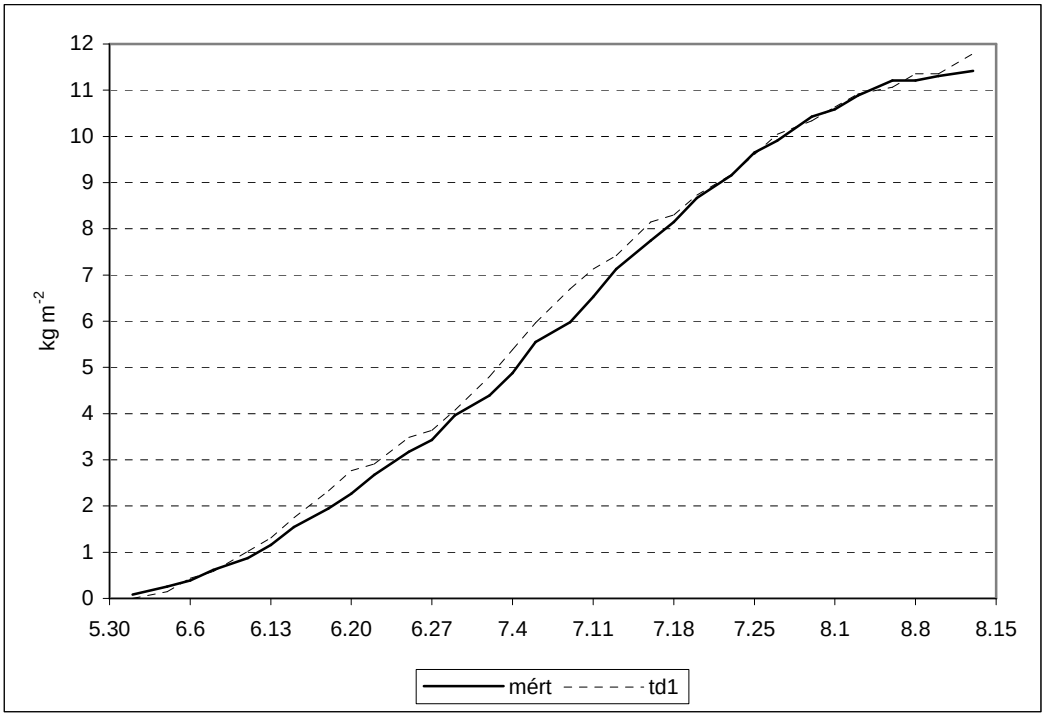
54. ábra A mért és a termésdinamika modellek által számított halmozott termésmennyiségek, 1999-ben

2001-ben majdnem négyszer annyi szedési időpontban történt a betakarítás, mint a másik két évben, ezért az egy időpontra vonatkozó mért értékek harmad-, negyedakkora teljesítményt mutatnak (55. ábra). Az ábra emiatt részletesebben jeleníti meg a növények kezdeti fokozatosan növekvő, majd végül csökkenő teljesítményét, amit haranggörbével is lehet jellemezni. A td1 modell meglehetős részletességgel követi a terméseredmények ilyen rövid periódusokban felvételezett értékeit is.



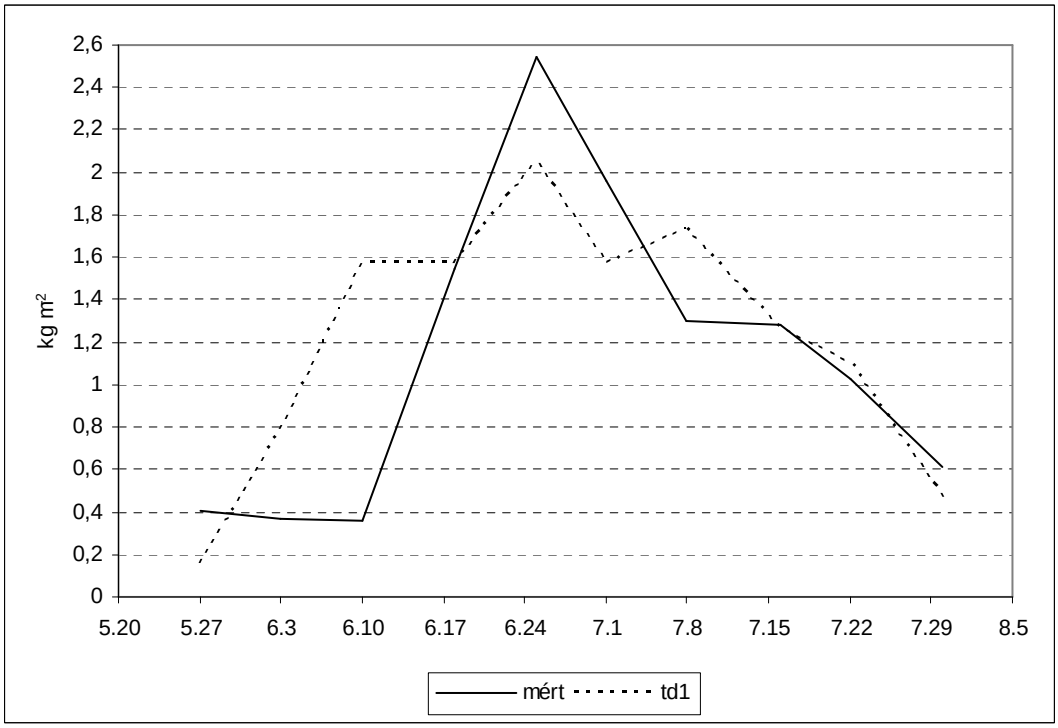
55. ábra A mért és a termésdinamika modell által számított termésmennyiségek, szedésenként, 2001-ben

A halmozott terméseredmények szempontjából a td1 modell legnagyobb mértékben (1 kg m^{-2}) a termő időszak közepén tér el a mért értékektől, de a tizedik fürtemelet magasságában már pontosan a mért adatokat jelzi.



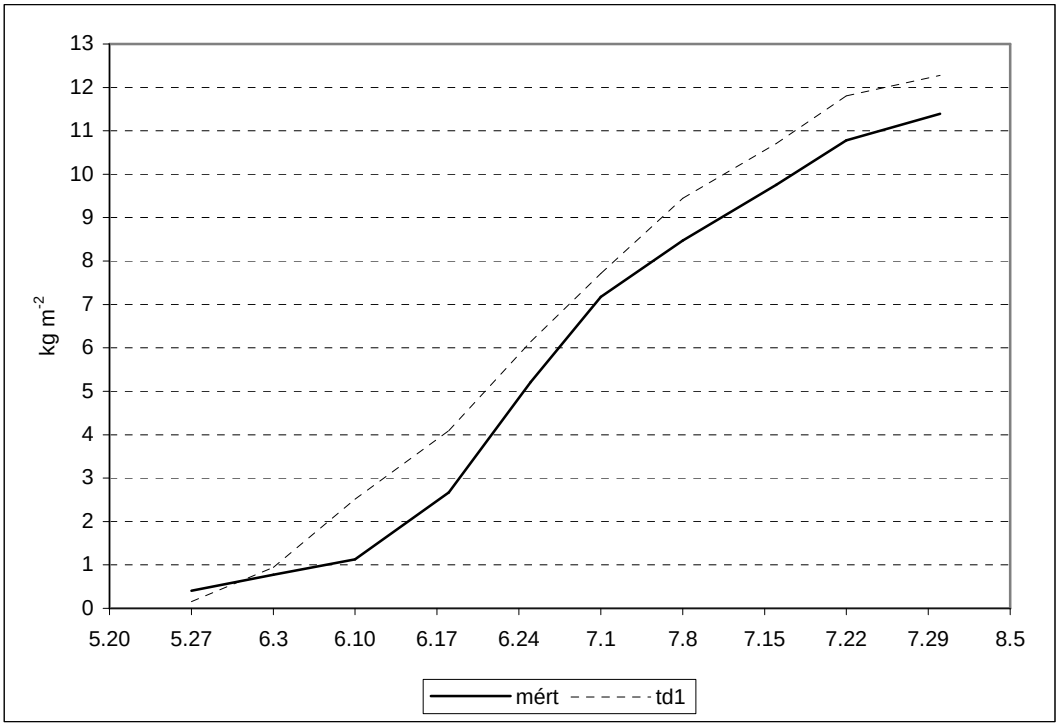
56. ábra A mért és a termésdinamika modell által számított halmozott termésmennyiségek, 2001-ben

2002-ben volt a legkevesebb betakarítási időpont, a szedésenkénti terméseredmények emiatt a három kísérleti év közül a legmagasabb értékeket mutatták (57. ábra). A termésmennyiség szedésenkénti eltérése az első két szedés alkalmával szembetűnő. Abszolút értékben azonban kevéssé tér el az előző két év eredményétől.



57. ábra A mért és a termésdinamika modell által számított termésmennyiségek, szedésenként, 2002-ben

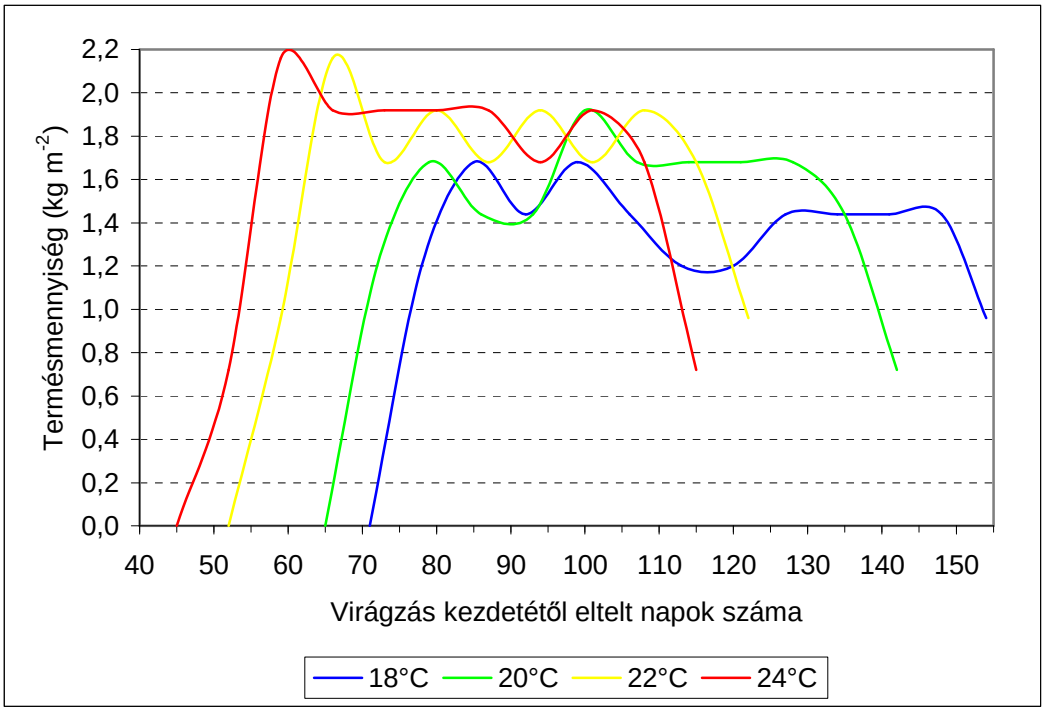
A halmozott értékek az első két szedési időpont eltérése miatt több mint 1 kg m^{-2} eltérést okoztak a mért és a szimulált adatsor között (58. ábra). A termőidőszak végére azonban a különbség 1 kg m^{-2}-re állt vissza.



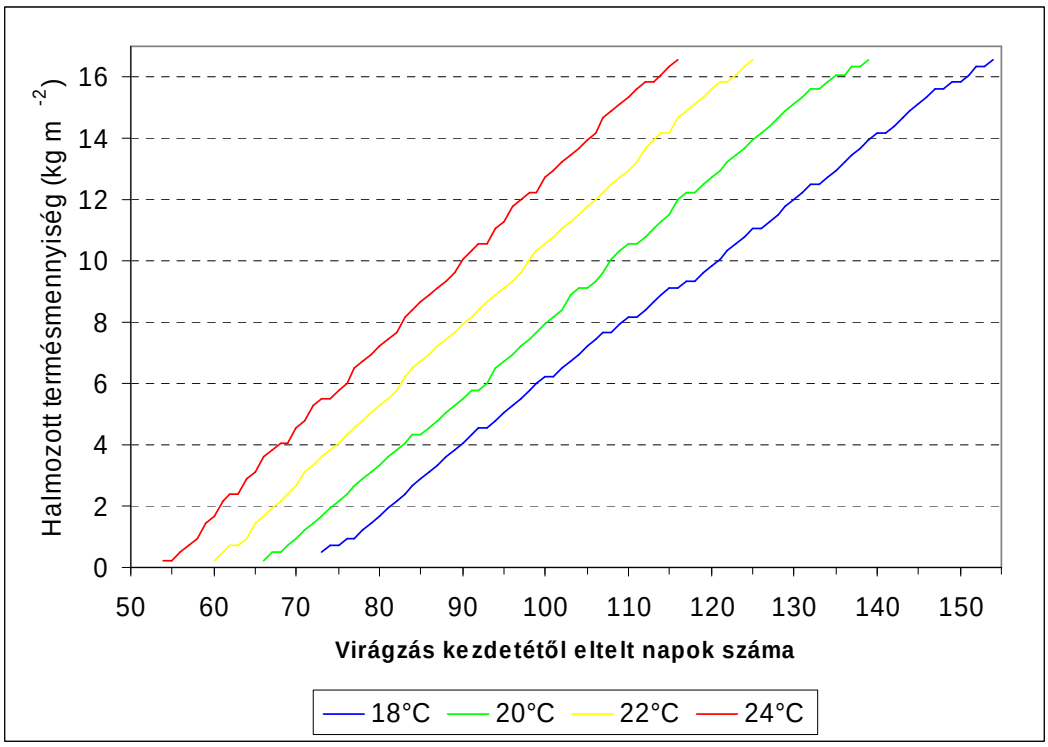
58. ábra A mért és a termésdinamika modell által számított halmozott termésmennyiségek, 2002-ben

Összességében megállapítottam, hogy a termésdinamika modell (td1) képes leírni a termés várható időbeli megjelenését, akár napi pontossággal is. Szükséges azonban megvizsgálni a mért adatoktól való eltérések okát, hogy ez által, esetleg újabb környezeti, vagy fenológiai paraméter beiktatásával a modell még pontosabb eredményeket szolgáltasson.

A td2 modell arra is alkalmas, hogy termesztő-berendezésekben, ismert napi átlaghőmérséklet esetén, a napi, vagy halmozott termésmennyiségre előrejelzést adjon. Az 59. ábra, heti szedési fordulónként betakarítható, a 60. ábra, pedig a halmozott termésmennyiség alakulását mutatja a virágzás kezdetétől a tizedik fürtig, négyzetméterenként, (fürtönként 7 bogyó, bogyónként 120 g átlagtömeg és 2 növény m^{-2} állománysűrűség esetén), különböző átlaghőmérsékleteken, a td1 modell alapján. A modell alapján az összes termés elméleti mennyisége 16,8 kg m^{-2}, feltételezve, hogy nincs virág- és terméselrúgás. A 18-24°C közötti hőmérséklet-tartományban, a tizedik fürt betakarításának végső időpontja a 63-82 nap között változik a betakarítás kezdetétől számítva. A 18-22°C közötti hőmérséklet-tartományban a napi átlagos középhőmérséklet 1°C-kal történő emelkedése esetén a td1 modell 4 nappal korábbra jelzi a tizedik fürt betakaríthatóságának a végső időpontját. 22°C-os napi átlagos középhőmérséklet felett azonban a hőmérséklet emelkedésének hatása nagymértékben csökken, 1°C-kal történő emelkedés esetén, csak 1,5 nappal korábban fejeződik be a tizedik fürt betakarítása. A termésdinamika lefutását jellemző függvények relatív értékelése azonban azt mutatta, hogy 22, és 24°C-on a terméslefutás gyakorlatilag megegyezik, a magasabb hőmérsékleten jelzett korábbi termés nagyobbrészt a korábbi virágzásból adódik.



59. ábra A szedésenkénti termésmennyiségek alakulása a td1 modell alapján, az első tíz fürtön, különböző napi átlaghőmérsékleteken (fürtönként 7 bogyóval, bogyónként 120g átlagtömeggel és 2 növény m^{-2} állománysűrűség esetén)



60. ábra A halmozott termésmennyiségek alakulása a td1 modell alapján, az első tíz fürtön, különböző napi átlaghőmérsékleteken (fürtönként 7 bogyóval, bogyónként 120g átlagtömeggel és 2 növény m^{-2} állománysűrűség esetén)

A termésdinamika modell azonban nemcsak a várható termés előrejelzésére alkalmas, hanem az egy növényen naponta megtalálható, különböző korú termések, összes tömeggyarapodás-változásának leírására is. Mivel a modell viszonylag kevés bemeneti értéket használ, ezért továbbfejlesztve alkalmas lehet az egyszerű, kevésbé szabályozott klímájú termesztő berendezésekben folyó tavaszi paradicsomhajtatásban való gyakorlati alkalmazásra.

4.2. Új tudományos eredmények

Az általam végzett munka alapján, a tavaszi paradicsom-hajtatásban, az ismertetett kísérleti körülmények között, a következő összefüggéseket sikerült kimutatnom.

1. A fürtvirágzás kezdetének üteme (fürt·nap^{-1}) analóg a makroszkopikusan érzékelhető fürtök számának időbeli változásával, ezért alkalmas a folytonnövő paradicsom növekedési sebességének jellemzésére, szoros összefüggést mutat a halmozott hőmérséklettel (Pék-Helyes, in press). Az összefüggés jellemzésére az

$$y = \sum_{i=1} 24{,}272 T_i^{-1{,}0214} \quad (r^2=0{,}94;\ \mathrm{n}=540)$$

függvény bizonyult a legpontosabbnak, ahol
y - a fürtvirágzás kezdetének üteme,
T_i - a napi átlaghőmérséklet a virágzás kezdetétől számított i-edik napon.

A növény fejlettségi állapota, vagyis hogy hányadik fürtemeletről van szó, tehát jelentősen befolyásolja a növekedés sebességét.

2. A folytonnövő paradicsomfajták növekedésének sebessége nem különbözik szignifikánsan (P=0,05) egymástól, tehát nem ez okozza terméseredmények közötti különbséget.

3. A virágzás fürtön belüli üteme (virág·nap^{-1}) szoros összefüggést mutat a fürt virágzása alatt halmozott hőmérsékleti összeg egy virágra vonatkoztatott értékével. Az összefüggés jellemzésére az

$$y_n = \sum_{i=1} 18{,}689 T_i^{0{,}961} \quad (r^2=0{,}93;\ \mathrm{n}=600)$$

függvény bizonyult a megfelelőnek, ahol
y_n - a fürtön belüli virágzás üteme,
T_i - a napi átlaghőmérséklet a virágzás kezdetétől számított i-edik napon.

4. A folytonnövő paradicsomon, a legegyszerűbb virágzásbecslést, tavaszi hajtatás esetén, az

$$y_h = x$$

függvény adja, ahol,
y_h – az egy növényen kinyílt virágok halmozott száma,
x – a virágzás kezdetétől eltelt napok száma.

5. A folytonnövő paradicsomfajták egyedi bogyófejlődésének üteme (nap^{-1}) nem különbözik szignifikánsan (P=0,05) egymástól, és szoros összefüggést mutat a bogyófejlődés időtartama alatt halmozott hőmérséklet összeggel. Az összefüggés jellemzésére az

$$y_{\%} = \sum_{i=1} 18{,}189 T_i^{0{,}9727} \quad (r^2=0{,}91;\ \mathrm{n}=600)$$

függvény bizonyult a legjobbnak, ahol
$y_{\%}$ - a bogyófejlettség állapota százalékban,
T_i - a napi átlaghőmérséklet a virágzás kezdetétől számított i-edik napon.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A tavaszi paradicsomhajtatás időzítése szempontjából a vetésidő meghatározása az egyik legfontosabb termesztéstechnológiai elem. A gazdaságos termesztéshez szükséges legkorábbi vetés a természetes fény által meghatározott. Mivel a gyakorlati termesztés során pótmegvilágítást nem alkalmaznak, ezért a legkorábbi vetést a természetes fényviszonyok alakulása határozza meg. Magyarországon a paradicsom vetésétől a virágzásáig eltelt idő, októberi vetésből származó növények esetén a leghosszabb, hasonlóan a paprikához. Az ezután következő fényhiányos időszak, még termő növények esetén is korlátozó a virágzás szempontjából (Helyes-Varga, 1994). A december közepétől végzett vetések esetén, az idő előrehaladtával, a növények egyre javuló természetes fényviszonyok közé kerülnek, ezért a virágzásig eltelt idő folyamatosan csökken. A január elején, és végén elvetett növények között, **jelentős különbséget mértem a virágzás kezdetéig eltelt időtartamok között**. A májustól júliusig elvetett növények esetén várható a legrövidebb a tenyészidő a virágzásig (40-50 nap). Januári vetések esetén a fényhiány a virágképzés és virágzás folyamatát már nem korlátozza, mivel az már hosszúnappalos körülmények között zajlik és a fényintenzitás is megfelelő, hazai viszonyok között

A folytonnövő paradicsom növekedésének ütemét általában nem a növények magasságával, hanem a fürtök megjelenésének ütemével szokták jellemezni (de Koning, 1994; Heuvelink, 1996). A makroszkopikusan érzékelhető fürtkezdemények időegység alatt megjelenő száma, tavaszi hajtatás esetén, általában 1 fürt hét^{-1}. Ezzel **közel megegyező értéket mutat a fürtök virágzáskezdetének üteme: 0,9-1,2 fürt hét^{-1}**. Ha feltételezzük, hogy a fürtkezdemények megjelenése és a virágzás kezdete között eltelt idő a növekedés ütemével arányos, akkor a fürtök virágzásának kezdete logikusan ugyanazt a mintát fogja követni, hasonló értékeket mutatva, és hasonlóan reagálva a hőmérsékletre is. A **fürtök virágzáskezdetének** (**fvk**) modellezése az első eleme a termésképződési modellnek, mellyel napi pontossággal leírható a folyamatosan keletkező fürtök virágzásának kezdete, ha a természetes fényviszonyok nem korlátoznak. **Az első fürt virágzásának kezdete, az egyik leggyakrabban használt fenológiai fázis a termés-előrejelzési modellekben**, nemcsak paradicsom esetén (Varga, 1969). A termésképzés modellezésében ezt választottam kiindulópontnak, mint relatív vonatkoztatási időpontot, és ehhez képest határoztam meg a többi fenológiai fázist a hőmérséklet jellemzőinek viszonylatában.

