

SZENT ISTVÁN EGYETEM

**A HŐMÉRSÉKLET ÉS A CSAPADÉK HATÁSA
AZ ALMA FENOLÓGIAI JELENSÉGEIRE
HAZAI TÖRTÉNETI ADATSOROK ALAPJÁN**

SEPSI PANNA

GÖDÖLLŐ

2016

A doktori iskola

megnevezése: **Kertészettudományi Doktori Iskola**

tudományága: Növénytermesztési és kertészeti tudományok

vezetője: **Dr. Zámboriné Németh Éva**
egyetemi tanár, DSc
Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Gyógy- és Aromanövények Tanszék

témavezető: **Dr. Tóth Magdolna**
egyetemi tanár, DSc
Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Gyümölcsstermő Növények Tanszék

Dr. Tókei László[†]
egyetemi docens, CSc
Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszék

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

TARTALOMJEGYZÉK

1	Bevezetés	5
2	Irodalmi áttekintés.....	7
2.1	A nemes alma rendszertani helye, származása és jelentősége.....	7
2.2	Az almatermesztés jelentősége	8
2.3	Művelési rendszerek az 1950-es, 1960-as években.....	11
2.4	A régi gyümölcsfajták jelentősége.....	12
2.5	A vizsgálatba bevont régi fajták	14
2.6	A hőmérséklet szerepe az almatermesztésben.....	21
2.7	Hőmérsékleti viszonyok Magyarországon	23
2.8	A csapadék szerepe az almatermesztésben.....	24
2.9	Csapadékviszonyok Magyarországon	24
2.10	Magyarország éghajlati körzetei	25
2.11	Fenológia.....	26
3	Célkitűzés.....	36
4	Anyag és módszer	37
4.1	Felhasznált adatok	37
4.2	Térképszerkesztés	43
4.3	Statisztikai elemzések.....	43
5	Eredmények és értékelésük.....	45
5.1	Rügpattanás.....	45
5.2	A virágzás kezdete.....	56

5.3	A teljes virágzás.....	65
5.4	A virágzástartam.....	69
5.5	A júniusi gyümölcshullás	77
5.6	Az érés kezdete	81
5.7	A szedésre érettség	85
5.8	A termés hozam	92
5.9	A lombhullás vége	96
5.10	A vegetációs időszak.....	100
5.11	Egyes történeti adatsorok összehasonlítása a közelmúltban felvett adatokkal	105
6	Következtetések	108
7	Új tudományos eredmények.....	109
8	Összefoglalás	110
9	Summary	112
10	Irodalomjegyzék.....	114
11	Mellékletek.....	125
12	Köszönetnyilvánítás	142

1 BEVEZETÉS

Az alma a mérsékelt égöv legszélesebb körben termesztett gyümölcse. A gyümölcsök közül mennyiség tekintetében világviszonylatban csupán a banán és a citrusfélék előzik meg. Bár az almafajták száma rendkívül nagy, üzemi körülmények között csupán a fajtaválaszték kis hányadát termesztik. A helyi és tájfajták fokozatosan szorultak ki az üzemi termesztésből, s az új fajták elterjedése is vonatott. A beszűkült fajtahasználat nemcsak a választék csökkenése, hanem a termesztés biztonsága és jövedelmezősége szempontjából is kockázatot jelent.

A régi és új almafajták szerepe a biodiverzitás megőrzése szempontjából kiemelkedő. Emellett a változatos gyümölcsfogyasztás feltételeinek megteremtésében is kulcsfontosságú szerepet töltenek be.

Az elmúlt évtizedekben több országban elkezdtek a génbankokban szereplő fajták használatának és sajátosságainak felmérését (Brózik, 1993). Ez számos hasznos információval szolgál az adott térség korábbi fajtahasználatáról. Elvégzik a genotípusok meghatározását, illetve a munka szerves részét képezi a morfológiai és fenológiai leírások elkészítése.