Az egyes fürtök virágzásának jellemzésére a **fürtön belüli virágzás** (**fvb**) ütemét, mint relatív viszonyszámot alkalmaztam, amely **független a fürtökön fejlődött virágok számától, vagy a virágzás időtartamától**. A virágzás fürtön belüli értékelése során megállapítottam, hogy az egyes fajták között lehetnek különbségek az ütemben, ami különösen gyengébb fényviszonyok között jelentősebb különbségeket okozhat a későbbi fejlődésben. A fürtök vonatkozásában megállapítható, hogy **a folytonnövő paradicsomon 3-4 egymást követő fürt virágzása fedheti át egymást időben**, az első fürt virágzása tart általában a leghosszabb ideig. A virágzás tehát lassan indul, de folyamatosan gyorsul a felsőbb fürtemeleteken, általában a hetedik fürtig. **A hetedik fürt virágzásával egy időben kezd el érni az első fürt**, ez valószínűleg érezteti hatását az asszimiláták elérhetőségében.

A paradicsom virágzás modell (**fv2**), egy olyan algoritmussal írható le, amelyben szerepel az fvk (fürtvirágzás kezdet) és fvb (fürtön belüli virágzás) modell. A modell bemeneti értékeiként szükséges megadni a modellezni kívánt fürtök és a fürtökön belüli virágok számát egyaránt. Az **fv2 modell alkalmas arra, hogy előrejelzést adjon a virágzás napi menetére** ha a napi átlagos középhőmérséklet állandó. Ez jól jellemzi a virágzás menetének függőségét a hőmérséklettől.

A terméskötődés bonyolult élettani folyamatait szabad szemmel nem lehet pontosan nyomon követni, ezért ennek számszerűsítésére nem is vállalkoztam. A kötődés folyamatának eredményeként megjelenő terméskezdemények számát azonban a virágzás megfigyeléseivel azonos gyakorisággal rögzítettem. A növényállomány fitotechnikai munkák során elkerülhetetlen mozgatásán kívül, a jobb kötődés elősegítésére, semmilyen beavatkozás nem történt. A terméskezdemények számából következtettem a kötődés hatékonyságára, ami a növény életkorával

arányosan, folyamatosan csökkent. Ennek elsősorban a termesztő-berendezés volt az oka, mivel vápamagassága csak 1,8 m, ezért a felső fürtemeletek egyre szélsőségesebb hő és fényviszonyok közé kerültek, ami károsan hatott a virágképződésre, de különösen a kötődésre. A napi maximumhőmérsékletek nem ritkán elérték a 40°C-ot, és tartósan 35°C feletti időszakok is jelentkeztek.

A terméskezdemények betakarításig történő fejlődését, szintén a virágzás kezdetétől, mint relatív fejlettségi állapottól próbáltam számszerűsíteni. A kutatásokban általában az átmérőt (Pearce et al., 1993), vagy az ebből számított térfogat-növekedést (Monselise et al., 1978) viszonyítják a környezeti paraméterekhez. **A bogyófejlődés menetére a hőmérséklet nagy hatással van**, az egyes fejlettségi állapotok pedig eltérően reagálnak a hőmérsékletre. A bogyófejlődés időtartamából szintén kiszámítható egy relatív viszonyszám, a bogyófejlődés üteme (nap^{-1}) (de Koning, 2001). Hasonlóan a fürtvirágzás kezdet, vagy fürtön belüli virágzás üteme esetén tapasztalt összefüggésekhez, a bogyófejlődés időtartamának halmozott hőmérséklet összeggel való hiperbolikus függvény kapcsolat mutatta a szorosabb összefüggést, amiből a bogyófejlődési **(bf2**) modellt alakítottam ki. A **bf2 modell alkalmas a fürtönkénti éréskezdet becslésére**, előrejelzésére is.

Az érést, mint a termésképződést lezáró élettani folyamatot nem sikerült olyan szoros összefüggéssel jellemezni a hőmérséklet viszonylatában, mint az előzőeket. Ennek oka lehet, hogy hasonlóan a kötődéshez, az érés is több bonyolult élettani folyamat eredményeként jön létre, több tényező van rá befolyással, ilyen módon csak a hőmérséklettel nem jellemezhető pontosan. Az érés folyamatának ilyen kevésbé szoros összefüggéséből kiszámított modelljét érés modellnek (**e**) neveztem el.

A folytonnövő paradicsom termésdinamikáját legjobban leíró modellt (**td1**) végül, az **fv2** (fürtvirágzás) és **bf2** (bogyófejlődés) modell összevonásával alkottam meg. A növényen folyamatosan virágzó virágok számát az fv2 modell, míg a virágzástól a betakarításig eltelt időt a bf2 modell írja le napi pontossággal, a napi átlagos középhőmérsékletek függvényében. A két modell összegzéséből származó **td1 modell, napi pontossággal szimulálja a növényenként kifejlődött betakarítható bogyók számát, fürtönként** is. Ha ismerjük az egy növényen elérni kívánt fürtök számát, a fürtönként kötődött bogyók számát, a bogyók átlagtömegét és az állománysűrűséget, akkor ezekkel az adatokkal kiegészítve becslést adhatunk a naponta betakarítható termések területegységre eső összes tömegére is. A modellbe behelyettesítve a mért növényi paramétereket és az átlagos középhőmérséklet napi menetét, elvégeztem az összehasonlítást a betakarított termések szedésenkénti és az egész tenyészidőszak alatt halmozott tömegével. A modell meglehetős pontossággal írta le mind a betakarított termés szedésenkénti, mind halmozott tömegét.

A termésdinamika modell alkalmas arra is, hogy állandó napi középhőmérsékletek mellett előre jelezze a várható termés mennyiségét. A szimulált adatok azt mutatták, hogy a 18-22°C közötti hőmérséklet-tartományban a napi átlaghőmérséklet változásának hasonló mértékű hatása van, mint a virágzás esetén. 22°C-os napi átlaghőmérséklet felett azonban, a változás mértéke lecsökken. A magasabb átlaghőmérsékleten bekövetkező korábbi termés, valószínűleg a korábbi virágzás eredménye. A bogyófejlődés ütemét a hőmérséklet emelkedése mindenképpen fokozza, de magasabb hőmérsékleten az érés, a bogyóhőmérséklet optimálisnál magasabbra emelkedése miatt, valószínűleg hátrányt szenved.

A **td1 termésdinamika modell** nemcsak a várható napi termésmennyiség előrejelzésére alkalmas, hanem **az egy növényen naponta fellelhető, különböző korú termések össztömeg változásának modellezésére** is.

A termésdinamika modell fontos eszköz lehet a gyakorlati termesztés során a termés várható mennyiségének előrejelzésében. A pontosabb számítások végzéséhez azonban további mérések és számítások szükségesek a fontosabb környezeti tényezők (fény, víz, tápanyag) vonatkozásában.

A termésdinamika modell valószínűleg a szabadföldi támrendszeres termesztésre is kalibrálható, mivel ott is folytonnövő paradicsomfajtákat használnak túlnyomórészt. A további

kutatásokat a termésdinamika modell szabadföldi támrendszeres termesztésben való alkalmazhatósága irányában folytatjuk.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Magyarországon a paradicsom az egyik legjelentősebb termesztő-berendezésben előállított zöldségfaj, az utóbbi évek átlagában, több mint 1000ha-on termesztik. Az ilyen módon előállított termés mennyisége is viszonylag állandó, 100 000t körül mozog évente (MZGySzT, 1997; 1998; 1999; 2000; 2001; 2002; 2003).

A termesztés időzítése főleg tavaszi hajtatást jelent, mivel ekkor lehet a legmagasabb árat elérni. Az alkalmazott fajták túlnyomórészt folytonnövők és hibridek, a károsítók elleni széles rezisztenciaspektrummal. A paradicsom hajtatása nagyobbrészt műanyag borítású, blokkosított berendezésekben folyik, ahol a klímaszabályozás nehezebben oldható meg, mint az utóbbi időben terjedő korszerű, automatizált berendezésekben.

A folytonnövő paradicsom környezeti igényeit régóta vizsgálják, különösen a téli, kora tavaszi termesztési időszakban. Ebben az időszakban, az északi mérsékelt övben, a természetes fény hiánya az egyik fő korlátozó tényezője a termesztésnek, mivel gazdaságos pótlása nem lehetséges.

A folytonnövő paradicsom fejlődését, fenológiai fázisainak bekövetkezését, számos modell tartalmazza, amelyek megpróbálják leírni a növény változó környezetre adott válaszait néhány jól mérhető környezeti paraméter függvényében. Ilyen folytonnövő paradicsomra alkalmazható modellek a SIMULTOM (Sauviller et al., 2002), TOMSIM (Heuvelink et al., 2003), HORTISIM (Gijzen et al. 1998), TOMPOUSSE (Abreu et al., 2002).

Ezek a modellek általában a generatív szakasz kezdetétől, az első virágfürt megjelenésétől, vagy virágzásának kezdetétől jellemzik a növényt, ami megegyezik a kiültetés időpontjával. A folytonnövő paradicsom ezután folyamatosan képez virágfürtöket minden harmadik levelet követően, a főhajtáson. Mivel a virág és termésképzés folyamatos, és a virágok és termések nem egyesével, hanem fürtöket képezve helyezkednek el, egy növényen egyszerre találhatunk, virágzó, és beérett fürtöket is. Emiatt a folytonnövő paradicsom a legnehezebben modellezhető zöldségnövények közé tartozik.

Kísérleteim során megfigyeltem a folytonnövő paradicsom fenológiai fázisait, majd ezeket számszerűsítve megkerestem az összefüggéseket a folyamatosan rögzített környezeti paraméterekkel. A legegyszerűbben, mint minden zöldségnövénnyel kapcsolatban, a hőmérséklettel való kapcsolat volt igazolható, de a számítások során hasonló összefüggést tapasztaltam a fotoszintetikusan aktív sugárzás vonatkozásában is. A termésdinamika modellezésében azonban csak a hőmérsékleti paramétereket alkalmaztam.

A kísérletek három éve alatt, hetente három alkalommal rögzítettem a virágok és terméskezdemények számát fürtönként. A felvételezett adatokból kiszámítottam a virágzás kezdetét és végét, valamint a kötődés hatékonyságát. A betakarítás 1999-ben és 2002-ben hetente, 2001-ben pedig a virágzás megfigyelésével azonos gyakorisággal történt. A három kísérleti év alatt, 60 növény első 10 fürtemeletéről felvételeztem adatokat, így összesen 600 fürt adatai álltak rendelkezésre a számítások elvégzéséhez.

A fenológiai fázisok számszerűsítésekor olyan növényi paramétereket kerestem, ami fajtától független módon, általánosan jellemzi a folytonnövő paradicsom fejlődési menetét. Ennek eldöntésére a mért és számított növényi jellemzőkkel varianciaanalíziseket végeztem, ami alapján eldönthettem, hogy mely paraméter felel meg az előbbi kritériumnak. Ennek leginkább az egyes fenofázisok bekövetkezésének, mennyiségi változásainak időegységre vonatkoztatott viszonyszáma, vagy más szóval üteme felelt meg. Ezek a viszonyszámok napi, vagy heti időegységre vonatkoztatva szemléltetik a fejlődést.

Az első kiszámított viszonyszám a növekedés ütemének jellemzésére, és a fürtök virágzáskezdetének becslésére felhasználható, fürtvirágzás kezdetének üteme (**fvk**). A második a fürtön belüli virágzás üteme (**fvb**), amely egy fürtön belül jellemzi a virágzás menetét. A harmadik a bogyófejlődés üteme (**bf**), amely az egyedi bogyó fejlődésmenetét írja le. Végül az érés üteme (**e**), mely a fürtön belül betakarítható termések mennyiségét számíthatja ki. Az érés ütemétől eltekintve, mindhárom viszonyszámhoz sikerült olyan hőmérsékleti paramétert találni, ami megfelelően szoros

összefüggést mutatott, így alkalmas volt az adott fenológiai jellemző mennyiségi változásának követésére.

Mind a négy viszonyszámhoz sikerült lineáris és hatvány alapú összefüggéseket is találni a hőmérsékleti értékekkel kapcsolatban. A zöldségnövények életfolyamatai, általában nem lineáris összefüggésekkel jellemezhetők, hanem exponenciális, vagy telítődési függvényekkel. A hatvány, vagy hiperbolikus összefüggések esetén sokkal szorosabb összefüggéseket és kisebb hibákat számítottam, mint lineáris összefüggések esetén. Az összefüggések szorosságát jellemző korrelációs koefficiens értékéből adódóan (r^2>0.90), az első három összefüggés esetén a hőmérséklet halmozott értékei, átlagosan több mint 90%-ban határozták meg az adott fenológiai fázis változásait. A modellekben tehát az ezekből származó függvényeket alkalmaztam.

Miután az egyes fenofázisok számszerűsítése megtörtént, az adott összefüggésből kiszámítottam a jellemzésre használható modellt, amely a hőmérsékleti paraméter függvényében képes leírni az adott fejlődési folyamatot. Ezeket a modelleket a fenológiai fázis viszonyszámának rövidítése (fürtvirágzás kezdetének üteme - **fvk**; fürtön belüli virágzás üteme - **fvb**; bogyófejlődés üteme - **bf**; érés üteme - **e**) és az alkalmazott regressziós függvény típusa (lineáris: 1; hiperbolikus: 2) alapján neveztem el (fürtvirágzás kezdet modell: **fvk1**, **fvk2**; fürtön belüli virágzás modell: **fvb1**, **fvb2**; bogyófejlődés modell: **bf1**, **bf2**; érés modell: **e**).

A modellek megalkotása után kerülhetett sor az ellenőrzésükre, amit a ténylegesen mért adatokkal és egy hasonló körülményekre, külföldön kifejlesztett modellel (TOMPOUSSE; Abreu et al., 2002) való összehasonlítással végeztem el. Az ellenőrzés során az egyes modellek különböző mértékű hibákkal írták le az egyes fenofázisokat. Egyik modell sem volt képes leírni pontosan a fejlődési folyamatot. A modellek közül azonban minden fenofázis esetében a hiperbolikus összefüggésen alapulók írták le pontosabban az életfolyamatokat a lineáris összefüggéseken alapulókkal szemben.

Az egyes fenofázisok számszerűsítése számos összefüggést tárt fel. A fürtvirágzás kezdetének üteme (**fvk**) analóg a nemzetközi irodalomban a növekedés ütemének mérőszámaként használt, makroszkopikusan érzékelhető fürtök megjelenésének ütemével. Tavaszi hajtatás esetén mindkét viszonyszám 0.1-0.25 fürt nap^{-1} értékek között mozog, és a fürtmegjelenés üteme 0.008-0.015 fürt nap^{-1} °C^{-1}-kal változik. A modell alapjául szolgáló összefüggés (r^2=0,94), az egymást követő fürtök első virágainak nyílása között eltelt idő alatt halmozott napi átlaghőmérsékletek összegének és a fürt-virágzáskezdet ütemének összefüggéséből származtatott függvény. Az ebből kiszámított **fvk2** modell nemcsak a fürtvirágzás kezdetét becsli napi pontossággal, hanem a folytonnövő paradicsom növekedési üteméről is tájékoztatást ad.

A fürtön belüli virágok számának halmozott változását telítődési függvénnyel lehet a legpontosabban leírni. A telítődési függvények egyenkénti, vagy halmozott alkalmazása azonban meglehetősen bonyolult, ezért a fürtön belüli virágzás ütemét, mint a fürtön belül kinyílt virágok számának és az ehhez szükséges időnek a viszonyszámát használtam fel a modell (**fvb**) megalkotásához. Szoros összefüggést találtam a fürtön belüli virágzás üteme (**fvb**) és a közben halmozódott napi középhőmérsékletek összege között. Az összefüggés hasonlóan az előzőhöz itt is hiperbolikus függvénnyel volt legszorosabban (r^2=0,93) jellemezhető. A fürtön belüli virágzás üteme esetén hasonlóan szoros összefüggést találtam a fotoszintetikusan aktív sugárzás halmozott értékei vonatkozásában is, de a kapcsolat szorossága (r^2=0,78) nem volt olyan mértékű, mint a hőmérséklettel.

A virágzás esetében az fvk2, és fvb2 modell összegzéséből származó **fv2** modell bizonyult pontosabbnak a mért adatokkal való összehasonlítás után. Az fv2 modellnek, a napi átlagos középhőmérsékletek napi menetét, a fürtönkénti átlagos virágszámot és a vizsgált fürtök számát szükséges bevinni bemeneti értékként. Ezekből az adatokból a modell leírja a virágszámok napi és halmozott számának alakulását is. Az fv2 modell arra is alkalmas, hogy állandó napi középhőmérséklet mellett, a tizedik fürtemelet magasságáig becslést adjon az egy növényen kinyíló napi virágok számának alakulására. A napi átlagos középhőmérséklet 1°C-kal történő emelkedése

3-4 nappal rövidítheti az első tíz fürt virágzásának teljes időtartamát, a 18-22°C-os napi átlaghőmérséklet között.

A bogyófejlődés jellemzésére a bogyófejlődés ütemét (**bf**) használtam, amely hasonló módon reagált a hőmérsékletváltozásra, mint a virágzás. A napi átlagos középhőmérséklet 1°C-kal történő emelkedése 0,001 bogyó nap^{-1} $°C^{-1}$-kal rövidítette a bogyófejlődés időtartamát. A bogyófejlődés jellemzése során is kétféle összefüggést találtam a halmozott napi középhőmérsékletek összegeivel, egy lineáris, és egy hiperbolikus függvénnyel jellemezhetőt. A függvényekből számított modelleket a mért adatokkal vetettem össze. Mivel a TOMPOUSSE modellnek szintén van az éréskezdet kiszámítására szolgáló modulja, ezért ezt is szerepeltettem az összehasonlításban. Az eredmények alapján a **bf2** modellt találtam megfelelőnek a bogyófejlődés és ezen keresztül az éréskezdet jellemzésére.

A bogyók érésének folyamatát a betakarítás menete alapján próbáltam számszerűsíteni. A szedések között eltelt idő alatt halmozott napi középhőmérsékletek összege és a betakarított mennyiségek területegységre vetített értékei között találtam a legkevésbé szoros kapcsolatot (r^2=0,65). Ebből arra következtettem, hogy a termés érése sokkal összetettebben szabályozott annál, hogy egyetlen független változó alapján jellemezhető legyen.

Az egyes fenofázisok modellezése után, azok összegzéséből kiszámítottam a folytonnövő paradicsom termésdinamika modelljeit (**td**), amelyek napi pontossággal képesek becsülni a betakarítható termés mennyiségét.

Két különböző módon kialakított termésdinamika modellt hasonlítottam össze. A **td1** termésdinamika modell a fv2 fürtvirágzás modell és a bf2 bogyófejlődés modellből állt össze. A **td2** termésdinamika modell, a bf2 bogyófejlődés modell és az e érésmodell segítségével számította ki az adatokat. Mindkét modellnek szüksége van a bemeneti értékként a virágzás kezdetének időpontjára, a napi átlagos középhőmérsékletek menetére, a fürtök számára. A td1 modellben a fürtönkénti bogyószám és a bogyók átlagtömege, a td2 modellben a fürtök átlagos tömege szerepel még ezen felül bemeneti értékként.

A modelleket ezután összehasonlítottam a mért adatokkal. Már az 1999-es év adatai alapján kiderült, hogy a td2 modell nem írja le pontosan a termések betakaríthatóságának menetét, ezért ezt a modellt elvetettem. A **td1** modell azonban mindhárom kísérleti év mért adataihoz, mind a szedésenkénti, mind a halmozott adatok tekintetében, jó közelítéseket adott.

A termésdinamika modell nemcsak a várható termés előrejelzésére alkalmas, hanem az egy növényen megtalálható, különböző korú termések, összes tömeggyarapodás-változásának leírására is. Mivel a modell viszonylag kevés bemeneti értéket használ, ezért továbbfejlesztve alkalmas lehet az egyszerű, kevésbé szabályozott termesztő berendezésekben folyó, tavaszi paradicsomhajtatásban való gyakorlati alkalmazásra.

SUMMARY

Tomato is one of the most remarkable vegetable cropped under greenhouses in Hungary. It was being produced more then 1000 ha in average of late years. The forced tomato production is also moderate, 100 000 t per year (MZGySzT, 1997; 1998; 1999; 2000; 2001; 2002; 2003).

The main period of tomato forcing is spring, when the price of fresh market tomato is the highest. Used varieties predominantly belong to indeterminate type and hybrids, with widespread resistance against pests. Tomato is growing mostly under older type plastic covered greenhouses, where climate control is more difficult, then in prevalent modern ones, with high valley and automatic control system.

Environmental requirements of indeterminate tomato are studying for many years, especially during winter and early spring season. Deficiency of natural light is one of the main limiting factors in Northern Temperate Zone during this period, because it is not possible to replace light economically.

Development and consecutive phenological stages of indeterminate tomato were being described by several simulation models, which try to predict response of tomato to changing environmental conditions in relation of some well known ecological factors. SIMULTOM (Sauviller et al., 2002), TOMSIM (Heuvelink et al., 2003), HORTISIM (Gijzen et al. 1998), TOMPOUSSE (Abreu et al., 2002) are adaptable models for indeterminate tomato.

This models can characterize indeterminate tomato plant from the beginning of the generative period, appearance of the first truss or the first anthesis, while this date is equal with planting out. Indeterminate tomato plants develop clusters continuously after every third leaf on the main shoot. Whereas flower and fruit initiation are continuous and some flowers or fruits compose a truss, there are flowering and fruiting trusses on each plant at the same time. Because of this, modelling of indeterminate tomato is the most difficult one of the vegetables.

Phenological stages of indeterminate tomato were observed during our trials and were converting to numerical data. We searched correlation between numerical data and environmental parameters. It was simple to justify close correlations between data and temperature, as usual in case of vegetables, and we got similar connection in relation of photosynthetically active radiation also. However, in modelling of fruit production we applied only parameters of temperature.

We have been recorded number of flowers and initiated fruits per truss, three times per week, during three years period of trials. The beginning and the end of flowering and efficiency of fruit set were also calculated from recorded data. Frequency of harvesting was the same as flowering in 2001, but weekly in 1999 and 2002. We collect data from 10 trusses of 60 plants, so we have characteristics of 600 trusses aggregately to calculate interrelations.

During the quantity determination of phenological stages, we searched parameters, which can characterize the rate of the indeterminate tomato development, irrespectively varieties. Analyses of the variances were made with measured and calculated characteristics of tomato, which is adequate to above mentioned criteria. Index or rate of the phenological stages, quantity changes of the plant in relation of time, was the best for characterizing tomato development. These indices demonstrate the development in relation daily or weekly.

Rate of the beginning of truss flowering (**fvk**) was the first calculated index, which suitable to describe the rate of up growth and estimate begin of flowering on each truss. Rate of flowering within truss (**fvb**), the second index, can characterize flowering process inside each truss. Fruit development rate (**bf**), can describe the course of individual fruit development. Rate of ripening (**e**) can calculate harvestable fruits within each truss. For all of the above mentioned indices, except the rate of ripening, we successfully found some temperature parameters, which have close correlation to them and fit well for changing of the quantity measurement of phenological characteristics.

All of the three indices have a linear and power connection with temperature regimes. Usually exponential and logistic curves are more correct then linear function, to describe vital process of vegetables. Correlations were closer and standard errors were smaller in calculations of

power functions then linear ones. Accumulated temperature determined change of phenological stages more than 90% in average, by correlation coefficient, which means the closeness of correlation, in case of first three indices. So we used functions derived from these correlations to calculate models.

After quantity determination of phenological stages, we created models, which can describe developmental process in relation of temperature. Models were named by Hungarian abbreviations of phenological indices (rate of the beginning of truss flowering - **fvk**; rate of flowering within truss - **fvb**; fruit development rate – **bf;** rate of ripening – **e**) and type of regression curve (linear – 1; power – 2) (beginning of truss flowering model: **fvk1**, **fvk2**; flowering within truss model: **fvb1**, **fvb2**; fruit development model: **bf1**, **bf2**; ripening model: **e**).

After creating models, we examined them by comparing with recorded data and foreigner tomato simulation model TOMPOUSSE carried out by Abreu et al., 2002. During the examination of models we got different degree of errors by each model. None of the model was able to characterize exactly the developmental process. But models on taking as a basis of power function were more adequate then models from linear correlations.

Quantity determination of phenology exhibited several interrelations. Rate of the beginning of truss flowering (**fvk**) is analogous truss appearance rate, which means number of macroscopically observed truss initiative per time interval, and used by index of development. Both indices result 0.1-0.25 truss day^{-1}, and temperature effect is 0.008-0.015 truss day^{-1} °C^{-1}. Model on taking as a basis of correlation (r^2=0.94), derived from accumulated daily temperature between time interval of flowering consecutive trusses and rate of the beginning of truss flowering. Calculated model **fvk2** estimates not only the beginning of truss flowering, but informs about the growing rate of the indeterminate tomato.

Logistic function is the best fitting model to describe changing of accumulated number of flowers within the truss. Singly or accumulated application of logistic functions is difficult, so we used quotient of number of flowers and required time for flowering as index, named rate of flowering within truss to create model of flowering within truss (**fvb**). There are close correlation between rate of flowering within truss and accumulated daily temperature during the flowering period of truss. Power function gave the best regression curve (r^2=0.93) same as previous index. Also there are correlation between index and photosynthetically active radiation (PAR), but closeness of connection was not so strong (r^2=0.78) then with temperature.

Summarized fvk2 and fvb2 result model **fv2** (model tomato flowering) was more adequate after comparing with recorded data. Average daily temperature during the flowering period, average number of flowers per truss and number of trusses are the necessary input parameters of model fv2. Fv2 describes course daily and summarized number of flowers from input data. It is able to predict number of flowers per plant up to 10th truss at constant average daily temperature. Increasing of average daily temperature with 1°C could decrease total flowering time of first 10 trusses with 3-4 days between 18-22°C.

Fruit development rate (**bf**) responds similar effect to temperature then flowering, which characterize fruit development process. Temperature effect of 0.001 fruit day^{-1} °C^{-1} could increase the required time for fruit development. There are also two correlations between fruit development rate and accumulated average daily temperature, linear and power ones. Derived models of correlations were compared with recorded data. Whereas TOMPOUSSE also has a model to simulate of ripening, it is placed in comparison. Model **bf2** was the best to characterize fruit development and the beginning of ripening.

We tried to quantify fruit ripening from harvesting data. There was correlation between accumulated daily temperature of harvesting intervals and harvested fruits per unit area, but its closeness was weak (r^2=0.65). We conclude, that fruit ripening is much more complex and controlled, than we could characterize by a single factor.

After modelling of phenology, we summarized and created models of crop dynamics (**td**), which can estimate the yield of the harvestable fruits per day.

We compared two models of crop dynamics, which was created in different ways. Model **td1** created by integration model fv2 (truss flowering) and model bf2 (fruit development). Crop dynamics model **td2** consist model bf2 (fruit development) and e (fruit ripening). Both models are required date of first flowering, average daily temperature during the cropping season and number of trusses, as input parameters. Model td1 consist number of fruits per truss and average fruit weight of the fruits, and td2 consist average weight of trusses as additional input parameters.

After creating models, we examined them by comparison with recorded data. Model td2 did not describe fruit harvesting period adequately already in1999, so we did not use it in further comparisons. But model td1 estimated the recorded data well, both of daily and accumulated yield in all of three experimental years.

Model td1 can predict not only the harvestable fruits, but it can describe increasing of the total weight of all different aged fruits per plant. Whereas model td1 uses only few input parameters, it was suitable to apply in practice under weakly controlled greenhouses in spring season.

MELLÉKLETEK

M1. Irodalomjegyzék

1. Abad, M. and Guardiola, J.L. (1986): Fruit-set and development in the tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) grown under protected conditions during the cool season in the south-eastern coast region of Spain. The response to exogenous growth regulators. *Acta Horticalturae* 191, 123-132.
2. Abdelhafeez, A.T. and Verkerk, K. (1969): Effects of temperature and water regime on the emergence and yield of tomatoes. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 17, 50-59.
3. Abreu, P., Meneses, J.F., and Gary, C. (2000): Tompousse, a model of yield prediction for tomato crops: calibration study for unheated plastic greenhouses. *Acta Horticulturae*, **519**: 141-150.
4. Adams P. (1986): Mineral nutrition In: Atherton, J.G. and Rudich, J. (eds) The Tomato Crop. A scientific Basis for Improvement. Chapman and Hall, London, pp. 281-334.
5. Adams, P. and Winsor, G.W. (1979): Nutrient uptake. Annual Report Glasshouse Crops Research Institute, Littlehampton, United Kingdom. 84-85.
6. Archbold, D.D., Dennis, F.G. Jr, and Fiore, J.A. (1982): Accumulation of ^{14}C-labelled material from foliar-applied ^{14}C sucrose by tomato ovaries during fruit set and initial development. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 107, 19-23.
7. Atherton, J.G. and Harris, G.P. (1986): Flowering In: Atherton, J.G. and Rudich, J. (eds) The Tomato Crop. A scientific Basis for Improvement. Chapman and Hall, London, pp. 165-200.
8. Aung, L.H. (1979): Temperature regulation of growth and development of tomato during ontogeny. In: Cowell, R. (ed.) Proceedings of the 1st International Symposium on Tropical Tomato. Asian Vegetable Research and Development Center Publication no. 78-59, Shanhua, Taiwan, Republic of China, 79-93.
9. Bangerth, F. and Ho, L.C. (1984): Fruit position and fruit set sequence in a truss as factors determining final size of tomato fruits. *Annals of Botany* 53, 315-319.
10. Berry, S.Z. (1969): Germination response of the tomato at high temperature. *HortScience*, 4, 218-219.
11. Bertin, N. and Heuvelink, E. (1994): Dry matter production in a tomato crop: comparison of two simulaton models. *Journal of Horticultural Science*, 68, 995-1011.
12. Biale, J.B. and Young, R.E. (1981): Respiration and ripening in fruits - retrospect and prospect. In: Friend, J. and Rhodes, M.J.C. (eds) *Recent Advances in the Biochemistry of Fruits and Vegetables*. Academic Press, London, pp. 1-39.
13. Binchy, A. and Morgan, J.V. (1970): Influence of light intensity and photoperiod on inflorescence initiation in tomatoes. *Irish Journal of Agricultural Research*, 9, 261-9.
14. Bohner, J., Hedden, P., Bora-Haber, E. and Bangerth, F. (1988): Identification and quantification of gibberellins in fruits of *Lycopersicon esculentum*, and their relationship to fruit size in *L. esculentum* and *L. pimpinellifolium*. *Physiologia Plantarum* 73, 348-353.
15. Broome, C.R., Terrell, E.E. and Reveal, J.L. (1983): Proposal to conserve *Lycopersicon esculentum* Miller as the scientific name of the tomato. *Report of the Tomato Genetics Cooperative*, **33,** 55-56.
16. Calvert, A. (1957): Effect of the early environment on the development of flowering in the tomato. I. Temperature. *Journal of Horticultural Science*, 32, 9-17.
17. Calvert, A. (1959): Effect of the early environment on the development of flowering in tomato. II. Light and temperature interactions. *Journal of Horticultural Science*, 34, 154-62.
18. Calvert, A. (1962): Critical phases of tomato plants. *The Grower*, 58, 787-8.
19. Calvert, A. (1964a): The effects of air temperature on growth of young tomato plants in natural light conditions. *Journal of Horticultural Science*, 39, 194-211.

20. Calvert, A. (1964b): Growth and flowering of the tomato in relation to natural light conditions. *Journal of Horticultural Science*, 39, 182-193.
21. Calvert, A. (1965): Flower initiation and development in the tomato. *National Agricultural Advisory Service Quarterly Review* 70, 79-88.
22. Charles, W.B. and Harris, R.E. (1972): Tomato fruit-set at high and low temperatures. *Canadian Journal of Plant Science* 52, 497-506.
23. Cockshull, K.E., Graves, C.J. and Cave, C.R.J. (1992): The influence of shading on yield of glasshouse tomatoes. *Journal of Horticultural Science* 67, 11-24.
24. Cockshull, K.E., Graves, C.J. and Cave, C.R.J. (1992): The influence of shading on yield of glasshouse tomatoes. *Journal of Horticultural Science* 67,11-24.
25. Codex Alimentarius Hungaricus 1-4-778/83 (1995): Magyar Élelmiszerkönyv Bizottság 10 p.
26. Cooper, A.J. (1960): The effects of the size, position and maturation period of inflorescences and fruits on abnormal pigmentation in the tomato variety Potentate. *Annals of Applied Biology* 48, 230-235.
27. Cooper, A.J. (1964): The seasonal pattern of flowering glasshouse tomatoes. *Journal of Horticultural Science*, 39, 111-119.
28. Csikai M., Glits M., Gyúrós J., Kristóf L-né,Pénzes B., Terbe I., Túri I. és Zatykó F. (1993): Paradicsom In: Túri I. (szerk.) Zöldséghajtatás, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 194-220.
29. Cuartero, J., Costa, J. and Nuez, F. (1987): Problems of determining parthenocarpy in tomato plants. Scientia Horticulturae 32, 9-15.
30. Davies, J.N. and Hobson, G.E. (1981): The constituents of tomato fruit - the influence of environment, nutrition, and genotype. CRC *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 15, 205-280.
31. Davies, J.N. and Winsor, G.W. (1969): Tomato fruit quality. The composition of 'hollow' or 'boxy' tomato fruit. Annual Report of the Glasshouse Crops Research Institute for 1968. Littlehampton, UK, pp. 66-67.
32. de Candolle, A. (1855): Geographie Botanique Raisonee. Paris, Masson.
33. de Koning, A.N.M. (1994): Development and dry matter distribution in glasshouse tomato: a quantitative approach. *PhD Thesis* Wageningen Agricultural University, Wageningen, (1994.)
34. de Koning, A.N.M. (1996): Quantifying the responses to temperature of different plant processes involved in growth and development of glasshouse tomato. *Acta Horticulturae* **406,** 99-104.
35. de Koning, A.N.M. (2001): The effect of temperature, fruit load and salinity on development rate of tomato fruit. *Acta Horticulturae* **519**, 85-94.
36. de Zeeuw, D. (1954): The influence of the leaf on flowering. *Mededelingen van de Landbouwhogeschool to Wageningen* No. 54, 1-44.
37. De Ruiter Seeds (2004): http.//www.deruiterseeds.hu
38. Dempsey, W.H. (1970): Effects of temperature on pollen germination and tube growth. Report of the Tomato Genetics Cooperative 20, 15-16.
39. Descomps, S. and Deroche, M.E. (1973): Action de l'eclairement continu sur l'appareil photosynthetique de la tomate. *Physiologie végétale* 11, 615-631.
40. Dieleman, J.A. and Heuvelink, E. 1992. Factors affecting the number of leaves preceding the first inflorescence in the tomato. *Journal of Horticultural Science*, 67, 1-10.
41. Dominguez, E., Cuartero, J. and Fernandez-Munoz, R. (2002): Reduced container volume increases tomato pollen fertility at low ambient temperatures. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 127, 32-37.
42. Egles, D. and Rollin, P. (1968): La photosensibilité des graines de tomate var. St. Pierre. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series III - Sciences de la Vie*, 266, 1017-20.
43. Emery G.C. and Munger, H.M. (1970): Alteration of growth and flowering in tomatoes by the jointless genotype. *Journal of Heredity* 61, 51-53.

44. Esquinas-Alcazar, J.T. (1981): Genetic resources of tomatoes and wild relatives. International Board of Plant Genetic Resources Report. AGP: IBPGR, 80, 103.
45. FAO (2004): http://faostat.fao.org/faostat/
46. Farkas J. (1990): Milyen károkat okoz a hőingadozás, illetve a kedvezőtlenül magas vagy alacsony hőmérséklet? *Hajtatás, korai termesztés*, 2, 3-5.
47. Farkas J. (1994): Paradicsom. In: Balázs S. (szerk.) Zöldségtermesztők kézikönyve. Mezőgazda kiadó, Budapest. 195-225.
48. Feldmann, U. (1979): Wachstumskinetik. Matematische Modelle und Methoden zur Analyse Altersabhängiger, Populations-Kinetischer Prozesse, Medizinische Informatik und Statistik 11. Springer-Verlag, Berlin.
49. Feller C., Bleiholder H., Buhr L., Hack H., Hess M., Klose R., Meier U., Stauss R., van den Boom T. und WeberR E. (1995): Phänologische Entwicklungsstadien von Gemüsepflanzen: II. Fruchtgemüse und Hülsenfrüchte. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* **47**, 217-232.
50. Fernandez-Munoz, R. and Cuartero, J. (1991): Effects of temperature and irradiance on stigma exsertion, ovule viability and embryo development in tomato. *Journal of Horticultural Science* 66, 395-401.
51. Filius I. (1994): A zöldségtermesztés élettani alapjai. In: Balázs S. (szerk.) Zöldségtermesztők kézikönyve. Mezőgazda kiadó, Budapest. 36-94.
52. Fink, M. (1992): Wirkungen kurzfristiger Temperaturschwingungen auf das Pflanzenwachstum am Beispiel von Kohlrabi (*Brassica oleracea* convar. *acephala* var. *gongyloides* L.). PhD thesis, University of Hannover
53. Fernandez-Munoz, R., Gonzalez-Fernandez, J.J. and Cuartero, J. (1995): Variability of pollen tolerance to low temperatures in tomato and related wild species. *Journal of Horticultural Science*, 70, 41-49.
54. Frenz, F.W. (1968a): Die `sensitive Phase' für die generative Entwicklung bei drei Tomatensorten (`Allround', 'Haubners Vollendung' and `Hellfrücht Z1280'). *Gartenbauwissenschaft*, 33; 247-71.
55. Frenz, F.W. (1968b): Einflus einer 18-tagigen Anzucht mit verschiedenen Tag- and Nachttemperaturen auf die vegetative and generative Entwicklung von 7 Tomatensorten. *Gartenbauwissenschaft*, 33; 1-33.
56. Fryxell, P.A. (1954): Genetics of locule number. *Report of the Tomato Genetics Cooperative* 4, 10-11.
57. Fukumoto Y., Yokoyama K. and Kojima K. (1992): Effects of phosphate fertilizer application and water stress on yield and quality of fully ripe tomatoes. Bulletin of Research Institute of System Horticulture, Faculty of Agriculture, Kochi University, 25-31.
58. Fukushima Y. and Masui M. (1962): Effect of early environment on the flower formation in tomato. I. On night temperature and soil moisture. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 31, 207-212.
59. Gary, C., Baille, A., Navarrete, M., Espanet, R., (1997): TOMPOUSSE, un modèle simplifié de prévision du rendement et du calibre de la tomate. In : A. Baille (ed.), Actes du Séminaire de l'AIP intersectorielle "Serres", INRA, Avignon, 100-109.
60. Gary, C., Tchamitchian, M., Bertin, N., Boulard, T., Baille, A., Charasse, L., Rebillard, A., Cardi, J.P. and Marcelis, L.F.M. (1998): SIMULSERRE: an education software simulating the greenhouse-crop systems. *Acta Horticulturae*. 456, 451-458.
61. George, W.L. Jr, Scott, J.W. and Splittstoesser, W.E. (1984): Parthenocarpy in tomato. *Horticultural Reviews* 6, 65-84.
62. Georghiou, K. and Kendrick, R.E. (1991): The germination characteristics of phytochrome-deficient aurea mutant tomato seeds. *Physiologia Plantarum*, 82, 127-133.

63. Gijzen, H., Heuvelink, E., Challa, H., Marcelis, L.F.M., Dayan, E., Cohen, S. and Fuchs, M. (1998): HORTISIM: a model for greenhouse crops and greenhouse climate. *Acta Horticulturae* 456, 441-450.
64. Goodall, D.W. (1937): Some preliminary observations on the position of the inflorescence in the tomato plant. *Annual Report of the Experimental Research Station Cheshunt*, 87-92.
65. Goodall, D.W. (1938): Further observations on factors affecting the position of the first inflorescence in the tomato. *Annual Report of the Experimental Research Station Cheshunt*, 73-8.
66. Gorter, C.J. (1949): The influence of 2,3,5-triiodobenzoic acid on the growing points of tomatoes. *Koninklijke Nederlandse Akademie voor Wetenschappen to Amsterdam*, 52, 1185-93.
67. Gould, W.A. (1983): Tomato production, processing quality evaluation. AVI Publishing Company, Westport, Connecticut, 550 pp.
68. Gray, J., Picton, S., Giovannoni, J.J. and Grierson, D. (1994): The use of transgenic and naturally occurring mutants to understand and manipulate tomato fruit ripening. *Plant, Cell and Envirornnent* 17, 557-571.
69. Grierson, D. and Fray, R. (1994): Control of ripening in transgenic tomatoes. *Euphytica* 79, 251-263.
70. Grierson, D. and Kader, A.A. (1986): Fruit ripening and quality. In: Atherton, J.G. and Rudich, J. (eds) The Tomato Crop. A Scientific Basis for Improvement. Chapman & Hall, London, pp. 241-280.
71. Groot, S.P.C., Bruinsma J. and Karssen, C.M. (1987): The role of endogenous gibberellin in seed and fruit development of tomato: studies with a gibberellin-deficient mutant. *Physiologia Plantarum* 71, 184-190.
72. Guan, H.P. and Janes, H.W. (1991): Light regulation of sink metabolism in tomato fruit. II. Carbohydrate metabolizing enzymes. *Plant Physiology* 96, 922-927.
73. Hack H., Bleiholder H., Buhr L., Meier U., Schnock-Fricke U., Weber E. und Witzenberger A. (1992): Einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen - Erweiterte BBCH-Skala, Allgemein -. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* **44**, 265-270.
74. Hayman, G. (1987): The hair-like cracking of last season. *Grower* 107, pp. 3-5.
75. Hazera Quality Seeds (2000): Paradicsomok részletes fajtaleírása. Flexil Kft. 2.
76. Helyes L.(1999): A paradicsom és termesztése. SYCA Szakkönyvszolgálat, Budapest, 233 pp.
77. Helyes L. (2000a): A paradicsom termelésének fejlődési irányai. *Gazdálkodás*, 3, 57-66.
78. Helyes L. (2000b): Milyen lesz a jövő paradicsoma? *Kertészet és Szőlészet*, 10, 10-11.
79. Helyes L. (1991): Paradicsomhajtatás. *Kertészet és Szőlészet*, 45, 7.
80. Helyes L. and Pék Z. (2001): The simultaneous effect of water supply and radiation on tomato flowering and setting. *Acta Horticulturae*, 542, 227-233.
81. Helyes L., Pék Z. (2000): Virágzásdinamika értékelése a paradicsom tavaszi hajtatásában. *Hajtatás, korai termesztés*, XXXI.évf. 4.sz. 20-23.
82. Helyes L., Pék Z. (1998): Hogyan virágzik a paradicsom ősszel? *Kertészet és Szőlészet*, 30, 6-7.
83. Helyes L., Szerdahelyi R., Pék Z. (2000): Appreciation of fruit set dynamics in autumn tomato forcing. *Acta Agronomica Óváriensis*, 2, 225-232.
84. Helyes L., Pék Z., Szerdahelyi R. (1998): Mikor köt a paradicsom? *Kertészet és Szőlészet*, 31, 6-7.
85. Helyes L., Szerdahelyi R., Pék Z. (1998): A kötődésdinamika értékelése a paradicsom őszi hajtatásában. *Kertgazdaság*, 2, 21-26.
86. Helyes L., Szerdahelyi R., Pék Z. (1998): Virágzásdinamika értékelése a paradicsom őszi hajtatásában. *Hajtatás, korai termesztés*, XXIX. évf. 3.sz. 17-20.
87. Helyes L., Varga Gy. (1994): A hajtatás helytelen időzítésének hatása a paradicsomra. *Hajtatás, korai termesztés*, XXV. évf. 4.sz. 24-27.p.
88. Heuvelink, E. (1995): Dry matter production in a tomato crop: measurements and simulation. *Annals of Botany*. 4, 369-379.