A mérsékelt égövi gyümölcsfajok termesztésének eredményességét alapvetően meghatározza az ökológiai igény és az adott termőhely természeti-földrajzi adottságainak egybeesése. Tóth (2013a) szerint a különböző ökológiai hatások együttesen, komplex módon befolyásolják a növények viselkedését. E hatások közül nagy jelentőségűek az éghajlati adottságok és az időjárási tényezők. A termesztett alma alapvetően a kozmopolita gyümölcsfajok közé tartozik, mivel a faj alkalmazkodóképessége eléggé nagyfokú. Ugyanakkor az egyes időjárási viszonyok, s azon belül különösen a hőmérséklet az almatermesztés valamennyi aspektusára hatást gyakorolhat (Palmer, et al., 2003). A hőmérséklet hatással van a fiziológiai folyamatok összességének megvalósulására, de különösen a fenológiai jelenségek évenkénti alakulására.

A termesztés sikerességét alapvetően befolyásolja az is, hogy az agro- és fitotechnikai munkákat mennyire illesztjük a fenológiai menetekhez illetve fenofázisokhoz. A gyümölcstermesztési szakmában sematikus vagy közelítő megállapítások ismertek a fenológiai jelenségek és a termőhelyek hőmérsékleti- és csapadékviszonyainak kapcsolatáról, de hazai vonatkozásban és megbízható adatok elemzésével nem készült még széleskörű elemzés az összefüggésekről.

Jelen dolgozat eredményei a hazai termesztésben korábban elterjedt fajták fenológiai sajátosságairól adnak részletes leírást, különös tekintettel a fenológiai viszonyok hőmérséklettel és csapadékösszeggel való kapcsolatára. Korábban és napjainkban dokumentált fenológiai jelenségek összehasonlítása alapján a klímaváltozásra is következtethetünk. Megállapításai kutatók, nemesítők és termesztők számára egyaránt hasznosak lehetnek.

2 IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 A nemes alma rendszertani helye, származása és jelentősége

A nemes alma (*Malus × domestica* Borkh.) az egyik legrégebben termesztett gyümölcs (Morgan & Richards, 1993).

Az alma interspecifikus hibridfaj (Korban, 1986). Kialakulásában nagyon sok fajnak volt szerepe, amelyek közül Tóth (2001) számos korábbi forrásmunka feldolgozása alapján a *Malus sieversii* (Lodeb.) M. Roemer, *Malus sylvestris* (L.) Mill., *Malus orientalis* Uglitz. ex Juz., *Malus baccata* (L.) Borkh., *Malus prunifolia* (Willd.) Borkh és *Malus mandzsurica* (Maxim.) V. Komarov fajokat tartja legjelentősebbnek. Juniper et al. (1998) szerint a *Malus sieversii* a keleti részeken leginkább a *M. prunifolia*, *M. baccata* és *M. sieboldii*, míg a nyugati részeken a *M. turkmenorum* és *M. sylvestris* fajokkal került átfedésbe, s minden bizonnyal kereszteződésnek kellett történnie, nagy formagazdagságot eredményezve.

Napjainkban egyre több molekuláris biológiai eredmény kerül bemutatásra a *Malus* nemzetségen belüli filogenetikai kapcsolatokról, de a termesztett alma kialakulása során érvényesülő komplex génáramlások ténye nem kérdőjelezhető meg (Nagy, 2013).

A zárvatermők (*Angiospermatophyta*) törzsébe tartozó alma rendszertani besorolását az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: Az alma rendszertani besorolása (Nagy, 2013, Terpó, 1987)

Osztály	Dicotyledonopsida
Alosztály	Rosidae
Főrend	Rosanae
Rend	Rosales
Család	Rosaceae
Alcsalád	Maloideae
Nemzetség	<i>Malus</i>
Faj	<i>Malus domestica</i>