89. Heuvelink E. (1996): Tomato growth and yield: quantitative analysis and synthesis. *PhD Thesis* Wageningen Agricultural University, Wageningen.
90. Heuvelink, E., and Bertin, N. (1994): Dry matter partitioning in a tomato crop: comparison of two simulation models. *Journal of Horticultural Science*, 69, 885-903.
91. Heuvelink, E., Bakker, M., and Stanghellini, C. (2003): Salinity effects on fruit yield in vegetable crops: a simulation study. *Acta Horticulturae* 609, 133-140.
92. Ho, L.C. and Hewitt, J.D. (1986): Fruit development. In: Atherton, J.G. and Rudich, J. (eds) The Tomato Crop. A Scientific Basis for Improvement. Chapman and Hall, London, pp. 201-239.
93. Ho, L.C., Sjut, V. and Hoad, G.V. (1982): The effect of assimilate supply on fruit growth and hormone levels in tomato plants. *Plant Growth Regulation* 1, 155-171.
94. Hobson, G.E., Davies, J.N. and Winsor, G.W. (1977): Ripening disorders of tomato fruit. Growers' Bulletin No. 4. Glasshouse Crops Research Institute. Littlehampton, England.
95. Honma, S., Wittwer, S.H. and Phatak, S.C. (1963): Flowering and earliness in the tomato. Inheritance of associated characteristics. *Journal of Heredity*, 54, 212-8.
96. Horinka T. (1994): KEMIRA tápanyagutánpótlási technológiák. KEMIRA Kft. 388p.
97. Howlett, F.S. (1939): The modification of flower structure by environment in varieties of Lycopersicon esculentum. *Journal of Agricultural Research* 58, 79-117.
98. Hurd, R.G. (1973): Long-day effects on growth and flower initiation of tomato plants in low light:, *Annals of Applied Biology*, 73, 221-8.
99. Hurd, R.G. and Cooper, A.J. (1967): Increasing flower number in single-truss tomatoes. *Journal of Horticultural Science*, 42, 181-8.
100. Hurd, R.G. and Cooper, A.J. (1970): The effect of early low temperature treatment on the yield of single-inflorescence tomatoes. *Journal of Horticultural Science*, 45, 19-27.
101. Hurd, R.G. and Thornley, J.H.M. (1974): An analysis of the growth of young tomato plants in water culture at different light integrals and CO_2 concentrations. I. Physiological aspects. *Annals of Botany* 38, 375-388.
102. Hurd, R.G., Gay A.P. and Mountifield, A.C. (1979): The effect of partial flower removal on the relation between root, shoot and fruit growth in the indeterminate tomato. *Annals of Applied Biology* 93, 77-89.
103. Hussey, G. (1963a): Growth and development in the young tomato. I. The effect of temperature and light intensity on growth of the shoot apex and leaf primordia. *Journal of Experimental Botany*, 14, 316-25.
104. Hussey, G. (1963b): Growth and development in the young tomato. II. The effect of defoliation on the development of the shoot apex. *Journal of Experimental Botany* 14,326-333.
105. Iwahori, S. (1965): High temperature injuries in tomato. IV. Development of normal flower buds and morphological abnormalities of flower buds treated with high temperature. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 34, 33-41.
106. Iwahori, S. (1966): High temperature injuries in tomato. V. Fertilization and development of embryo with special reference to the abnormalities caused by high temperature. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 35, 379-386.
107. Iwahori, S. (1967): Auxin of tomato fruit at different stages of its development with a special reference to high temperature injuries. *Plant and Cell Physiology* 8, 15-22.
108. Janes, H.W. and McAvoy, R.J. (1991): Environmental control of a single-cluster greenhouse tomato crop. *HortTechnology* 1, 110-114.
109. Jaworski, C.A. and Valli, V.J. (1965): tomato seed germination and plant growth in relation to soil temperatures and phosphorus levels. *Proceedings of Florida State Horticultural Society 1964*, 77, 177-183.
110. Jones, J.W., Dayan, E., Keulen, H. van and Challa, H. (1989): Modeling tomato growth for optimizing greenhouse temperatures and carbon dioxide concentrations. *Acta-Horticulturae*. 248, 285-294.

111. Kader, A.A., Stevens, M.A., Albright-Holton, M., Morris, L.L. and Algazi, M. (1977): Effect of fruit ripeness when picked on flavour and composition in fresh market tomatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 102, 724-731.
112. Kataoka K., Date S., Goto T. and Asahira T (1994): Reducing of tomato puffiness in auxin-induced parthenocarpic fruits by forchlorfenuron (1-(2-chloro-4-pyridyl)-3-phenylurea). *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 1, 61-66.
113. Kaul, M.L.H. (1991): Reproductive biology in tomato. In: Kalloo, G. (ed.) Genetic Improvement of Tomato. *Monographs on Theoretical and Applied Genetics*, Vol. 14. Springer-Verlag, Berlin, pp. 39-50.
114. Kedar, N. and Palevitch, D. (1968): Seed number, specific gravity and external appearance of hollow tomato fruits. *Journal of Horticultural Science* 43, 401-407.
115. Kedar, N. and Palevitch, D. (1970): Structural changes in hollow tomato fruits. *Israel Journal of Agricultural Research* 20, 87-90.
116. Kim, I.S. and Jeong, C.S. (1996): Effect of growth regulators on puffy-fruit, content of sugar and organic acid in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of the Korean Society for Horticultural Science*. 2, 187-192.
117. Kinet, J.M. (1977a): Effect of light conditions on the development of the inflorescence in tomato. *Scientia Horticulturae* 6, 15-26.
118. Kinet, J.M. (1977b): Effect of defoliation and growth substances on the development of the inflorescence in tomato. *Scientia Horticulturae* 6, 27-35.
119. Kinet, J.M. (1989): Environmental and chemical controls of flower development. In: Lord, E. and Bernier, G. (eds) Plant Reproduction: from Floral Induction to Pollination. American Society of Plant Physiologists Symposium Series, Vol. 1, Rockville, MD, pp. 95-105.
120. Kinet, J.M. and Peet, M.M. (1997): Tomato In: Wien, H.C. (ed.) The Physiology of Vegetable Crops CAB International 207-258 pp.
121. Klapwijk, D. (1977): Waarnemingen inzake de positie van de eerste en tweede tros bij tomaten 1974-1977. *Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas to Naaldwijk*. Intern verslag No. 41.
122. Klapwijk, D. (1986): Troshoogte in discussie: hogere eerste tros gelijkmatiger gewas. *De Tuinderij*, 66, 34-6.
123. Klapwijk, D. (1988): De software van tomaat: sturing van het groeipunt. *De Tuinderij*, 68, 14-7.
124. Koródi L. (2000): Paradicsom In: Balázs S. (szerk.) A zöldséghajtatás kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 244-285.
125. Koshioka M., Nishijima T., Yamazaki I.T., Liu Y., Nonaka M. and Mander, L.N. (1994): Analysis of gibberellins in growing fruits of *Lycopersicon esculentum* after pollination or treatment with 4-chlorophenoxyacetic acid. *Journal of Horticultural Science* 69, 171-179.
126. Kotowski, F. (1926): Chemical stimulants and germination of seed. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 23, 173-176.
127. Kovács F. (2000): Paradicsom In: Kristóf L.-né (szerk.) Leíró fajtajegyzék. Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet, Budapest, 55-89.
128. Kovács F. (2002): Paradicsom In: Füstös Zs. (szerk.) Leíró fajtajegyzék. Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet, Budapest, 53-114.
129. Kristóf L.-né, Fehér A., Fehér M., Kovács F., Köck O., Szani Sz. (2000): Szabadföldi támrendszeres paradicsom. In: Kristóf L.-né (szerk.) Államilag elismert zöldségfajták kísérleti eredményei. Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet, Budapest, 37-47.
130. Kristóf L.-né, Dimény J. és Borók I. (1996): Folytonnövő paradicsomfajták értékelése szabadföldi, karós termesztésben Kertgazdaság, 4, 74-79.
131. Krug, H. (1991): Gemüseproduktion, 2nd edn. Verlag Paul Pavey, Berlin
132. Krug, H. (1997): Environmental influences on development and yield. In: Wien, H.C. (ed.) The Physiology of Vegetable Crops CAB International 101-180 pp.

133. Kuo, C.G., Chen, H.M., Shen, B.J. and Chen, H.C. (1989): Relationship between hormonal levels in pistils and tomato fruit-set in hot and cool seasons. In: Green, S.K., Griggs, T.D. and McLean, B.T. (eds): Tomato and Pepper Production in the Tropics. Asian Vegetable Research Development Center Publication no. 89-317. Shanhua, Tainan, 138-149.
134. Lawrence, W.J.C. (1956): Growth and development of tomato. *Annual Report, John Innes Institute*, 32-37.
135. Levy, A., Rabinowitch, H.D. and Kedar, N. (1978): Morphological and physiological characters affecting flower drop and fruit set of tomatoes at high temperatures. *Euphytica* 27, 211-218.
136. Lewis, D. (1953): Some factors affecting flower production in the tomato. *Journal of Horticultural Science*, 28, 207-20.
137. Liebig, H.P. (1989): Die Quantifizierungder Pflanzlichen Stoffproduktion unterfluktuierenden Klimabedingungen. Habilitations thesis, University of Hannover
138. Lohar, D.P. and Peat, W.E. (1998): Floral characteristics of heat-tolerant and heat-sensitive tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars at high temperature. *Scientia Horticulturae* 73 53-60.
139. Magyar Zöldség-Gyümölcs Terméktanács (1997): A zöldség és gyümölcs ágazat helyzete Magyarországon. MZGySzT, Budapest, 12-13.
140. Magyar Zöldség-Gyümölcs Terméktanács (1998): A zöldség és gyümölcs ágazat helyzete Magyarországon. MZGySzT, Budapest, 28-31.
141. Magyar Zöldség-Gyümölcs Terméktanács (1999): A zöldség és gyümölcs ágazat helyzete Magyarországon. MZGySzT, Budapest, 30-34.
142. Magyar Zöldség-Gyümölcs Terméktanács (2000): A zöldség és gyümölcs ágazat helyzete Magyarországon. MZGySzT, Budapest, 23-24.
143. Magyar Zöldség-Gyümölcs Terméktanács (2001): A zöldség és gyümölcs ágazat helyzete Magyarországon. MZGySzT, Budapest, 22-23.
144. Magyar Zöldség-Gyümölcs Szakmaközi Szervezet és Terméktanács (2002): A kertészeti ágazat helyzete Magyarországon. MZGySzT, Budapest, 24-25.
145. Magyar Zöldség-Gyümölcs Szakmaközi Szervezet és Terméktanács (2003): A zöldség-gyümölcs ágazat helyzete Magyarországon. MZGySzT, Budapest, 23-24.
146. Maher, M.J. (1976) Growth and nutrient content of a glasshouse tomato crop grown in peat. Scientia Hortic. 4, 23-6. p.
147. Mancinelli, A.L., Borthwick, H.A. and Hendricks, S.B. (1966): Phytochrome action in tomato seed germination. *Botanical Gazette*, 127, 1-5.
148. Mapelli, S., Frova, C., Torti, G. and Soressi, G.P. (1978): Relationship between set, development and activities of growth regulators in tomato fruits. *Plant and Cell Physiology* 19, 1281-1288.
149. Mapelli, S., Torti, G., Badino, M. and Soressi, G.P. (1979): Effects of GA, on flowering and fruit-set in a mutant of tomato. *HortScience* 14, 736-737.
Markov V.M., Haev M.K. (1953): Ovosevodsztvo. Szel'hozgiz. Moszkva, 567p.
150. McAvoy R.J., Janes, H.W., Godfriaux, B.L., Secks, M., Duchai, D. and Wittman, W.K. (1989): The effect of total available photosynthetic photon flux on single truss tomato growth and production. *Journal of Horticultural Science* 64, 331-338.
151. McAvoy, R.J. and Janes, H.W. (1989): Tomato plant photosynthetic activity as related to canopy age and tomato development. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 114, 478-482.
152. McCollum, J.P. and Skok, J. (1960): Radiocarbon studies on the translocation of organic constituents into ripening tomato fruits. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 75, 611-616.
153. Mertens, T.R. and Burdick, A.B. (1954): The morphology, anatomy and genetics of a stem fasciation in *Lycopersicon esculentum*. *American Journal of Botany*, 41, 726-732.

154. Milotay P. (1996): A paradicsomnemesítés útjai. Kertgazdaság, 2, 85-87.
155. Mobayen, R.G. (1980): Germination of citrus and tomato seeds in relation to temperature. *Journal of Horticultural Science*, 55, 291-297.
156. Monselise, S.P., Varga, A. and Bruinsma, J. (1978): Growth analysis of the tomato fruit, *Lycopersicon esculentum* Mill. *Annals of Botany* 42, 1245-1247.
157. Moore, E.L. and Thomas, W.O. (1952): Some effects of shading and para-chlorophenoxy acetic acid on fruitfulness of tomatoes. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 60, 289-294.
158. Morgan, J.V., Dempsey, P.J. and Binchy, A. (1969): The influence of light, temperature, CO_2 concentration and compost on the development of tomato plants in growing rooms. *Acta Horticulturae*, 22, 164-80.
159. Muller, C.H. (1940): A revision of the genus *Lycopersicon*. United States Department of Agriculture Miscellaneous Publications, 328, 29.
160. Mutton, L., Patterson, B.D. and Nguyen, V.O. (1987): Two stages of pollen development are particularly sensitive to low temperatures. Report of the Tomato Genetics Cooperative 37, 56-57.
161. Nawata, E., Inden, H. and Asahira, T. (1985): Effects of CCC on the occurrence of tomato puffy fruits and the endogenous cytokinin activities. *Scientia Horticulturae* 26,119-127.
162. Nickell, L.G. (1982): Plant Growth Regulators. Agricultural Uses. Springer-Verlag, New York. Heidelberg, Berlin 173 p.
163. Noto, G. and Malfa, G. La, (1986): Flowering of tomato in relation to pre-planting low temperatures. *Acta Horticulturae*, 191, 275-80.
164. Ohta K., Toyota K. and Hosoki T. (2002): Differences in flower-bud differentiation of malformed fruit in two tomato cultivars. *Horticultural Research Japan*, 2, 107-110.
165. Palevitch, D. and Kedar, N. (1968): Effect of fertilizer treatments and manure on hollowness of winter tomatoes. *Israel Journal of Agricultural Research* 18, 113-116.
166. Pearce, B.D., Grange, R.I. and Hardwick, K. (1993):The growth of young tomato fruit. I. Effects of temperature and irradiance on fruit grown in controlled environment. *Journal of Horticultural Science*, 68, 1-11.
167. Pék Z. (2000): Tavaszi hajtatott paradicsom kötődésének értékelése. *Kertgazdaság*, 2, 1-6.
168. Pék Z. and Helyes L. (2003): Relationship between flowering, fruit setting and environmental factors on consecutive clusters in greenhouse tomato (*Lycopersicon lycopersicum* (L) Karsten) *International Journal of Horticulture Science*, 3-4, 111-116.
169. Pék Z., Réti K., Helyes L. (2002): A környezeti tényezők hatása tavaszi hajtatott paradicsom fürtönkénti virágzására és termésképzésére. *Kertgazdaság*, 2, 9-16.
170. Pék Z. and Helyes L. (2002): Simultaneous appreciation of flowering and fruit setting dynamics in spring and autumn tomato forcing. *Bulletin of the Szent István University*, 21-27.
171. Pék Z. and Helyes L. (2000): Simultaneous appreciation of flowering and fruit setting dynamics in spring tomato forcing. *Abstract of Lippay János and Vas Károly Scientific Symposium*, Budapest, 588-589.
172. Pék Z. and Helyes L.: Effect of temperature to truss flowering rate of tomato *Journal of the Science of Food and Agriculture* (accepted in April, 2004).
173. Perry, K.B., Wu, Y., Sanders, D.C., Garrett, J.T., Decoteau, D.R., Nagata R.T., Dufault, R.J., Batal, K.D., Granberry, D.M. and Mclaurin, W.J. (1997): Heat units to predict tomato harvest in southeast USA. *Agriculture and Forest Meteorology*, 84, 249-254.
174. Phatak, S. C., Wittwer, S. H. and Teubner, F. G. (1966): Top and root temperature effects on tomato flowering. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 88, 527-31.
175. Philouze, J. (1978): Comparaison des effets des génes j et j-2 conditionnant Ie caractére jointless' chez la tornate et relations d' epistasie entre j et j-2 Bans les lignees de meme type varietal. *Annales de l'Amélioration des Plantes*, 28, 431-445.

176. Picken, A. J. F. (1984): A review of pollination and fruit set in the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Horticultural Science*, 59, 1-13.
177. Picken, A.J.F., Hurd, R.G. and Vince-Prue, D. (1985): Lycopersicon esculentum. In: Halevy, A.H. (ed.) CRC Handbook of Flowering, Vol. 3. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 330-346.
178. Picken, A.J.F., Stewart, K. and Klapwijk, D. (1986) Germination and vegetative development. In: Atherton, J.G. and Rudich, J. (eds) The Tomato Crop. A Scientific Basis for Improvement. Chapman and Hall, London, pp. 111-166.
179. Pogonyi Á., Pék Z. és Helyes L. (2004): Oltás hatása a paradicsom termésmennyiségére és minőségére tavaszi hajtatásban. *Kertgazdaság*, 1, 7-13.
180. Pressman, E., Peet, M.M. and Pharr, D.M. (2002): The effect of heat stress on tomato pollen characteristics is associated with changes in carbohydrate concentration in the developing anthers. *Annals of Botany*, 5, 631-636.
181. Rèaumur, R.A.F. de (1735): Observation du thermomètre faites à Paris pendant l'annèe 1735, comparèes avec celles qui ont ètè faites sous la ligne, à l Isle de France, a Alger et en quelques-unes de nos isles de l'Amèrique. Mèmoire d'Academie des Sciences, Paris.
182. Rick, C.M. (1976): Tomato (family Solanaceae), In: Simmonds, N.W. (ed.) Evolution of Crop Plants, Longman Publications, 268-273.
183. Rick, C.M. and Butler, L. (1956): Cytogenetics of the tomato. *Advances in Genetics* 8, 267-382.
184. Rick, C.M. and Dempsey, W.H. (1969): Position of the stigma in relation to fruit setting of the tomato. *Botanical Gazette* 130,180-186.
185. Royal Sluis (1999): Fajtajegyzék, Seminis Hungária Kft.
186. Rudich, J., Zamski, E. and Regev, Y. (1977): Genotypic variation for sensitivity to high temperature in the tomato: pollination and fruit set. *Botanical Gazette* 138, 448-452.
187. Rylski, I., Aloni, B., Karni, L. and Zaidman, Z. (1994): Flowering, fruit set, fruit development and fruit quality under different environmental conditions in tomato and pepper crops. *Acta-Horticulturae*, 366, 45-55.
188. Rylski, I., (1979): Fruit set and development of seeded and seedless tomato fruits under diverse regimes of temperature and pollination. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 104: 835-838.
189. Saito, T., Konno, Y. and Ito, H. (1963): Studies on the growth and fruiting of tomato. IV. Effect of the early environment on the growth and fruiting 4. Fertility of bed soil, watering and spacing. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 32, 186-96.
190. Salter, P.J. (1958): The effects of different water-regimes on the growth of plants under glass. IV. Vegetative growth and fruit development in the tomato. *Journal of Horticultural Science* 33, 1-12.
191. Sandoz Seeds (1996): Zöldségmag katalógus 1996-97, S&G Vetőmag Kft. 7.
192. Santa-Cruz, A. Martinez-Rodriguez, M.M., Bolarin, M.C., Cuartero, J. and Castilla, N. (2001): Response of plant yield and leaf ion contents to salinity in grafted tomato plants. *Acta Horticulturae*, 551, 413-417.
193. Sauser, B.J., Giacomelli, G.A., Janes, H.W. and Marcelis, L.F.M. (1998): Modelling the effects of air temperature perturbations for control of tomato plant development. *Acta-Horticulturae*, 456, 87-92.
194. Sauviller, C., Baets, W., Pien, H. and Lemeur, R. (2002): Simultom: a diagnostic tool for greenhouse tomato production. *Acta Horticulturae* 593, 219-226.
195. Sawhney, V.K. (1983): The role of temperature and its relationship with gibberellic acid in the development of floral organs of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Canadian Journal of Botany* 61, 1258-1265.

196. Sawhney, V.K. and Dabbs, D. H. (1978): Gibberellic acid induced multilocular fruits in tomato and the role of Iocule number and seed number in fruit size. *Canadian Journal of Botany* 56, 2831-2835.
197. Smith, P.G. and Millet, A.H. (1964): Germinating and sprouting responses of the tomato at low temperature. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 84, 480-484.
198. Somos A., Helyes L. (1994): Zöldséghajtatás, Egyetemi jegyzet ATE Gödöllő, 119 p.
199. Somos, A. (1971): A paradicsom. Akadémiai Kiadó, Budapest 408 p.
200. Sonneveld, C. (1985): Adaptation of fertilisation. Tuinderij, 64, 16-19.
201. Spitters, C.J.T., van Keulen, H. and van Kraalingen, D.W.G. (1989): A simple and universal crop growth simulator: SUCROS87. In: Rabbinge, R., Ward, S.A. and van Laar, H.H. (eds) Simulation and system management in crop protection. Simulation monographs. Pudoc, Wageningen, 147-181.
202. Stenvers, N. (1976): Growth, ripening and storage of tomato fruits. Sprenger Inst. Wageningen, Meded. 32, 2. p.
203. Stevens, M. A. and Rick, C. M. (1986): Genetics and breeding In: Atherton, J.G. and Rudich, J. (eds) The Tomato Crop. A scientific Basis for Improvement. Chapman and Hall, London, pp. 35-109.
204. Sugiyama, T., Iwahori, S. and Takahashi, K. (1966): Effect of high temperature on fruit setting of tomato under cover. *Acta Horticulturae* 4, 63-69.
205. Taylor, I.B. (1986): Biosystematics of the tomato In: Atherton, J.G. and Rudich, J. (eds) The Tomato Crop. A scientific Basis for Improvement. Chapman and Hall, London, pp. 1-34.
206. Tomato Genetics Cooperative (1983): Stocklist, *Report of the Tomato Genetics Cooperative*, **33,** 18-33.
207. Thompson, P.A. (1974): Characterisation of the germination response to temperature of vegetable seeds. 1. Tomatoes. *Scientia Horticulturae*, 2, 35-54.
208. Thornley, J.H.M. (1987): Modelling flower initiation. In: Atherton, J.G. (ed.) Manipulation of flowering. Butterworth, London.
209. Toole, E.H. (1961): The effect of light and other variables on the control of seed germination. *Proceedings of International Seed Testing Association*, 26, 659-673.
210. Tripp, K.E., Peet, M.M., Pharr, D.M., Willits, D.H. and Nelson, P.V. (1991): CO_2 enhanced yield and foliar deformation among tomato genotypes in elevated CO_2 environments. *Plant Physiology* 96, 713-719.
211. Varga Gy. (1969): A hőmérséklet és a víz együttes hatása az uborka termésalakulására. Kandidátusi értekezés, Agrártudományi Egyetem, Gödöllő, 201 p.
212. Verkerk, K. (1957): The pollination of tomatoes. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 5, 37-54.
213. Verkerk, K. (1964): Additional illumination before and temperature after planting of early tomatoes. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 12, 57-68.
214. Wada T., Ikeda H., Morimoto K., Furukawa H, and Abe K. (2001): Effects of minimum air temperatures at seedling stage on plant growth, yield, and fruit quality of tomatoes grown on a single-truss system. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 2001, 6, 733-739.
215. Wagenvoort, W.A. and Bierhuizen, J.F. (1977): Some aspects of seed germination in vegetables. II. The effects of temperature fluctuation, depth of sowing, seed size and cultivar on heat sum and minimum temperature for germination. *Scientia Horticulturae*, 5, 259-270.
216. Watanabe, A., Beck, J., Rosebrock, H., Huang, J., Busse, U., Luib, M. and Schott, P. (1989): Biological activities of BAS 112W and BAS 113W on fruit-setting and fruit development in tomatoes. In: Green, S.K., Griggs, T.D. and McLean, B.T. (eds): Tomato and Pepper Production in the Tropics. Asian Vegetable Research Development Center Publication no. 89-317. Shanhua, Tainan, 174-183.

217. Winsor, G.W. (1966) A note on the rapid assessment of 'boxiness' in studies of fruit quality. Annual Report of the Glasshouse Crops Research Institute for 1965. Littlehampton, UK, pp. 124-127.
218. Winsor, G.W. (1968) Potassium and the quality of glasshouse crops. Potassium and the Quality of Agricultural Products. Proceedings of the 8th Congress of the International Potash Institute, Brussels, 1966, International Potash Institute, Berne, Switzerland, pp. 303-312.
219. Winsor, G.W. (1970) A long-term factorial study of the nutrition of greenhouse tomatoes. Fertilization of Protected Crops. Proceedings of the 6th Colloquium of the International Potash Institute, Florence 1968, International Potash Institute, Berne, Switzerland, pp. 269-281.
220. Wittwer S. H. and Aung, L.H. (1969): *Lycopersicon esculentum* Mill. In: Evans, L.T. (ed.) *The induction of flowering. Some case histories.* Macmillan, 409-423. pp.
221. Wittwer, S. H. (1963): Photoperiod and flowering in the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 83, 688-94.
222. Wittwer, S. H. and Teubner, F. G. (1956): Cold exposure of tomato seedlings and flower formation. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 67, 369-76.
223. Wittwer, S. H. and Teubner, F. G. (1957): The effects of temperature and nitrogen nutrition flower formation in the tomato. *American Journal of Botany*, 44, 125-8.
224. Wittwer, S.H. and Bukovac, M.J. (1962): Exogenous plant growth substances affecting floral initiation and fruit set. Proceedings Plant Science Symposium Camden 1962. Campbell Soup Co., Camden, New Jersey, pp. 65-83.
225. Wolf, S., Rudich, J., Marani, A. and Rekah, Y. (1986): Predicting harvest date of processing tomatoes by simulation model. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 111, 11-16.
226. Yamaguchi M. (1983): World Vegetables AVI. Publishing Company 382 p.
227. Zatykó L. (1994): Paprika. In: Balázs S. (szerk.) Zöldségtermesztők kézikönyve. Mezőgazda kiadó, Budapest. 226-255.

M2. A kísérletekben mért és számított alapadatok

30. táblázat A vetéstől az első virág nyílásáig eltelt napok száma a megfigyelt növényeken fürtönként, 1999-ben

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	79	89	93	98	105	110	117	120	130	137
1/II	83	91	95	101	108	112	119	122	128	140
1/III	77	87	93	98	105	112	117	122	129	133
1/IV	79	87	93	97	105	112	117	122	129	133
1/V	79	89	94	100	105	112	119	126	133	143
1/VI	79	87	93	98	105	112	117	121	129	136
2/I	89	92	100	105	112	119	124	129	133	143
2/II	83	91	94	100	108	114	119	124	131	138
2/III	83	91	96	101	110	114	124	129	136	143
2/IV	87	91	96	103	110	114	117	124	131	138
2/V	83	91	96	101	110	117	120	126	133	136
2/VI	83	90	94	101	108	114	122	129	136	143
3/I	80	89	96	101	109	117	122	129	133	143
3/II	79	89	94	100	108	114	122	129	133	140
3/III	87	94	98	105	114	119	126	131	138	150
3/IV	87	91	96	103	110	117	122	129	136	143
3/V	83	91	96	103	110	117	122	129	138	147
3/VI	81	89	93	100	108	114	122	126	133	140
4/I	88	91	95	101	108	112	121	126	133	140
4/II	87	91	96	103	109	114	121	122	133	142
4/III	88	93	98	105	112	119	124	131	136	145
4/IV	83	89	93	100	107	112	119	124	131	140
4/V	83	89	94	101	108	114	119	126	133	140
4/VI	87	92	96	101	110	117	122	128	133	143

31. táblázat A vetéstől az első virág nyílásáig eltelt napok száma a megfigyelt növényeken fürtönként, 2001-ben

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	83	90	97	104	115	122	129	136	143	153
1/II	85	92	92	104	113	120	129	136	139	150
1/III	87	92	101	113	122	127	134	141	148	160
1/IV	78	90	99	111	118	127	132	139	148	157
1/V	78	85	92	99	111	120	129	132	141	150
2/I	78	87	90	97	108	118	125	129	139	146
2/II	76	87	92	99	106	113	120	125	132	139
2/III	78	97	104	113	118	125	132	136	143	153
2/IV	76	78	92	97	99	111	118	122	129	134
2/V	78	87	90	99	111	118	125	129	134	139
3/I	78	87	90	94	104	111	118	127	132	141
3/II	78	90	99	106	115	122	129	134	141	153
3/III	78	85	92	99	108	115	122	129	134	141
3/IV	78	90	94	101	111	118	125	132	139	150
3/V	78	87	92	99	111	118	125	132	143	155
4/I	80	90	92	104	113	118	127	132	139	146
4/II	78	87	92	101	111	118	125	132	139	150
4/III	76	83	90	94	101	111	118	127	136	139
4/IV	76	83	90	97	104	113	125	132	136	146
4/V	78	85	90	97	108	115	120	127	134	139

32. táblázat A vetéstől az első virág nyílásáig eltelt napok száma a megfigyelt növényeken fürtönként, 2002-ben

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	60	67	77	84	91	105	112	123	130	145
1/II	62	70	84	91	102	102	109	117	125	135
1/III	62	67	78	84	91	98	105	112	119	130
1/IV	62	68	78	88	95	102	109	116	126	137
1/V	63	70	81	88	95	102	109	116	123	133
1/VI	60	67	78	86	95	105	112	119	126	133
1/VII	58	68	78	84	91	102	109	116	123	130
1/VIII	63	70	81	88	95	102	109	117	126	137
2/I	81	91	98	105	112	119	126	137	144	153
2/II	81	88	98	105	112	119	126	133	144	151
2/III	78	86	95	102	109	117	123	130	140	146
2/IV	81	88	98	106	112	119	126	137	144	151
2/V	81	95	102	112	117	130	130	137	144	151
2/VI	79	88	95	102	112	117	123	130	140	147
2/VII	81	88	98	105	112	119	126	130	140	147
2/VIII	79	88	98	105	112	119	126	133	142	149

33. táblázat Az egymást követő fürtök virágnyílása között eltelt idő reciproka 1999-ben (db nap^{-1})

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I		0,100	0,250	0,200	0,143	0,200	0,143	0,333	0,104	0,135
1/II		0,125	0,250	0,167	0,143	0,250	0,143	0,333	0,167	0,083
1/III		0,100	0,167	0,200	0,143	0,143	0,200	0,200	0,143	0,250
1/IV		0,125	0,167	0,250	0,125	0,143	0,200	0,200	0,143	0,250
1/V		0,100	0,200	0,167	0,200	0,143	0,143	0,143	0,143	0,100
1/VI		0,125	0,167	0,200	0,143	0,143	0,200	0,250	0,125	0,143
2/I		0,333	0,125	0,200	0,143	0,143	0,200	0,200	0,250	0,100
2/II		0,125	0,333	0,167	0,125	0,167	0,200	0,200	0,143	0,143
2/III		0,125	0,200	0,200	0,111	0,250	0,100	0,200	0,143	0,143
2/IV		0,250	0,200	0,143	0,143	0,250	0,333	0,143	0,143	0,143
2/V		0,125	0,200	0,200	0,111	0,143	0,333	0,167	0,143	0,333
2/VI		0,143	0,250	0,143	0,143	0,167	0,125	0,143	0,143	0,143
3/I		0,111	0,143	0,200	0,125	0,125	0,200	0,143	0,250	0,100
3/II		0,100	0,200	0,167	0,125	0,167	0,125	0,143	0,250	0,143
3/III		0,143	0,250	0,143	0,111	0,200	0,143	0,200	0,143	0,083
3/IV		0,250	0,200	0,143	0,143	0,143	0,200	0,143	0,143	0,143
3/V		0,125	0,200	0,143	0,143	0,143	0,200	0,143	0,111	0,111
3/VI		0,125	0,250	0,143	0,125	0,167	0,125	0,250	0,143	0,143
4/I		0,333	0,250	0,167	0,143	0,250	0,111	0,200	0,143	0,143
4/II		0,250	0,200	0,143	0,167	0,200	0,143	0,170	0,089	0,119
4/III		0,200	0,200	0,143	0,143	0,143	0,200	0,143	0,200	0,111
4/IV		0,167	0,250	0,143	0,143	0,200	0,143	0,200	0,143	0,111
4/V		0,167	0,200	0,143	0,143	0,167	0,200	0,143	0,143	0,143
4/VI		0,200	0,250	0,200	0,111	0,143	0,200	0,167	0,200	0,100

34. táblázat Az egymást követő fürtök virágnyílása között eltelt idő reciproka 2001-ben (db nap^{-1})

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I		0,143	0,143	0,143	0,091	0,143	0,143	0,143	0,143	0,100
1/II		0,143	0,200	0,083	0,111	0,143	0,111	0,143	0,333	0,091
1/III		0,200	0,111	0,083	0,111	0,200	0,143	0,143	0,143	0,083
1/IV		0,083	0,111	0,083	0,143	0,111	0,200	0,143	0,111	0,111
1/V		0,143	0,143	0,143	0,083	0,111	0,111	0,333	0,111	0,111
2/I		0,111	0,333	0,143	0,091	0,100	0,143	0,250	0,100	0,143
2/II		0,091	0,200	0,143	0,143	0,143	0,143	0,200	0,143	0,143
2/III		0,053	0,143	0,111	0,200	0,143	0,143	0,250	0,143	0,100
2/IV		0,500	0,071	0,200	0,500	0,083	0,143	0,250	0,143	0,200
2/V		0,111	0,333	0,111	0,083	0,143	0,143	0,250	0,200	0,200
3/I		0,111	0,333	0,250	0,100	0,143	0,143	0,111	0,200	0,111
3/II		0,083	0,111	0,143	0,111	0,143	0,143	0,200	0,143	0,083
3/III		0,143	0,143	0,143	0,111	0,143	0,143	0,143	0,200	0,143
3/IV		0,083	0,250	0,143	0,100	0,143	0,143	0,143	0,143	0,091
3/V		0,111	0,200	0,143	0,083	0,143	0,143	0,143	0,091	0,083
4/I		0,100	0,500	0,083	0,111	0,200	0,111	0,200	0,143	0,143
4/II		0,111	0,200	0,111	0,100	0,143	0,143	0,143	0,143	0,140
4/III		0,143	0,143	0,250	0,143	0,100	0,143	0,111	0,111	0,333
4/IV		0,143	0,143	0,143	0,143	0,111	0,083	0,143	0,250	0,100
4/V		0,143	0,200	0,143	0,091	0,143	0,200	0,143	0,143	0,200

35. táblázat Az egymást követő fürtök virágnyílása között eltelt idő reciproka 2002-ben (db nap^{-1})

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I		0,143	0,100	0,143	0,143	0,071	0,143	0,091	0,143	0,067
1/II		0,125	0,071	0,143	0,091	0,119	0,143	0,130	0,130	0,097
1/III		0,200	0,091	0,167	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,091
1/IV		0,167	0,100	0,100	0,143	0,143	0,143	0,143	0,100	0,091
1/V		0,143	0,091	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,100
1/VI		0,143	0,091	0,125	0,111	0,100	0,143	0,143	0,143	0,143
1/VII		0,100	0,100	0,167	0,143	0,091	0,143	0,143	0,143	0,143
1/VIII		0,143	0,091	0,143	0,143	0,143	0,143	0,125	0,111	0,091
2/I		0,100	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,091	0,143	0,111
2/II		0,143	0,100	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,091	0,143
2/III		0,125	0,111	0,143	0,143	0,125	0,167	0,143	0,100	0,167
2/IV		0,143	0,100	0,125	0,167	0,143	0,143	0,091	0,143	0,143
2/V		0,071	0,143	0,100	0,200	0,077	0,150	0,143	0,143	0,143
2/VI		0,111	0,143	0,143	0,100	0,200	0,167	0,143	0,100	0,143
2/VII		0,143	0,100	0,143	0,143	0,143	0,143	0,250	0,100	0,143
2/VIII		0,111	0,100	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,108	0,140

36. táblázat Két szomszédos virágfürt első virágának nyílása közötti napok átlaghőmérsékletének összege 1999-ben (Σ°C)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	0	220,4	93,9	114,7	145,5	102,9	159,6	72,2	220,7	179,3
1/II	0	182,4	92,1	134,0	141,3	88,4	161,0	75,8	147,3	270,5
1/III	0	216,5	141,4	114,7	145,5	148,3	114,1	122,7	170,2	95,5
1/IV	0	194,6	141,4	93,6	166,6	148,3	114,1	122,7	170,2	95,5
1/V	0	220,4	116,3	135,0	102,8	148,3	161,0	173,2	168,4	226,0
1/VI	0	172,9	141,4	114,7	145,5	148,3	114,1	97,2	195,7	157,5
2/I	0	70,6	180,7	102,8	148,3	161,0	125,7	120,4	95,5	226,0
2/II	0	182,4	69,7	135,0	162,7	132,8	116,6	125,7	166,0	155,3
2/III	0	182,4	117,4	108,7	184,3	89,8	242,3	120,4	157,5	164,0
2/IV	0	94,1	117,4	150,2	142,7	89,8	69,8	172,6	166,0	155,3
2/V	0	182,4	117,4	108,7	184,3	159,6	72,2	147,8	168,4	62,0
2/VI	0	159,7	92,4	156,4	141,3	132,8	192,5	170,2	157,5	164,0
3/I	0	199,7	164,0	108,7	163,0	180,8	122,7	170,2	95,5	226,0
3/II	0	220,4	116,3	135,0	162,7	132,8	192,5	170,2	95,5	152,0
3/III	0	163,8	92,3	145,5	192,7	116,6	173,2	118,6	155,3	267,3
3/IV	0	94,1	117,4	150,2	142,7	159,6	122,7	170,2	157,5	164,0
3/V	0	182,4	117,4	150,2	142,7	159,6	122,7	170,2	201,0	202,9
3/VI	0	178,5	93,9	157,4	162,7	132,8	192,5	97,3	168,4	152,0
4/I	0	71,2	92,1	134,0	141,3	88,4	211,3	122,8	168,4	152,0
4/II	0	94,1	117,4	150,2	121,5	111,1	167,0	137,1	265,8	176,5
4/III	0	118,4	114,7	145,5	148,3	161,0	125,7	166,0	111,9	206,2
4/IV	0	135,8	93,9	157,4	142,1	109,1	161,0	125,7	166,0	201,9
4/V	0	135,8	116,3	156,4	141,3	132,8	116,6	173,2	168,4	152,0
4/VI	0	118,1	93,4	108,7	184,3	159,6	122,7	147,3	118,5	226,0

37. táblázat Két szomszédos virágfürt első virágának nyílása közötti napok átlaghőmérsékletének összege 2001-ben (Σ°C)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I		157,3	152,8	134,7	226,9	144,9	149,2	140,9	158,8	204,2
1/II		157,9	173,6	243,5	179,6	154,3	187,0	140,9	67,3	225,5
1/III		111,2	190,4	232,7	192,2	100,1	148,0	158,7	129,9	261,5
1/IV		236,1	193,4	228,1	158,0	179,9	109,6	147,7	179,3	198,2
1/V		122,3	157,9	149,3	228,1	200,0	187,0	60,5	197,1	176,1
2/I		169,0	67,1	152,8	205,0	221,7	137,8	91,2	208,2	141,0
2/II		211,9	111,2	149,3	129,5	144,2	154,3	95,8	151,7	147,7
2/III		388,9	134,7	179,6	112,4	137,8	151,7	80,4	158,8	204,2
2/IV		42,9	280,1	108,8	40,6	228,1	158,0	79,8	149,2	98,9
2/V		169,0	67,1	193,4	228,1	158,0	137,8	91,2	98,9	109,3
3/I		169,0	67,1	88,8	198,8	133,9	158,0	179,9	109,6	197,1
3/II		236,1	193,4	129,5	191,5	144,9	149,2	98,9	158,7	246,3
3/III		122,3	157,9	149,3	164,4	156,6	144,9	149,2	98,9	158,7
3/IV		236,1	88,8	145,7	187,0	158,0	137,8	151,7	147,7	225,5
3/V		169,0	111,2	149,3	228,1	158,0	137,8	151,7	239,3	245,3
4/I		206,0	44,1	243,5	179,6	112,4	179,9	109,6	147,7	141,0
4/II		169,0	111,2	190,4	187,0	158,0	137,8	151,7	147,7	131,5
4/III		121,7	157,3	88,8	145,7	187,0	158,0	179,9	190,0	67,3
4/IV		121,7	157,3	152,8	134,7	179,6	250,1	151,7	80,4	208,3
4/V		122,3	113,8	152,8	205,0	156,6	107,1	138,0	148,0	109,3

38. táblázat Két szomszédos virágfürt első virágának nyílása közötti napok átlaghőmérsékletének összege 2002-ben (Σ°C)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I		140,6	194,8	151,2	150,1	283,3	149,8	251,1	142,6	364,5
1/II		167,8	283,0	150,1	219,1	184,3	145,8	178,8	164,2	226,1
1/III		104,8	212,9	133,1	150,1	133,7	149,6	149,8	154,2	239,5
1/IV		127,0	190,7	225,1	129,7	147,4	145,8	161,5	222,3	234,7
1/V		147,7	214,5	160,6	129,7	147,4	145,8	161,5	157,8	205,5
1/VI		140,6	212,9	179,2	175,7	211,6	149,8	154,2	161,3	141,1
1/VII		197,1	190,7	133,1	150,1	219,1	145,8	161,5	157,8	142,6
1/VIII		147,7	214,5	160,6	129,7	147,4	145,8	178,8	205,0	234,7
2/I		218,7	133,7	149,6	149,8	154,2	161,3	234,7	180,3	248,6
2/II		160,6	191,7	149,6	149,8	154,2	161,3	141,1	273,9	200,9
2/III		179,2	175,7	147,4	145,8	178,8	140,5	142,6	228,7	163,3
2/IV		160,6	191,7	166,7	132,7	154,2	161,3	234,7	180,3	200,9
2/V		290,3	147,4	214,0	110,6	283,1	157,9	156,6	180,3	200,9
2/VI		202,9	129,7	147,4	214,0	110,6	157,8	142,6	228,7	191,5
2/VII		160,6	191,7	149,6	149,8	154,2	161,3	78,1	228,7	191,5
2/VIII		202,9	191,7	149,6	149,8	154,2	161,3	141,1	219,0	196,3

39. táblázat A fürtökön kinyílt virágok száma 1999-ben (db)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	8	4	9	9	8	8	10	7	9	6
1/II	6	9	8	8	7	8	6	6	12	6
1/III	7	8	9	8	9	10	15	6	7	7
1/IV	4	6	8	8	7	9	6	8	10	7
1/V	4	8	8	7	8	7	6	6	10	6
1/VI	8	8	9	9	8	8	7	8	7	6
2/I	7	7	8	7	8	7	11	7	7	6
2/II	7	8	8	7	7	7	15	7	7	7
2/III	6	8	8	8	7	7	13	7	11	6
2/IV	6	7	8	8	8	7	6	7	7	6
2/V	6	8	8	7	7	7	8	7	11	6
2/VI	5	8	8	7	8	7	7	7	7	6
3/I	4	3	8	6	6	7	5	6	5	5
3/II	5	7	6	6	5	4	6	5	5	5
3/III	6	7	5	6	6	8	5	5	5	3
3/IV	8	8	6	6	5	5	5	5	5	3
3/V	6	7	6	6	6	6	5	5	4	4
3/VI	7	6	5	6	7	5	13	6	6	5
4/I	7	8	8	7	8	7	6	9	6	6
4/II	8	12	8	7	7	6	7	7	6	6
4/III	7	7	8	6	8	7	7	6	6	6
4/IV	7	9	9	8	8	7	7	7	6	5
4/V	7	7	8	7	7	7	13	7	6	5
4/VI	7	7	13	8	8	7	12	22	6	6

40. táblázat A fürtökön kinyílt virágok száma 2001-ben (db)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	8	12	17	8	8	7	6	6	9	6
1/II	14	7	9	8	9	6	7	6	6	6
1/III	7	8	17	15	8	6	7	11	5	5
1/IV	9	8	12	13	8	7	5	7	3	3
1/V	6	6	13	8	7	7	9	5	5	3
2/I	7	8	7	10	7	7	8	8	6	6
2/II	8	6	8	9	8	7	8	8	8	6
2/III	8	11	11	10	9	8	13	5	3	6
2/IV	8	8	8	7	8	8	8	7	8	13
2/V	10	7	8	8	8	11	8	8	9	9
3/I	7	10	13	9	7	7	6	6	5	3
3/II	8	8	7	7	7	7	7	6	6	5
3/III	7	9	7	10	7	7	7	8	9	7
3/IV	8	5	7	8	12	7	6	6	6	5
3/V	8	10	7	8	8	7	5	6	5	5
4/I	7	2	9	10	6	9	9	7	6	7
4/II	11	5	12	9	13	8	6	6	3	6
4/III	8	7	8	9	9	7	7	6	6	6
4/IV	8	8	10	9	8	9	5	7	6	3
4/V	15	9	10	10	8	7	7	9	8	12