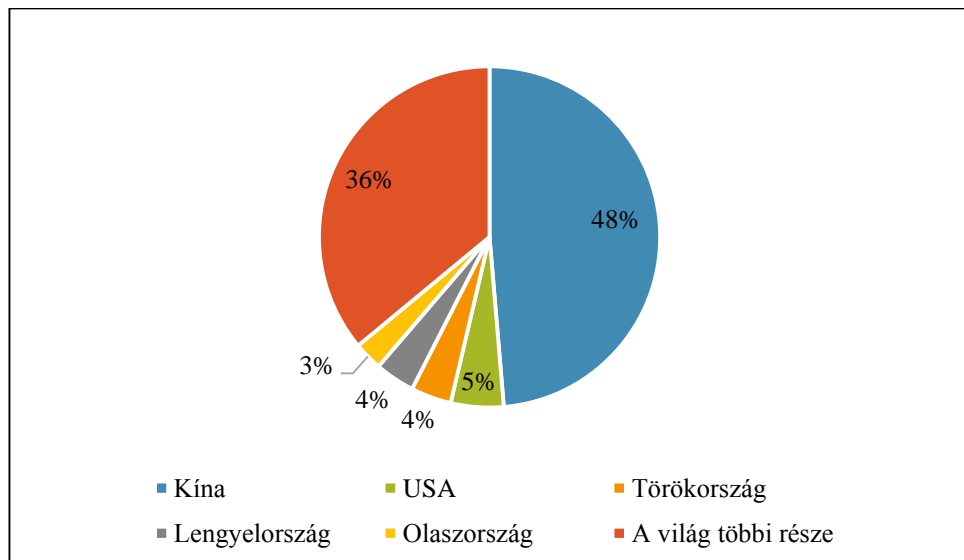
A Maloideae alcsaládba szórt levélállású fás növények tartoznak (Terpó, 1987). A jellemző alapkromoszóma $n = 17$, alsó vagy középállású termői összenőnek az elhúsosodó vacokkal és a csészelevelekkel, átermést, almatermést alkotva (Challice & Westwood, 1973). A magházakat pergamenszerű, kősejtekből álló szövetek választják el (Hortobágyi, 1979). Az almatermésűek a kertészeti ágazat legfontosabb

gyümölcstermő növényei. A *Malus* nemzetség virágzata bogas, termése nem tartalmaz kősejteket. A gyümölcs átmérője 2 cm-nél nagyobb, éretten lehull (Soltész, 1997).

A gyümölcs nagy tápértékű, kiváló C-vitamin forrás. Átlagos cukortartalma 7 – 14% (Tóth & Ficzek, 2013, Simon, 1979). Táplálkozásbiológiai értéke a beltartalmi adottságok élvezeti szempontból kedvező arányának, magas rosttartalmának és a hazai klímán kialakuló ízének köszönhető (Tóth, 1997). Felhasználása sokoldalú: elsősorban friss fogyasztása jellemző, de a konzervipar, a cukrászipar és a szeszipar is jelentős mennyiségben használja (Inántsý, 2001, Stégerné, 2013).

2.2 Az almatermesztés jelentősége

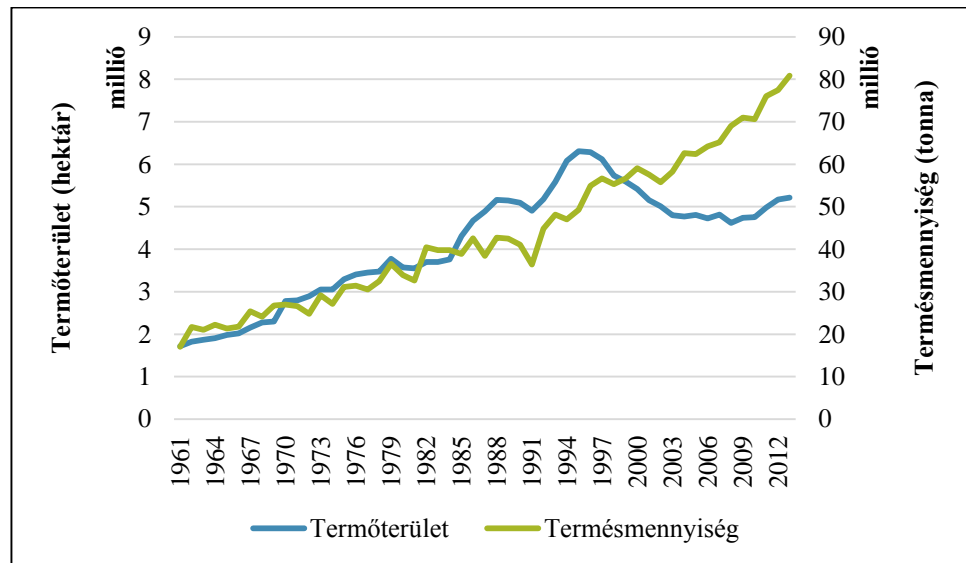
Az alma a legnagyobb mennyiségben termesztett mérsékelt égövi gyümölcs. 2013-ban több mint 5 millió hektáron termesztettek almát a világon. A termés mennyisége meghaladta a 80 millió tonnát (FAO, 2015), melynek csaknem felét Kínában termesztették (1. ábra). Ebben az évben Magyarország a termesztett alma mennyiségét tekintve a 23. helyet foglalta el az almatermesztő országok listáján (FAO, 2015).