41. táblázat A fürtökön kinyílt virágok száma 2002-ben (db)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	7	7	7	7	6	7	6	7	6	5
1/II	7	9	8	8	8	8	8	8	7	6
1/III	7	9	8	8	8	8	9	7	6	6
1/IV	7	8	9	12	9	8	7	7	6	6
1/V	6	8	9	8	8	8	8	7	6	6
1/VI	7	7	8	8	8	7	7	11	12	6
1/VII	7	8	9	8	7	9	9	8	4	8
1/VIII	7	8	9	8	7	8	7	6	6	6
2/I	9	9	11	9	8	15	7	6	7	6
2/II	8	9	8	9	8	8	7	7	6	10
2/III	8	9	6	9	8	8	19	8	6	6
2/IV	10	9	8	8	7	7	10	8	8	6
2/V	8	8	10	8	8	11	10	8	9	8
2/VI	6	9	8	8	8	6	8	9	6	5
2/VII	11	9	7	7	8	6	9	9	10	14
2/VIII	11	8	10	9	8	7	5	10	6	4

42. táblázat A fürtökön belüli virágzás időtartama 1999-ben (nap)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	20	4	11	11	8	11	11	9	9	8
1/II	12	9	12	12	8	11	9	10	11	11
1/III	13	12	7	17	11	11	15	8	8	8
1/IV	10	17	11	14	8	13	8	12	10	9
1/V	13	11	13	9	13	11	6	6	9	6
1/VI	13	13	11	15	10	11	8	9	8	8
2/I	18	19	15	13	16	11	15	17	16	12
2/II	26	27	17	25	10	14	23	25	13	17
2/III	24	20	19	17	12	14	13	10	13	13
2/IV	20	20	22	15	13	14	11	13	13	11
2/V	17	16	22	17	10	11	15	13	16	13
2/VI	19	19	15	17	17	11	8	10	15	15
3/I	15	8	22	12	14	20	10	17	9	10
3/II	26	31	10	13	7	9	15	8	11	15
3/III	17	22	13	10	16	20	6	8	11	17
3/IV	31	22	11	10	5	8	8	6	8	6
3/V	17	16	11	12	13	13	10	10	8	20
3/VI	23	13	9	13	17	11	15	11	9	6
4/I	12	16	12	12	12	13	4	11	6	9
4/II	12	16	17	10	11	9	9	8	9	17
4/III	16	9	15	10	11	9	11	8	10	18
4/IV	14	13	20	13	11	9	9	11	11	23
4/V	17	13	13	17	7	9	9	9	9	23
4/VI	12	8	13	14	11	8	8	14	9	13

43. táblázat A fürtökön belüli virágzás időtartama 2001-ben (nap)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	12	10	15	17	12	15	8	13	11	8
1/II	17	22	20	17	17	10	8	11	15	11
1/III	13	20	20	13	8	10	10	13	10	5
1/IV	23	22	24	15	15	13	8	15	3	4
1/V	12	15	20	22	10	10	18	8	6	4
2/I	12	11	12	12	11	8	18	11	12	8
2/II	14	8	13	10	13	8	8	12	10	8
2/III	14	24	17	13	12	8	15	8	4	15
2/IV	11	12	13	8	15	10	10	11	11	20
2/V	26	15	22	10	12	15	12	11	15	15
3/I	26	15	12	15	10	15	8	8	8	3
3/II	12	15	13	10	11	8	8	10	13	5
3/III	12	15	10	10	11	13	11	8	10	13
3/IV	23	10	18	15	15	12	10	17	15	13
3/V	12	20	13	10	12	8	26	15	11	10
4/I	12	3	15	24	8	22	15	12	12	17
4/II	26	10	20	20	15	12	24	10	5	14
4/III	11	10	12	15	18	10	8	13	11	12
4/IV	11	10	12	12	15	15	5	10	6	4
4/V	12	13	19	12	11	8	8	15	15	22

44. táblázat A fürtökön belüli virágzás időtartama 2002-ben (nap)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	10	5	4	4	11	7	11	10	10	6
1/II	16	14	11	11	7	11	11	9	8	11
1/III	8	14	10	7	11	11	14	11	7	7
1/IV	11	10	13	14	14	15	8	10	11	14
1/V	11	11	10	10	10	10	10	10	7	14
1/VI	14	14	10	16	10	7	7	7	11	12
1/VII	12	10	10	7	7	10	14	10	3	15
1/VIII	15	16	10	7	7	15	10	6	7	8
2/I	17	11	19	12	11	14	11	7	10	5
2/II	14	17	10	12	11	7	11	11	7	7
2/III	24	16	10	13	10	9	24	14	4	12
2/IV	17	14	10	11	11	7	18	10	7	7
2/V	14	10	15	7	6	10	12	10	14	14
2/VI	9	14	10	10	7	6	14	14	7	4
2/VII	17	14	7	12	11	4	21	14	18	11
2/VIII	23	17	14	14	14	7	7	18	10	9

45. táblázat A fürtökön belüli virágzás üteme 1999-ben (db nap^{-1})

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	0,40	1,00	0,82	0,82	1,00	0,73	0,91	0,78	0,99	0,79
1/II	0,50	1,00	0,67	0,67	0,88	0,73	0,67	0,60	1,09	0,55
1/III	0,54	0,67	1,29	0,47	0,82	0,91	1,00	0,75	0,88	0,88
1/IV	0,40	0,35	0,73	0,57	0,88	0,69	0,75	0,67	1,00	0,78
1/V	0,31	0,73	0,62	0,78	0,62	0,64	1,00	1,00	1,11	1,00
1/VI	0,62	0,62	0,82	0,60	0,80	0,73	0,88	0,89	0,88	0,75
2/I	0,39	0,37	0,53	0,54	0,50	0,64	0,73	0,41	0,44	0,50
2/II	0,27	0,30	0,47	0,28	0,70	0,50	0,65	0,28	0,54	0,41
2/III	0,25	0,40	0,42	0,47	0,58	0,50	1,00	0,70	0,85	0,46
2/IV	0,30	0,35	0,36	0,53	0,62	0,50	0,55	0,54	0,54	0,55
2/V	0,35	0,50	0,36	0,41	0,70	0,64	0,53	0,54	0,69	0,46
2/VI	0,26	0,42	0,53	0,41	0,47	0,64	0,88	0,70	0,47	0,40
3/I	0,27	0,38	0,36	0,50	0,43	0,35	0,50	0,35	0,56	0,50
3/II	0,19	0,23	0,60	0,46	0,71	0,44	0,40	0,63	0,45	0,33
3/III	0,35	0,32	0,38	0,60	0,38	0,40	0,83	0,63	0,45	0,18
3/IV	0,26	0,36	0,55	0,60	1,00	0,63	0,63	0,83	0,63	0,50
3/V	0,35	0,44	0,55	0,50	0,46	0,46	0,50	0,50	0,50	0,20
3/VI	0,30	0,46	0,56	0,46	0,41	0,45	0,87	0,55	0,67	0,83
4/I	0,58	0,50	0,67	0,58	0,67	0,54	1,50	0,82	1,00	0,67
4/II	0,67	0,75	0,47	0,70	0,64	0,67	0,78	0,88	0,70	0,38
4/III	0,44	0,78	0,53	0,60	0,73	0,78	0,64	0,75	0,60	0,33
4/IV	0,50	0,69	0,45	0,62	0,73	0,78	0,78	0,64	0,55	0,22
4/V	0,41	0,54	0,62	0,41	1,00	0,78	1,44	0,78	0,67	0,22
4/VI	0,58	0,88	1,00	0,57	0,73	0,88	1,50	1,57	0,67	0,46

46. táblázat A fürtökön belüli virágzás üteme 2001-ben (db nap^{-1})

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	0,67	1,20	1,13	0,47	0,67	0,47	0,75	0,46	0,82	0,75
1/II	0,82	0,32	0,45	0,47	0,53	0,60	0,88	0,55	0,40	0,55
1/III	0,54	0,40	0,85	1,15	1,00	0,60	0,70	0,85	0,50	1,00
1/IV	0,39	0,36	0,50	0,87	0,53	0,54	0,63	0,47	1,00	0,75
1/V	0,50	0,40	0,65	0,36	0,70	0,70	0,50	0,63	0,83	0,75
2/I	0,58	0,73	0,58	0,83	0,64	0,88	0,44	0,73	0,50	0,75
2/II	0,57	0,75	0,62	0,90	0,62	0,88	1,00	0,67	0,80	0,75
2/III	0,57	0,46	0,65	0,77	0,75	1,00	0,87	0,63	0,75	0,40
2/IV	0,73	0,67	0,62	0,88	0,53	0,80	0,80	0,64	0,73	0,65
2/V	0,38	0,47	0,36	0,80	0,67	0,73	0,67	0,73	0,60	0,60
3/I	0,27	0,67	1,08	0,60	0,70	0,47	0,75	0,75	0,63	1,00
3/II	0,67	0,53	0,54	0,70	0,64	0,88	0,88	0,60	0,46	1,00
3/III	0,58	0,60	0,70	1,00	0,64	0,54	0,64	1,00	0,90	0,54
3/IV	0,35	0,50	0,39	0,53	0,80	0,58	0,60	0,35	0,40	0,38
3/V	0,67	0,50	0,54	0,80	0,67	0,88	0,19	0,40	0,45	0,50
4/I	0,58	0,67	0,60	0,42	0,75	0,41	0,60	0,58	0,50	0,41
4/II	0,42	0,50	0,60	0,45	0,87	0,67	0,25	0,60	0,60	0,44
4/III	0,73	0,70	0,67	0,60	0,50	0,70	0,88	0,46	0,55	0,50
4/IV	0,73	0,80	0,83	0,75	0,53	0,60	1,00	0,70	1,00	0,75
4/V	1,25	0,69	0,53	0,83	0,73	0,88	0,88	0,60	0,53	0,55

47. táblázat A fürtökön belüli virágzás üteme 2002-ben (db nap^{-1})

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	0,70	1,40	1,75	1,75	0,55	1,00	0,55	0,70	0,60	0,83
1/II	0,44	0,64	0,73	0,73	1,14	0,78	0,74	0,87	0,88	0,62
1/III	0,88	0,64	0,80	1,14	0,73	0,73	0,64	0,64	0,86	0,86
1/IV	0,64	0,80	0,69	0,86	0,64	0,53	0,88	0,70	0,55	0,43
1/V	0,55	0,73	0,90	0,80	0,80	0,80	0,80	0,70	0,86	0,43
1/VI	0,50	0,50	0,80	0,50	0,80	1,00	1,00	1,57	1,09	0,50
1/VII	0,58	0,80	0,90	1,14	1,00	0,90	0,64	0,80	1,33	0,53
1/VIII	0,47	0,50	0,90	1,14	1,00	0,53	0,70	1,00	0,86	0,75
2/I	0,53	0,82	0,58	0,75	0,73	1,07	0,64	0,86	0,70	1,20
2/II	0,57	0,53	0,80	0,75	0,73	1,14	0,64	0,64	0,86	1,43
2/III	0,33	0,56	0,60	0,69	0,80	0,89	0,79	0,57	1,50	0,50
2/IV	0,59	0,64	0,80	0,73	0,64	1,00	0,56	0,80	1,14	0,86
2/V	0,57	0,80	0,67	1,14	1,33	1,10	*0,83*	0,80	0,64	0,57
2/VI	0,67	0,64	0,80	0,80	1,14	1,00	0,57	0,64	0,86	1,25
2/VII	0,65	0,64	1,00	0,58	0,73	1,50	0,43	0,64	0,56	1,27
2/VIII	0,48	0,47	0,71	0,64	0,57	1,00	0,71	0,56	0,89	1,01

48. táblázat A fürtök virágzása alatt halmozódott hőmérséklet összeg 1999-ben (Σ°C)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	56,3	23,8	27,1	25,2	21,0	20,8	19,8	32,1	23,0	29,4
1/II	45,6	22,9	32,2	31,4	25,0	21,0	36,8	40,2	20,8	40,8
1/III	40,6	34,9	17,8	44,9	26,0	16,8	24,3	32,6	25,8	25,3
1/IV	54,4	64,2	30,5	36,6	24,0	22,5	33,0	36,4	22,4	28,8
1/V	72,2	31,9	35,0	26,2	35,3	24,0	24,8	23,7	20,2	21,4
1/VI	36,1	37,7	27,1	35,0	26,6	21,0	28,3	27,6	25,8	30,9
2/I	56,9	58,6	39,5	40,3	47,7	26,3	31,5	55,2	50,6	39,9
2/II	81,6	74,1	45,4	79,8	31,9	31,4	36,1	81,4	42,7	50,9
2/III	88,5	54,1	51,0	45,7	39,7	31,4	23,3	32,0	26,2	43,2
2/IV	74,1	61,9	59,7	40,4	37,9	31,4	45,0	43,2	42,7	40,9
2/V	64,6	43,8	59,7	52,2	32,5	27,8	45,4	42,5	32,2	48,1
2/VI	86,0	51,7	40,0	52,2	49,5	24,1	28,0	32,0	47,5	50,1
3/I	84,2	62,9	59,7	41,9	54,2	49,1	48,3	64,5	40,3	41,4
3/II	115,3	98,3	36,7	45,3	30,7	33,3	58,9	36,1	50,2	62,5
3/III	64,2	67,8	53,9	35,4	64,0	44,1	28,4	35,7	49,1	107,1
3/IV	85,9	59,8	39,2	34,8	22,2	28,6	39,1	28,0	37,1	42,8
3/V	64,6	50,0	39,2	42,2	50,6	36,8	48,3	44,8	46,1	95,7
3/VI	73,4	49,5	40,4	45,3	56,5	33,7	27,2	42,3	33,6	28,1
4/I	39,7	43,8	32,2	35,9	33,8	29,0	16,7	28,2	21,7	33,6
4/II	34,9	29,2	45,5	29,8	35,6	22,2	31,5	28,0	33,7	64,6
4/III	51,7	28,9	39,4	35,4	32,4	22,6	37,5	29,7	37,9	58,3
4/IV	45,9	33,0	48,0	34,0	30,3	17,9	31,5	37,5	41,6	94,0
4/V	55,4	42,5	35,0	52,2	21,9	19,1	17,0	30,5	33,6	94,0
4/VI	39,9	26,3	21,2	36,9	31,6	20,4	16,3	14,6	33,6	43,2

49. táblázat A fürtök virágzása alatt halmozódott hőmérséklet összeg 2001-ben (Σ°C)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	32,8	17,8	17,2	43,8	30,8	44,1	27,7	44,7	25,1	27,7
1/II	26,7	63,8	44,5	43,8	40,5	34,7	23,7	38,3	53,2	39,8
1/III	40,7	50,1	24,0	18,2	21,0	35,4	31,6	24,5	43,5	18,7
1/IV	52,2	55,2	40,5	24,5	38,7	39,9	33,7	45,6	21,8	28,7
1/V	39,3	55,4	30,8	56,0	31,7	29,8	41,6	33,7	23,0	31,3
2/I	33,7	30,5	36,3	22,8	34,2	22,5	48,7	29,2	41,5	28,2
2/II	35,2	30,0	33,4	20,5	34,4	25,4	19,9	31,5	27,2	27,4
2/III	34,6	44,7	31,9	27,3	27,7	21,4	23,8	36,0	23,6	50,9
2/IV	26,3	29,5	33,4	22,6	36,8	27,8	25,0	32,6	29,2	32,7
2/V	52,7	46,5	55,2	23,1	32,5	28,1	31,5	29,2	34,3	35,5
3/I	75,3	32,6	19,6	32,3	28,0	45,4	26,3	28,4	33,7	21,9
3/II	29,5	38,4	35,5	30,0	32,3	24,0	23,7	36,8	45,0	20,5
3/III	33,7	37,0	30,5	18,5	34,2	38,4	32,6	20,8	24,6	38,5
3/IV	58,7	42,7	50,6	37,6	26,5	35,6	35,0	58,0	53,2	54,4
3/V	29,5	41,4	38,1	23,1	32,5	22,5	108,9	51,6	45,1	39,8
4/I	34,3	45,6	33,6	48,8	29,6	50,8	36,5	37,2	41,5	49,6
4/II	47,9	44,1	33,4	45,3	24,5	31,1	83,1	36,3	38,3	38,7
4/III	26,3	31,2	31,8	32,3	40,6	31,7	22,5	46,6	38,3	41,5
4/IV	26,3	27,3	25,4	25,4	38,6	35,1	22,2	31,1	26,5	25,1
4/V	15,6	32,5	37,8	22,8	30,0	24,1	22,8	36,5	38,6	38,7

50. táblázat A fürtök virágzása alatt halmozódott hőmérséklet összeg 2002-ben (Σ°C)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	28,8	14,9	11,7	13,1	36,5	21,4	41,7	29,9	37,0	34,2
1/II	45,6	31,2	28,1	27,4	17,8	29,0	31,1	27,8	26,7	43,8
1/III	23,9	31,0	27,6	19,2	27,4	29,0	33,6	35,8	27,3	24,8
1/IV	32,1	24,4	31,4	23,4	32,3	40,8	26,2	31,9	38,4	62,7
1/V	32,0	26,7	24,6	23,9	26,2	26,4	27,6	31,9	24,7	58,0
1/VI	39,7	39,8	27,6	41,0	26,2	21,4	21,8	14,9	19,2	48,8
1/VII	33,3	24,4	24,5	19,2	18,5	23,4	35,4	27,9	16,6	44,3
1/VIII	42,8	40,7	24,6	16,6	21,2	40,8	31,6	22,5	23,8	34,2
2/I	39,0	24,3	37,8	29,4	31,3	20,5	32,9	29,6	39,5	19,6
2/II	36,5	38,0	26,4	29,4	31,3	20,5	32,9	37,9	33,1	17,2
2/III	62,7	36,4	34,9	31,2	27,6	25,2	29,3	40,8	17,5	52,5
2/IV	35,1	31,2	26,4	30,4	35,8	23,4	40,8	32,6	24,8	28,7
2/V	36,5	26,2	32,6	19,1	16,9	20,2	32,6	32,6	41,2	43,6
2/VI	33,8	31,2	26,2	26,4	19,1	22,5	37,1	36,3	31,2	23,1
2/VII	31,9	31,2	21,5	37,8	31,3	16,3	54,5	36,3	47,5	20,5
2/VIII	44,0	42,8	30,0	33,6	39,6	23,4	28,6	46,4	33,5	29,3

51. táblázat A fürtökön kötődött bogyók száma 1999-ben (db)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	6	4	9	9	8	8	10	7	9	6
1/II	5	8	8	8	7	8	6	6	12	6
1/III	6	8	9	8	9	10	15	6	7	7
1/IV	3	6	8	8	7	9	6	8	10	7
1/V	4	8	8	7	8	7	6	6	10	6
1/VI	5	8	9	9	8	8	7	8	7	6
2/I	7	7	8	7	8	7	11	7	7	6
2/II	7	8	8	8	7	7	15	7	7	7
2/III	6	8	8	8	7	7	13	7	11	6
2/IV	6	7	7	8	8	7	6	7	7	6
2/V	6	7	8	7	7	7	8	7	11	6
2/VI	5	8	8	8	8	7	7	7	7	6
3/I	3	3	9	6	4	7	5	6	5	5
3/II	1	7	6	6	5	4	6	5	5	5
3/III	6	6	5	6	6	8	5	5	5	3
3/IV	9	8	6	6	4	5	5	5	5	3
3/V	6	7	6	6	5	6	5	5	4	4
3/VI	7	6	5	7	7	5	13	6	6	5
4/I	6	7	8	7	8	7	6	9	6	6
4/II	7	11	8	7	7	6	7	7	6	6
4/III	7	7	8	7	7	7	7	6	6	6
4/IV	7	8	9	8	8	7	7	7	6	5
4/V	6	8	8	7	7	7	13	7	6	5
4/VI	7	7	4	8	8	7	12	22	6	6

52. táblázat A fürtökön kötődött bogyók száma 2001-ben (db)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	7	12	15	8	8	7	4	6	8	4
1/II	14	7	8	9	9	6	6	5	6	6
1/III	7	8	16	15	8	6	7	11	5	3
1/IV	9	8	11	13	8	7	4	7	3	2
1/V	6	5	12	8	7	7	9	5	4	3
2/I	7	8	6	8	7	7	8	8	5	6
2/II	8	6	8	7	8	7	8	8	8	6
2/III	8	10	10	10	9	6	13	3	2	6
2/IV	8	8	8	7	8	8	8	7	8	13
2/V	10	7	8	7	7	11	7	8	9	9
3/I	7	10	13	7	7	7	6	6	5	3
3/II	8	8	7	7	7	7	7	6	6	5
3/III	7	9	7	8	7	7	7	8	9	7
3/IV	8	5	7	8	12	7	6	6	6	4
3/V	8	10	7	7	8	7	5	6	5	5
4/I	6	1	8	10	6	8	9	6	6	5
4/II	11	5	11	9	13	8	4	6	3	6
4/III	8	7	8	9	9	7	7	4	6	6
4/IV	8	8	9	8	8	9	5	7	4	2
4/V	14	9	10	8	8	7	7	9	8	12

53. táblázat A fürtökön kötődött bogyók száma 2002-ben (db)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	7	6	7	7	6	6	1	5	3	4
1/II	7	8	8	8	8	6	4	4	2	4
1/III	6	8	8	8	8	7	6	4	5	4
1/IV	6	5	9	9	7	6	5	4	3	1
1/V	5	8	9	8	7	7	4	4	4	3
1/VI	6	4	7	7	8	7	5	7	7	5
1/VII	7	7	7	8	7	4	6	2	1	3
1/VIII	6	8	7	8	7	4	3	4	6	3
2/I	9	9	9	9	3	11	7	3	2	5
2/II	8	9	8	9	8	6	5	6	4	2
2/III	8	9	6	9	5	8	10	6	5	4
2/IV	10	9	8	7	6	6	8	7	4	5
2/V	8	8	7	3	6	6	1	2	4	4
2/VI	6	9	8	8	6	6	6	3	5	4
2/VII	11	8	7	7	7	5	9	5	5	11
2/VIII	9	8	10	9	7	6	4	9	3	4

54. táblázat A bogyófejlődés időtartama 1999-ben (nap)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	60	56	59	54	54	56	64	52	59	58
1/II	62	54	57	65	58	61	61	58	59	61
1/III	76	58	52	61	61	61	56	58	58	60
1/IV	74	58	59	55	54	54	70	44	58	60
1/V	59	56	65	59	61	54	68	61	60	58
1/VI	73	65	59	61	54	40	63	38	58	51
2/I	71	67	59	68	68	68	63	64	74	64
2/II	76	61	72	66	65	66	68	63	70	63
2/III	76	61	63	65	70	66	63	72	65	64
2/IV	66	61	63	63	70	59	70	77	70	77
2/V	76	61	63	65	70	63	67	61	60	65
2/VI	59	62	58	58	65	66	65	64	65	58
3/I	73	63	63	65	71	63	65	58	60	58
3/II	73	63	58	59	58	59	65	58	60	61
3/III	66	58	61	61	66	61	61	70	63	65
3/IV	59	54	56	56	49	56	58	58	65	58
3/V	62	61	63	56	70	63	65	58	55	68
3/VI	71	63	59	59	58	59	58	61	60	61
4/I	57	54	57	58	44	54	66	61	60	61
4/II	66	61	56	56	57	59	59	60	56	59
4/III	64	59	61	61	61	68	56	70	51	56
4/IV	69	63	52	52	59	47	40	56	49	61
4/V	55	70	58	58	44	45	40	54	60	61
4/VI	59	60	56	72	42	35	51	59	60	58

55. táblázat A bogyófejlődés időtartama 2001-ben (nap)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	77	67	63	63	73	66	66	56	61	53
1/II	70	70	65	60	61	63	59	54	58	56
1/III	68	58	59	61	56	58	56	54	47	45
1/IV	70	70	65	63	51	65	63	58	61	59
1/V	70	77	68	68	63	65	59	60	54	47
2/I	51	59	58	60	56	58	56	59	63	44
2/II	60	59	51	54	56	61	61	60	53	46
2/III	51	56	49	47	58	58	49	47	42	53
2/IV	58	70	58	53	58	53	58	66	59	58
2/V	54	59	60	58	65	58	46	56	44	53
3/I	51	63	56	61	56	63	58	56	56	51
3/II	54	65	56	61	59	59	56	56	51	53
3/III	54	65	51	54	54	56	61	56	61	54
3/IV	58	56	59	59	63	58	51	56	56	52
3/V	51	68	63	56	56	58	58	56	54	51
4/I	66	60	63	60	63	63	61	58	51	60
4/II	58	73	58	59	56	53	53	46	58	60
4/III	60	70	63	54	63	63	56	65	49	60
4/IV	56	65	58	56	56	70	63	60	59	60
4/V	65	61	53	58	52	54	68	61	42	63

56. táblázat A bogyófejlődés időtartama 2002-ben (nap)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	63	56	53	61	61	53	46	70	54	48
1/II	61	53	53	54	50	52	75	76	53	77
1/III	61	63	52	61	61	75	74	75	76	76
1/IV	61	55	67	57	78	77	64	71	78	66
1/V	60	53	56	70	70	71	64	72	72	66
1/VI	63	63	74	72	70	68	61	68	69	63
1/VII	65	77	74	74	74	71	64	71	72	66
1/VIII	82	75	71	70	70	63	64	76	64	66
2/I	64	54	54	60	53	54	47	54	55	49
2/II	56	57	60	53	53	60	47	54	61	49
2/III	67	66	57	56	56	48	42	57	49	44
2/IV	64	57	54	52	46	39	47	47	40	49
2/V	56	57	56	33	35	35	35	36	36	37
2/VI	66	64	42	43	46	41	50	47	42	52
2/VII	64	35	47	47	40	46	47	42	47	49
2/VIII	44	42	47	40	40	39	39	41	40	41

57. táblázat A bogyófejlődés üteme 1999-ben (db nap^{-1})

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	0,0167	0,0179	0,0169	0,0185	0,0185	0,0179	0,0158	0,0200	0,0171	0,0173
1/II	0,0161	0,0185	0,0175	0,0154	0,0172	0,0164	0,0164	0,0172	0,0169	0,0164
1/III	0,0132	0,0172	0,0192	0,0164	0,0164	0,0164	0,0179	0,0172	0,0172	0,0167
1/IV	0,0135	0,0172	0,0169	0,0182	0,0185	0,0185	0,0143	0,0227	0,0172	0,0167
1/V	0,0169	0,0179	0,0154	0,0169	0,0164	0,0185	0,0147	0,0164	0,0167	0,0172
1/VI	0,0137	0,0154	0,0169	0,0164	0,0185	0,0250	0,0159	0,0263	0,0172	0,0196
2/I	0,0141	0,0149	0,0169	0,0147	0,0147	0,0147	0,0159	0,0156	0,0135	0,0156
2/II	0,0132	0,0164	0,0139	0,0152	0,0154	0,0152	0,0147	0,0159	0,0143	0,0159
2/III	0,0132	0,0164	0,0159	0,0154	0,0143	0,0152	0,0159	0,0139	0,0154	0,0156
2/IV	0,0152	0,0164	0,0159	0,0159	0,0143	0,0169	0,0143	0,0130	0,0143	0,0130
2/V	0,0132	0,0164	0,0159	0,0154	0,0143	0,0159	0,0149	0,0164	0,0167	0,0154
2/VI	0,0169	0,0161	0,0172	0,0172	0,0154	0,0152	0,0154	0,0156	0,0154	0,0172
3/I	0,0137	0,0159	0,0159	0,0154	0,0141	0,0159	0,0154	0,0172	0,0167	0,0172
3/II	0,0137	0,0159	0,0172	0,0169	0,0172	0,0169	0,0154	0,0172	0,0167	0,0164
3/III	0,0152	0,0172	0,0164	0,0164	0,0152	0,0164	0,0164	0,0143	0,0159	0,0154
3/IV	0,0169	0,0185	0,0179	0,0179	0,0204	0,0179	0,0172	0,0172	0,0154	0,0172
3/V	0,0161	0,0164	0,0159	0,0179	0,0143	0,0159	0,0154	0,0172	0,0182	0,0147
3/VI	0,0141	0,0159	0,0169	0,0169	0,0172	0,0169	0,0172	0,0164	0,0167	0,0164
4/I	0,0175	0,0185	0,0175	0,0172	0,0227	0,0185	0,0152	0,0164	0,0167	0,0164
4/II	0,0152	0,0164	0,0179	0,0179	0,0175	0,0169	0,0169	0,0168	0,0180	0,0168
4/III	0,0156	0,0169	0,0164	0,0164	0,0164	0,0147	0,0179	0,0143	0,0196	0,0179
4/IV	0,0145	0,0159	0,0192	0,0192	0,0169	0,0213	0,0250	0,0179	0,0204	0,0164
4/V	0,0182	0,0143	0,0172	0,0172	0,0227	0,0222	0,0250	0,0185	0,0167	0,0164
4/VI	0,0169	0,0167	0,0179	0,0139	0,0238	0,0286	0,0196	0,0169	0,0167	0,0171

58. táblázat A bogyófejlődés üteme 2001-ben (db nap^{-1})

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	0,0130	0,0149	0,0159	0,0159	0,0137	0,0152	0,0152	0,0179	0,0164	0,0189
1/II	0,0143	0,0143	0,0154	0,0167	0,0164	0,0159	0,0169	0,0185	0,0172	0,0179
1/III	0,0147	0,0172	0,0169	0,0164	0,0179	0,0172	0,0179	0,0185	0,0213	0,0222
1/IV	0,0143	0,0143	0,0154	0,0159	0,0196	0,0154	0,0159	0,0172	0,0164	0,0169
1/V	0,0143	0,0130	0,0147	0,0147	0,0159	0,0154	0,0169	0,0167	0,0185	0,0213
2/I	0,0196	0,0169	0,0172	0,0167	0,0179	0,0172	0,0179	0,0169	0,0159	0,0227
2/II	0,0167	0,0169	0,0196	0,0185	0,0179	0,0164	0,0164	0,0167	0,0189	0,0217
2/III	0,0196	0,0179	0,0204	0,0213	0,0172	0,0172	0,0204	0,0213	0,0238	0,0189
2/IV	0,0172	0,0143	0,0172	0,0189	0,0172	0,0189	0,0172	0,0152	0,0169	0,0172
2/V	0,0185	0,0169	0,0167	0,0172	0,0154	0,0172	0,0217	0,0179	0,0227	0,0189
3/I	0,0196	0,0159	0,0179	0,0164	0,0179	0,0159	0,0172	0,0179	0,0179	0,0196
3/II	0,0185	0,0154	0,0179	0,0164	0,0169	0,0169	0,0179	0,0179	0,0196	0,0189
3/III	0,0185	0,0154	0,0196	0,0185	0,0185	0,0179	0,0164	0,0179	0,0164	0,0185
3/IV	0,0172	0,0179	0,0169	0,0169	0,0159	0,0172	0,0196	0,0179	0,0179	0,0192
3/V	0,0196	0,0147	0,0159	0,0179	0,0179	0,0172	0,0172	0,0179	0,0185	0,0196
4/I	0,0152	0,0167	0,0159	0,0167	0,0159	0,0159	0,0164	0,0172	0,0196	0,0167
4/II	0,0172	0,0137	0,0172	0,0169	0,0179	0,0189	0,0189	0,0217	0,0172	0,0168
4/III	0,0167	0,0143	0,0159	0,0185	0,0159	0,0159	0,0179	0,0154	0,0204	0,0167
4/IV	0,0179	0,0154	0,0172	0,0179	0,0179	0,0143	0,0159	0,0167	0,0169	0,0167
4/V	0,0154	0,0164	0,0189	0,0172	0,0192	0,0185	0,0147	0,0164	0,0238	0,0159

59. táblázat A bogyófejlődés üteme 2002-ben (db nap^{-1})

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	0,016	0,018	0,019	0,016	0,016	0,019	0,022	0,014	0,020	0,024
1/II	0,016	0,019	0,019	0,019	0,020	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002
1/III	0,016	0,016	0,019	0,016	0,016	0,013	0,014	0,013	0,014	0,016
1/IV	0,016	0,018	0,015	0,018	0,013	0,013	0,016	0,014	0,014	0,018
1/V	0,017	0,019	0,018	0,014	0,014	0,014	0,016	0,000	0,015	0,018
1/VI	0,016	0,016	0,014	0,014	0,014	0,015	0,016	0,015	0,016	0,018
1/VII	0,015	0,013	0,014	0,014	0,014	0,014	0,016	0,014	0,015	0,018
1/VIII	0,012	0,013	0,014	0,014	0,014	0,016	0,016	0,013	0,017	0,018
2/I	0,016	0,019	0,019	0,017	0,019	0,019	0,021	0,000	0,020	0,023
2/II	0,018	0,018	0,017	0,019	0,019	0,017	0,021	0,020	0,018	0,023
2/III	0,015	0,015	0,018	0,018	0,018	0,021	0,024	0,019	0,022	0,026
2/IV	0,016	0,018	0,019	0,019	0,022	0,026	0,021	0,023	0,027	0,023
2/V	0,018	0,018	0,018	0,030	0,029	0,029	0,029	0,030	0,030	0,031
2/VI	0,015	0,016	0,024	0,023	0,022	0,024	0,020	0,023	0,025	0,022
2/VII	0,016	0,029	0,021	0,021	0,025	0,022	0,021	0,026	0,023	0,023
2/VIII	0,023	0,024	0,021	0,025	0,025	0,023	0,026	0,026	0,024	0,028

60. táblázat A bogyófejlődés alatt halmozódott hőmérséklet összeg 1999-ben (Σ°C)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	1374	1298	1342	1225	1214	1241	1422	1151	1294	1271
1/II	1430	1249	1297	1426	1284	1350	1365	1291	1300	1324
1/III	1717	1344	1203	1361	1343	1350	1239	1291	1275	1345
1/IV	1677	1344	1342	1249	1214	1197	1571	963	1275	1320
1/V	1353	1298	1454	1318	1343	1197	1521	1349	1345	1251
1/VI	1655	1484	1342	1361	1214	933	1414	859	1275	1116
2/I	1595	1501	1318	1495	1525	1521	1397	1413	1618	1392
2/II	1705	1389	1583	1447	1436	1480	1521	1397	1525	1368
2/III	1705	1389	1409	1426	1570	1480	1397	1571	1412	1392
2/IV	1505	1389	1409	1384	1570	1304	1571	1693	1525	1733
2/V	1705	1389	1409	1426	1570	1414	1498	1349	1320	1412
2/VI	1353	1413	1319	1297	1436	1480	1448	1413	1412	1251
3/I	1655	1438	1409	1426	1591	1414	1448	1275	1320	1251
3/II	1570	1438	1319	1318	1284	1304	1448	1275	1320	1324
3/III	1505	1319	1361	1343	1480	1365	1349	1525	1368	1466
3/IV	1365	1249	1274	1254	1112	1239	1291	1275	1412	1251
3/V	1430	1389	1409	1254	1570	1414	1448	1275	1211	1528
3/VI	1613	1438	1342	1318	1284	1304	1291	1349	1320	1324
4/I	1321	1249	1297	1297	1020	1197	1473	1349	1320	1324
4/II	1505	1389	1274	1254	1263	1304	1316	1322	1230	1305
4/III	1460	1342	1361	1343	1350	1521	1241	1525	1116	1204
4/IV	1570	1438	1203	1183	1303	1068	907	1241	1073	1324
4/V	1268	1573	1319	1297	1020	1022	907	1192	1320	1324
4/VI	1365	1366	1274	1578	977	822	1116	1300	1320	1347

61. táblázat A bogyófejlődés alatt halmozódott hőmérséklet összeg 2001-ben (Σ°C)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	1632	1414	1328	1326	1623	1473	1465	1281	1354	1194
1/II	1533	1470	1374	1261	1316	1375	1330	1231	1315	1267
1/III	1485	1222	1244	1316	1206	1289	1272	1223	1089	1023
1/IV	1452	1477	1359	1361	1085	1472	1418	1315	1388	1390
1/V	1452	1630	1437	1424	1361	1426	1330	1361	1223	1090
2/I	1064	1249	1216	1265	1192	1240	1226	1330	1415	1016
2/II	1251	1249	1088	1139	1186	1316	1323	1329	1178	1033
2/III	1064	1183	1041	1014	1240	1278	1075	1047	939	1194
2/IV	1209	1452	1222	1113	1221	1133	1240	1473	1330	1322
2/V	1125	1249	1262	1221	1400	1240	994	1243	959	1216
3/I	1064	1333	1178	1286	1187	1361	1240	1238	1265	1167
3/II	1125	1373	1181	1293	1269	1283	1243	1272	1167	1194
3/III	1125	1381	1088	1139	1151	1200	1335	1243	1379	1223
3/IV	1205	1178	1245	1244	1361	1240	1102	1265	1273	1190
3/V	1064	1445	1333	1181	1198	1240	1278	1265	1221	1153
4/I	1377	1262	1333	1261	1356	1364	1376	1311	1166	1342
4/II	1205	1549	1222	1244	1198	1132	1149	998	1315	1343
4/III	1251	1487	1332	1128	1318	1361	1201	1472	1098	1358
4/IV	1171	1370	1216	1183	1187	1532	1416	1361	1338	1342
4/V	1364	1297	1128	1224	1118	1154	1513	1376	912	1415

62. táblázat A bogyófejlődés alatt halmozódott hőmérséklet összeg 2002-ben (Σ°C)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	1339	1305	1339	1285	1420	1420	1255	1463	1256	1464
1/II	1203	1180	1203	1280	1261	1281	1261	1281	1261	1282
1/III	1006	1128	1128	1212	1267	1267	1326	1409	1326	1409
1/IV	1145	1261	1308	1261	1258	1237	1320	1258	1320	1259
1/V	1199	1326	1326	1326	1288	1288	1288	1288	1289	1288
1/VI	1258	1320	1116	1320	1510	1364	1173	1510	1174	1511
1/VII	1288	1356	1288	1177	1346	1200	1266	1200	1267	1201
1/VIII	1266	1423	1364	1173	1412	1331	1473	1575	1473	1575
2/I	1305	1285	1371	1420	1274	1420	1420	1420	1421	1421
2/II	1203	1280	1180	1199	1308	1326	1459	1327	1459	1328
2/III	1128	1212	1481	1267	1326	1320	1267	1320	1268	1321
2/IV	1353	1261	1353	1258	1320	1288	1258	1289	1259	1290
2/V	1199	1128	1397	1517	1356	1173	1288	1173	1288	1173
2/VI	1267	1178	1320	1364	1401	1118	1364	1119	1364	1119
2/VII	1258	1177	1177	1346	1266	1118	1200	1119	1200	1119
2/VIII	1288	1195	1423	1494	1473	1494	1473	1495	1474	1496

63. táblázat A fürtönként betakarított bogyók száma 1999-ben (db)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	5	4	9	12	10	1	5	5	6	5
1/II	5	8	8	7	7	6	4	5	6	5
1/III	5	6	8	8	8	9	12	4	6	5
1/IV	3	6	11	9	7	6	2	8	10	8
1/V	5	8	5	7	7	5	3	3	6	5
1/VI	4	6	7	9	6	7	3	7	4	4
2/I	3	2	6	4	5	5	5	5	3	4
2/II	1	3	4	8	5	4	5	6	5	7
2/III	1	4	6	5	1	4	9	4	4	4
2/IV	1	7	7	11	4	2	6	6	6	3
2/V	0	7	7	5	4	5	3	6	10	6
2/VI	0	6	7	7	3	3	3	5	5	4
3/I	3	3	7	7	1	6	5	5	3	5
3/II	1	5	6	6	5	2	3	4	3	4
3/III	6	6	7	7	2	7	5	2	3	1
3/IV	6	7	6	5	4	3	5	5	1	2
3/V	5	7	8	8	1	1	5	3	2	2
3/VI	5	6	5	6	6	3	9	5	4	3
4/I	5	8	8	4	8	5	3	8	5	5
4/II	6	9	6	4	7	6	8	8	6	3
4/III	4	7	8	4	4	4	7	1	5	4
4/IV	5	6	8	8	7	4	3	7	6	2
4/V	5	5	8	7	6	7	11	7	4	3
4/VI	3	6	14	7	7	7	11	17	8	3

64. táblázat A fürtönként betakarított bogyók száma 2001-ben (db)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	6	7	7	9	6	5	8	7	8	10
1/II	12	4	11	8	4	7	4	10	8	6
1/III	16	7	13	11	11	11	8	11	8	9
1/IV	3	7	9	10	8	5	7	10	8	10
1/V	4	7	7	9	8	7	8	9	7	3
2/I	4	2	6	6	6	7	9	6	10	11
2/II	3	5	5	4	4	8	6	10	10	10
2/III	5	5	7	6	4	8	7	2	3	3
2/IV	6	6	6	2	8	3	8	1	8	9
2/V	7	3	0	1	5	6	5	6	8	7
3/I	6	7	7	9	6	5	8	7	8	10
3/II	12	4	11	8	4	7	4	10	8	6
3/III	16	7	13	11	11	11	8	11	8	9
3/IV	3	7	9	10	8	5	7	10	8	10
3/V	4	7	7	9	8	7	8	9	7	3
4/I	4	2	6	6	6	7	9	6	10	11
4/II	3	5	5	4	4	8	6	10	10	10
4/III	5	5	7	6	4	8	7	2	3	3
4/IV	6	6	6	2	8	3	8	1	8	9
4/V	7	3	0	1	5	6	5	6	8	7

65. táblázat A fürtönként betakarított bogyók száma 2002-ben (db)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	5	6	7	7	6	6	1	5	3	0
1/II	5	9	8	8	8	7	7	4	5	4
1/III	6	4	9	11	9	4	5	4	3	1
1/IV	7	8	9	8	8	8	4	4	5	3
1/V	6	6	7	8	7	7	7	9	8	0
1/VI	7	9	7	8	7	5	7	4	1	3
1/VII	7	8	8	10	7	5	1	3	6	1
1/VIII	9	11	13	6	2	11	7	4	6	6
2/I	9	9	8	9	8	6	5	6	0	6
2/II	8	9	6	9	11	7	11	6	5	4
2/III	9	9	8	7	6	6	9	5	8	5
2/IV	8	8	7	5	8	6	1	0	6	7
2/V	6	10	8	8	6	9	4	4	5	4
2/VI	11	9	7	7	7	5	9	5	5	11
2/VII	11	8	10	8	7	6	4	9	0	0
2/VIII	10	10	8	7	7	7	6	5	4	6

66. táblázat A fürtönként betakarított bogyók összes tömege 1999-ben (kg)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	0,30	0,32	0,61	1,04	0,93	0,04	0,50	0,52	0,61	0,50
1/II	0,32	0,69	0,77	0,72	0,58	0,57	0,47	0,57	0,55	0,55
1/III	0,17	0,53	0,79	0,84	0,88	0,79	1,32	0,56	0,62	0,55
1/IV	0,03	0,31	0,49	0,63	0,57	0,22	0,11	0,62	1,05	0,59
1/V	0,25	0,59	0,26	0,72	0,72	0,39	0,34	0,29	0,54	0,49
1/VI	0,23	0,43	0,42	0,72	0,48	0,48	0,25	0,57	0,31	0,30
2/I	0,14	0,11	0,42	0,59	0,72	0,46	0,56	0,58	0,32	0,62
2/II	0,05	0,30	0,32	0,78	0,86	0,30	0,27	0,39	0,57	0,48
2/III	0,05	0,41	0,64	0,67	0,09	0,62	0,98	0,24	0,45	0,51
2/IV	0,12	0,39	0,55	1,13	0,36	0,29	0,47	0,59	0,68	0,25
2/V	0,00	0,47	0,50	0,46	0,44	0,50	0,31	0,68	1,00	0,39
2/VI	0,00	0,33	0,43	0,52	0,31	0,21	0,18	0,28	0,55	0,30
3/I	0,23	0,20	0,67	0,88	0,10	0,75	0,65	0,55	0,31	0,56
3/II	0,06	0,30	0,60	0,55	0,64	0,27	0,29	0,45	0,34	0,46
3/III	0,39	0,39	0,65	0,79	0,15	0,71	0,52	0,16	0,29	0,09
3/IV	0,27	0,56	0,64	0,70	0,44	0,35	0,59	0,56	0,14	0,27
3/V	0,44	0,65	0,81	1,06	0,12	0,16	0,62	0,42	0,34	0,30
3/VI	0,32	0,48	0,39	0,64	0,84	0,40	1,17	0,65	0,49	0,42
4/I	0,30	0,43	0,92	0,53	0,70	0,78	0,20	1,01	0,53	0,62
4/II	0,48	0,45	0,56	0,41	0,88	0,71	0,90	0,67	0,57	0,29
4/III	0,39	0,64	0,80	0,47	0,65	0,53	1,00	0,04	0,56	0,27
4/IV	0,19	0,48	0,54	0,70	0,78	0,37	0,21	0,74	0,61	0,22
4/V	0,18	0,16	0,79	0,83	1,01	0,63	1,04	0,77	0,50	0,21
4/VI	0,21	0,41	1,00	0,67	0,40	0,52	0,84	1,23	0,65	0,37