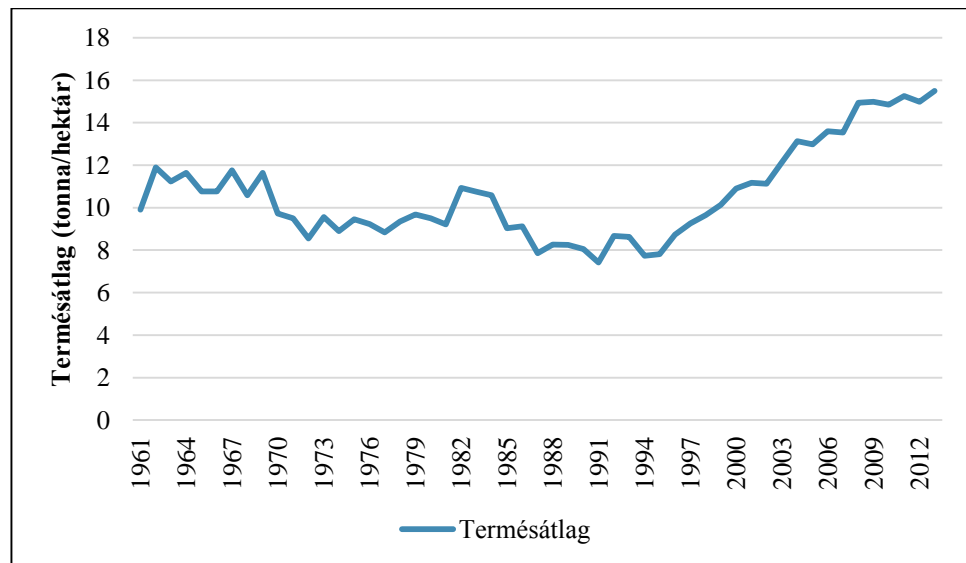
1. ábra: A jelentősebb országok részesedése a világ almatermesztéséből 2013-ban (FAO, 2015) (saját szerkesztés)

A FAO adatai alapján (FAO, 2015) az 1960-as évek óta folyamatos növekedést látunk a termesztett alma mennyiségében (2. ábra). Míg az 1960-as években

hektáronként átlagosan 10 – 12 tonna alma termett, napjainkban ez a szám átlagosan a 16 t/ha-t közelíti (3. ábra).

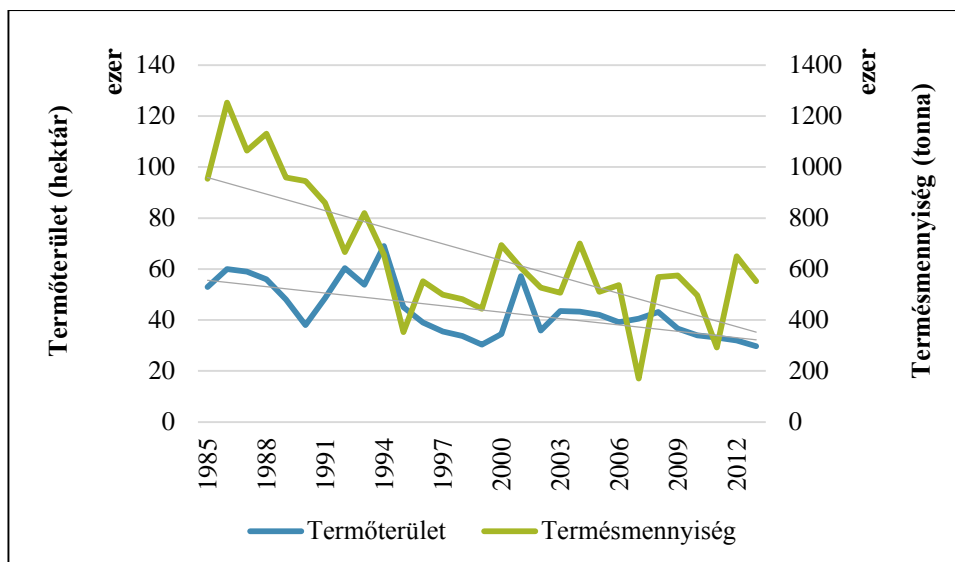


2. ábra: Az alma termőterületének és termésátlagának változása a Földön 1961-2013 (FAO, 2015) (saját szerkesztés)