67. táblázat A fürtönként betakarított bogyók összes tömege 2001-ben (kg)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	0,14	0,28	0,14	0,33	0,21	0,10	0,11	0,13	0,18	0,24
1/II	0,79	0,21	0,42	0,40	0,17	0,14	0,19	0,41	0,08	0,27
1/III	1,73	0,33	0,94	0,91	1,18	0,44	0,41	0,46	0,26	0,53
1/IV	0,40	0,71	0,55	0,85	1,08	0,36	0,52	0,38	0,40	0,95
1/V	0,33	0,78	0,58	0,86	0,84	0,49	0,37	0,39	0,32	0,12
2/I	0,48	0,25	0,26	0,53	0,58	0,32	0,42	0,23	0,42	0,51
2/II	0,39	0,54	0,47	0,39	0,32	0,26	0,17	0,57	0,33	0,57
2/III	0,63	0,55	0,68	0,59	0,63	0,49	0,24	0,09	0,23	0,30
2/IV	0,67	0,77	0,52	0,20	0,77	0,07	0,48	0,03	0,34	0,59
2/V	0,81	0,31	0,00	0,11	0,32	0,27	0,43	0,36	0,62	0,50
3/I	0,14	0,28	0,14	0,33	0,21	0,10	0,11	0,13	0,18	0,24
3/II	0,79	0,21	0,42	0,40	0,17	0,14	0,19	0,41	0,08	0,27
3/III	1,73	0,33	0,94	0,91	1,18	0,44	0,41	0,46	0,26	0,53
3/IV	0,40	0,71	0,55	0,85	1,08	0,36	0,52	0,38	0,40	0,95
3/V	0,33	0,78	0,58	0,86	0,84	0,49	0,37	0,39	0,32	0,12
4/I	0,48	0,25	0,26	0,53	0,58	0,32	0,42	0,23	0,42	0,51
4/II	0,39	0,54	0,47	0,39	0,32	0,26	0,17	0,57	0,33	0,57
4/III	0,63	0,55	0,68	0,59	0,63	0,49	0,24	0,09	0,23	0,30
4/IV	0,67	0,77	0,52	0,20	0,77	0,07	0,48	0,03	0,34	0,59
4/V	0,81	0,31	0,00	0,11	0,32	0,27	0,43	0,36	0,62	0,50

68. táblázat A fürtönként betakarított bogyók összes tömege 2002-ben (kg)

Fürt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fajta/ism.										
1/I	0,37	0,42	0,43	0,49	0,37	0,30	0,08	0,36	0,18	0,00
1/II	0,25	0,62	0,78	0,87	0,81	0,64	0,47	0,32	0,45	0,38
1/III	0,49	0,27	0,84	0,89	0,58	0,31	0,32	0,13	0,11	0,04
1/IV	0,57	0,38	0,82	0,64	0,51	0,51	0,27	0,21	0,24	0,09
1/V	0,44	0,30	0,56	0,82	0,68	0,69	0,55	0,22	0,71	0,00
1/VI	0,34	0,30	0,53	1,05	0,83	0,49	0,56	0,26	0,05	0,23
1/VII	0,51	0,62	0,69	1,08	0,69	0,42	0,13	0,37	0,54	0,01
1/VIII	1,29	1,48	1,60	0,68	0,18	1,05	0,75	0,22	0,09	0,10
2/I	0,97	1,24	0,88	1,16	0,96	0,34	0,59	0,59	0,00	0,08
2/II	0,90	1,35	0,94	1,25	1,28	0,83	0,99	0,59	0,40	0,32
2/III	0,85	1,05	1,03	0,81	0,59	0,71	0,82	0,47	0,51	0,28
2/IV	1,09	0,90	0,92	0,30	0,64	0,75	0,13	0,00	0,16	0,45
2/V	0,73	1,44	1,17	1,02	0,70	1,08	0,52	0,29	0,73	0,29
2/VI	1,11	1,14	1,03	0,88	0,77	0,53	0,80	0,41	0,43	0,61
2/VII	1,07	0,96	1,27	0,92	0,76	0,42	0,24	0,47	0,00	0,00
2/VIII	1,19	1,40	1,24	0,94	0,82	0,77	0,64	0,41	0,33	0,34

M3. Ábrák jegyzéke

1. ábra A paradicsom betakarított termőterületének és termésmennyiségének alakulása a világon az utóbbi 10 évben (FAO, 2004) 5
2. ábra A paradicsom betakarított termőterületének és termésmennyiségének alakulása Magyarországon az utóbbi évek során, MZGySzT (1997; 1998; 1999; 2000; 2001; 2002; 2003) alapján 7
3. ábra Az I. osztályú ömlesztett paradicsom nagybani piaci átlagárának, valamint az import paradicsom átlagos mennyiségének havonkénti alakulása Magyarországon az utóbbi években. (MZGYT, 1998, 1999, 2000; 2001; 2002; 2003;2004 alapján) 8
4. ábra Az öntözővíz-szükséglet a paradicsomhajtatásban (Kóródi 2000). 12
5. ábra EC érték és a termés kapcsolata Sonneveld (1985) alapján 13
6. ábra A folytonnövő paradicsom hajtásán fejlődő levél és virágfürt elhelyezkedésének vázlatos bemutatása. Az A, B és C jelű levelek kialakulása a virágfürt differenciálódása előtt következik be. A D jelű levél az első a hónaljhajtáson (Calvert, 1965). 15
7. ábra A vetési időpont hatása, a virágzásáig eltelt napok számára (Calvert, 1964b, alapján) 16
8. ábra A fürtönként folyamatosan megjelenő virágok száma őszi hajtatás esetén. Gödöllő, 1991-1992; Fajta: Floriset (Helyes-Varga, 1994) 17
9. ábra A hőmérséklet hatása a bogyófejlődés ütemére, különböző bogyófejlettségi állapotokban (10%, 30%, 60%, 90%) de Koning, (2001) 23
10. ábra A paradicsom bogyó napi (ml nap^{-1}), halmozott (ml) és relatív (ml ml^{-1} nap^{-1}) téfogat-növekedése a megtermékenyítéstől, Monselise et al. (1978) 23
11. ábra Az exponenciális és szigmoid növekedési görbe, valamint a növekedés mértékének leírására alkalmazott paraméterek (Krug, 1997) 29
12. ábra A kísérletek ismétléseinek elrendezése 1999-ben 32
13. ábra A kísérletek ismétléseinek elrendezése 2001-ben 32
14. ábra A kísérletek ismétléseinek elrendezése 2002-ben 33
15. ábra A paradicsom állományképe, a termőidőszak első felében, 2001-ben, Gödöllőn 34
16. ábra A kísérlet alatt, 1999-ben mért hőmérsékleti és besugárzási (PAR) értékek napi átlagai 37
17. ábra A kísérlet alatt, 2001-ben mért hőmérsékleti és besugárzási értékek napi átlagai 38
18. ábra A kísérlet alatt, 2002-ben mért hőmérsékleti és besugárzási értékek napi átlagai 38
19. ábra Az első virág nyílásáig eltelt napok száma az október 1-től a vetésig eltelt napok számának függvényében (n=52) 42
20. ábra A paradicsom vetésétől az első virág nyílásáig relatíve felhalmozódott PAR (mól m^{-2}), a három kísérleti évben 43
21. ábra Az egymást követő első 10 fürtszint virágzáskezdetének átlagos üteme a napi átlaghőmérséklet függvényében (n=27) 46
22. ábra Az első fürtszint virágzáskezdetétől a következő fürtök első virágainak nyílásáig felhalmozódott hőmérsékletösszeg, a három kísérleti évben együttesen (n=600). 46
23. ábra A fürtszintek virágzáskezdetének üteme, a fürtszintek első virágainak nyílása között felhalmozódott hőmérsékletösszeg függvényében (n=540). 47
24. ábra A fürtszintek virágzáskezdetének szimulációs modelljei az 1999-ben mért adatokkal összehasonlítva .. 48
25. ábra A fürtszintek virágzáskezdetének szimulációs modelljei a 2001-ben mért adatokkal összehasonlítva 49
26. ábra A fürtök virágzáskezdetének szimulációs modelljei a 2002-ben mért adatokkal összehasonlítva 49
27. ábra A virágzás relatív időtartama az első 10 fürtön, a virágzás kezdetétől, a fajták átlagában 1999-, 2001- és 2002-ben (n=60) 53
28. ábra A virágok számának alakulása virágzás kezdetétől a tizedik fürtig a fajták átlagában, a virágzás átlagos ütemét szemléltető egyenesekkel 1999-ben (n=24) 54
29. ábra A fürtön belüli átlagos virágzás üteme a napi átlaghőmérséklet függvényében (n=30) 55
30. ábra A virágok halmozott számának alakulása növényenként, a kialakulásukig halmozott hőmérsékletösszeg függvényében (n=600) 56
31. ábra A virágzás üteme az egy virágra jutó, virágzás alatt felhalmozódott hőmérsékletösszeg függvényében (n=600) 57
32. ábra A virágzás üteme az egy virágra jutó, virágzás alatt felhalmozódott fotoszintetikusan aktív sugárzás (PAR) összegének függvényében (n=600) 58
33. ábra A mért és a virágzási modellek által számított virágok száma növényenként, az első tíz fürt virágzásának időtartama alatt 1999-ben 59
34. ábra A mért és a virágzási modellek által számított virágok halmozott számának alakulása növényenként, az első tíz fürt virágzásának időtartama alatt 1999-ben 60
35. ábra A mért és a virágzási modell által számított virágok száma növényenként, az első tíz fürt virágzásának időtartama alatt 2001-ben 60

36. ábra A mért és a virágzási modell által számított virágok halmozott számának alakulása, növényenként, az első tíz fürt virágzásának időtartama alatt 2001-ben 61
37. ábra A mért és a virágzási modell által számított virágok száma növényenként, az első tíz fürt virágzásának időtartama alatt 2002-ben 62
38. ábra A mért és a virágzási modell által számított virágok halmozott számának alakulása, növényenként, az első tíz fürt virágzásának időtartama alatt 2002-ben 62
39. ábra Az fv2 virágzási modell alapján előre jelzett virágok halmozott száma (fürtönként 7 virág és 10 fürt esetén), állandó napi középhőmérsékleteken 63
40. ábra A virágok és kötődött bogyók száma, az első tíz fürtön, a fajták átlagában, 1999-ben (±SE) (n=24) 64
41. ábra A virágok és kötődött bogyók száma, az első tíz fürtön, a fajták átlagában, 2001-ben (±SE) (n=20) 64
42. ábra A virágok és kötődött bogyók száma, az első tíz fürtön, a fajták átlagában, 2002-ben (±SE) (n=16) 65
43. ábra A bogyófejlődés időtartama az első 10 fürtön, az első virág nyílásától (n=60) 68
44. ábra Az első tíz fürt átlagos bogyófejlődési üteme a napi átlaghőmérséklet függvényében (n=30) 69
45. ábra Az egymást követő fürtök első bogyóinak betakarításáig felhalmozódott hőmérsékletösszeg (n=600) 70
46. ábra A bogyófejlődés üteme a bogyófejlődés alatt felhalmozódott hőmérsékletösszeg függvényében (n=600) 70
47. ábra A betakarítás kezdete a mért és a bogyófejlődési modellek által számított értékek az első tíz fürtön, 1999-ben 71
48. ábra A betakarítás kezdete a mért és a bogyófejlődési modellek által számított értékek szerint, az első tíz fürtön, 2001-ben 72
49. ábra A betakarítás kezdete a mért és a bogyófejlődési modellek által számított értékek szerint, az első tíz fürtön, 2002-ben 72
50. ábra A fürtönkénti termés halmozott mennyisége, az első tíz fürtön, a fajták átlagában, 1999-ben 73
51. ábra Az első tíz fürt érési üteme (kg m^{-2} nap^{-1}) az előző szedési időponttól a következő szedési időpontig halmozott hőmérsékleti összegek függvényében, 2001-ben (n=193) 74
52. ábra Az első tíz fürtemelet szedésenként halmozott terméseredménye a betakarítás kezdetétől a szedési időpontokban halmozott hőmérsékleti összegek függvényében 1999, 2001 és 2002-ben (n=273) 75
53. ábra A mért és a termésdinamika modellek által számított termésmennyiségek, szedésenként, 1999-ben 77
54. ábra A mért és a termésdinamika modellek által számított halmozott termésmennyiségek, 1999-ben 78
55. ábra A mért és a termésdinamika modell által számított termésmennyiségek, szedésenként, 2001-ben 78
56. ábra A mért és a termésdinamika modell által számított halmozott termésmennyiségek, 2001-ben 79
57. ábra A mért és a termésdinamika modell által számított termésmennyiségek, szedésenként, 2002-ben 79
58. ábra A mért és a termésdinamika modell által számított halmozott termésmennyiségek, 2002-ben 80
59. ábra A szedésenkénti termésmennyiségek alakulása a td1 modell alapján, az első tíz fürtön, különböző napi átlaghőmérsékleteken (fürtönként 7 bogyóval, bogyónként 120g átlagtömeggel és 2 növény m^{-2} állománysűrűség esetén) 81
60. ábra A halmozott termésmennyiségek alakulása a td1 modell alapján, az első tíz fürtön, különböző napi átlaghőmérsékleteken (fürtönként 7 bogyóval, bogyónként 120g átlagtömeggel és 2 növény m^{-2} állománysűrűség esetén) 81

M4. Táblázatok jegyzéke

1. táblázat A jelentősebb európai paradicsomtermesztő országok termelési adatai 2003-ban (FAO, 2004) 6
2. táblázat Az összes becsült tápanyagfelvétel a paradicsom hajtatásában, 10 kg m^{-2} termésátlag esetén (kg/ha) 12
3. táblázat A környezeti tényezők hatása a növekedés jellegére (Kóródi, 2000). 15
4. táblázat A paradicsom bogyójának érettségi fázisai, Yamaguchi (1983) alapján. 26
5. táblázat Az érés során előforduló érettségi állapotok, Stenvers (1976) alapján 27
6. táblázat A terméseredmények várható alakulása Magyarországon, a hajtatás módjától és kultúra hosszától függően (Helyes, 1999) 27
7. táblázat Szabadföldi és hajtatott paradicsomtermesztési modellek. 30
8. táblázat A kísérletek beállításának fontosabb jellemzői 31
9. táblázat Az 1999-ben vizsgált fajták jellemzése, a kísérletben feltüntetett sorszámuk szerint 33
10. táblázat A 2001-ben vizsgált fajták jellemzése, a kísérletben feltüntetett sorszámuk szerint 33
11. táblázat A 2002-ben vizsgált fajták jellemzése, a kísérletben feltüntetett sorszámuk szerint 35
12. táblázat A betegség-ellenállóság jelmagyarázata 35
13. táblázat A vetéstől az első virág kinyílásáig eltelt napok száma a fajták átlagában. 41
14. táblázat Az egymást követő fürtök virágzáskezdetének üteme és első virágainak nyílása között felhalmozódott hőmérsékletösszeg értékek 44
15. táblázat A fürtvirágzás kezdetének szempontjából vizsgált paraméterek statisztikai különbségeinek szignifikancia szintjei 44
16. táblázat A fürtök virágzáskezdetének és a hőmérsékleti összegek összefüggéseiből kialakított modellek, valamint a TOMPOUSSE modell virágzás-előrejelzési függvényei 48
17. táblázat A virágzás jellemzése fürtszintenként 1999-ben (n=24) 50
18. táblázat A virágzás jellemzése fürtszintenként 2001-ben (n=20) 51
19. táblázat A virágzás jellemzése fürtszintenként 2002-ben (n=16) 51
20. táblázat A fürtökön belüli virágzás szempontjából vizsgált paraméterek statisztikai különbségeinek szignifikancia szintjei (n=24 1999-ben, n=20 2001-ben, n=16 2002-ben,) 52
21. táblázat A fürtök virágzásának és a hőmérsékleti összegek összefüggéseiből kialakított modellek előrejelzési függvényei 57
22. táblázat A kötődés jellemzése, a fajták átlagában, 1999-ben, (P=0,05), (n=24) 66
23. táblázat. A kötődés jellemzése, a fajták átlagában, 2001-ben, a szignifikáns differenciák értékeivel (P=0,05) (n=20) 66
24. táblázat A kötődés jellemzése, a fajták átlagában, 2002-ben, a szignifikáns differenciák értékeivel (P=0,05) (n=16) 67
25. táblázat A bogyófejlődés szempontjából vizsgált paraméterek statisztikai különbségeinek szignifikancia szintjei (n=24 1999-ben; n=20 2001-ben; n=16 2002-ben) 67
26. táblázat A fürtök éréskezdetének és a hőmérsékleti összegek összefüggéseiből kialakított modellek, valamint a TOMPOUSSE modell érés-előrejelzési függvényei 71
27. táblázat A fürtönként átlagosan betakarított bogyók száma, a fajták átlagában, a három kísérleti évben (n=60) 73
28. táblázat Termésdinamika 1 modell számításához szükséges képletek és bemeneti értékek 76
29. táblázat Termésdinamika 2 modell számításához szükséges képletek és bemeneti értékek 76
30. táblázat A vetéstől az első virág nyílásáig eltelt napok száma a megfigyelt növényeken fürtönként, 1999-ben 106
31. táblázat A vetéstől az első virág nyílásáig eltelt napok száma a megfigyelt növényeken fürtönként, 2001-ben 106
32. táblázat A vetéstől az első virág nyílásáig eltelt napok száma a megfigyelt növényeken fürtönként, 2002-ben 107
33. táblázat Az egymást követő fürtök virágnyílása között eltelt idő reciproka 1999-ben (db nap^{-1}) 107
34. táblázat Az egymást követő fürtök virágnyílása között eltelt idő reciproka 2001-ben (db nap^{-1}) 108
35. táblázat Az egymást követő fürtök virágnyílása között eltelt idő reciproka 2002-ben (db nap^{-1}) 108
36. táblázat Két szomszédos virágfürt első virágának nyílása közötti napok átlaghőmérsékletének összege 1999-ben (Σ°C) 109
37. táblázat Két szomszédos virágfürt első virágának nyílása közötti napok átlaghőmérsékletének összege 2001-ben (Σ°C) 109
38. táblázat Két szomszédos virágfürt első virágának nyílása közötti napok átlaghőmérsékletének összege 2002-ben (Σ°C) 110
39. táblázat A fürtökön kinyílt virágok száma 1999-ben (db) 110
40. táblázat A fürtökön kinyílt virágok száma 2001-ben (db) 111
41. táblázat A fürtökön kinyílt virágok száma 2002-ben (db) 111
42. táblázat A fürtökön belüli virágzás időtartama 1999-ben (nap) 112

43. táblázat A fürtökön belüli virágzás időtartama 2001-ben (nap) **112**
44. táblázat A fürtökön belüli virágzás időtartama 2002-ben (nap) **113**
45. táblázat A fürtökön belüli virágzás üteme 1999-ben (db nap^{-1}) **113**
46. táblázat A fürtökön belüli virágzás üteme 2001-ben (db nap^{-1}) **114**
47. táblázat A fürtökön belüli virágzás üteme 2002-ben (db nap^{-1}) **114**
48. táblázat A fürtök virágzása alatt halmozódott hőmérséklet összeg 1999-ben (Σ°C) **115**
49. táblázat A fürtök virágzása alatt halmozódott hőmérséklet összeg 2001-ben (Σ°C) **115**
50. táblázat A fürtök virágzása alatt halmozódott hőmérséklet összeg 2002-ben (Σ°C) **116**
51. táblázat A fürtökön kötődött bogyók száma 1999-ben (db) **116**
52. táblázat A fürtökön kötődött bogyók száma 2001-ben (db) **117**
53. táblázat A fürtökön kötődött bogyók száma 2002-ben (db) **117**
54. táblázat A bogyófejlődés időtartama 1999-ben (nap) **118**
55. táblázat A bogyófejlődés időtartama 2001-ben (nap) **118**
56. táblázat A bogyófejlődés időtartama 2002-ben (nap) **119**
57. táblázat A bogyófejlődés üteme 1999-ben (db nap^{-1}) **119**
58. táblázat A bogyófejlődés üteme 2001-ben (db nap^{-1}) **120**
59. táblázat A bogyófejlődés üteme 2002-ben (db nap^{-1}) **120**
60. táblázat A bogyófejlődés alatt halmozódott hőmérséklet összeg 1999-ben (Σ°C) **121**
61. táblázat A bogyófejlődés alatt halmozódott hőmérséklet összeg 2001-ben (Σ°C) **121**
62. táblázat A bogyófejlődés alatt halmozódott hőmérséklet összeg 2002-ben (Σ°C) **122**
63. táblázat A fürtönként betakarított bogyók száma 1999-ben (db) **122**
64. táblázat A fürtönként betakarított bogyók száma 2001-ben (db) **123**
65. táblázat A fürtönként betakarított bogyók száma 2002-ben (db) **123**
66. táblázat A fürtönként betakarított bogyók összes tömege 1999-ben (kg) **124**
67. táblázat A fürtönként betakarított bogyók összes tömege 2001-ben (kg) **124**
68. táblázat A fürtönként betakarított bogyók összes tömege 2002-ben (kg) **125**

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton nyilvánítom köszönetemet mindazoknak, akik a munka során segítséget nyújtottak. Köszönöm Dr. Dimény Juditnak aki tanszékvezetőként lehetővé tette a munka elvégzését, Dr. Helyes Lajosnak konzulensi tevékenységéért és a Kertészeti Technológiai Tanszék valamennyi munkatársának, aki segítséget nyújtott a kísérletek és a dolgozat elkészítésében.