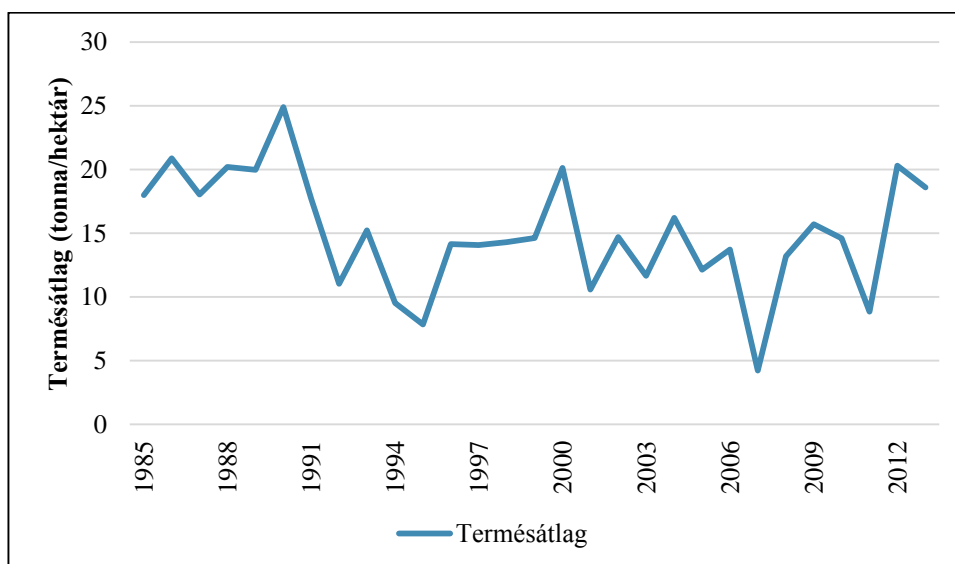
3. ábra: Az alma termésátlagának változása a Földön 1961-2013 (FAO, 2015) (saját szerkesztés)

Magyarországra vonatkozóan a FAO adatbázisában 1985-től állnak rendelkezésre almatermesztéssel kapcsolatos adatok (FAO, 2015), melyek alapján megállapítható, hogy a termőterületet és a termésmennyiséget is eltérő mértékben ugyan, de csökkenő tendencia jellemzi (4. ábra).



4. ábra: Az alma termőterületének és termésmennyiségének változása Magyarországon 1985-2013 (FAO, 2015) (saját szerkesztés)

Az 1980-as évek második felében és az 1990-es évek elején Magyarországon a termésátlagok értékei még meghaladták a világátlagot, később a világ többi része felzárkózott. Az 5. ábra jól szemlélteti, hogy a kedvezőtlen időjárású években (2007, 2011) az almatermesztés súlyos károkat szenvedett. Az utóbbi évek egyik legnagyobb termés kiesése 2007-ben következett be, amikor rendkívüli tavaszi fagy megtizedelte, egyes régiókban teljes mértékben megsemmisítette az almatermést.



5. ábra: Az alma termésátlagának változása Magyarországon 1985-2013 (FAO, 2015) (saját szerkesztés)

2.3 Művelési rendszerek az 1950-es, 1960-as években

A művelési rendszer a létesített gyümölcsös hatékony működtetésének rendszere, a termesztési célok megvalósításának módja (Soltész, 1997). Szűkebb értelemben az ültetvényanyag típusát, növekedési potenciálját, a kialakított törzsmagasságot, faméretet és koronaformát jelenti. Tágabb értelemben a telepítési formát, a sor- és tőtávolságot és a táंबरendezést is tartalmazza.

A XIX. század folyamán hazánkban az almatermesztés művelési elemei nagy fejlődésen mentek keresztül. A XX. század első felében a korábbi időkben termesztett régi fajták ('Asztraháni piros', 'Batul', 'Húsvéti rozmaring', 'Nyári fontos', 'Téli aranyparmen') rendkívül fontos szerepet játszottak gyümölcsstermesztésünkben. A XX. század elejétől kezdtek elterjedni az amerikai fajták ('Starking', 'Jonathan'). (Gonda, 2013)

Az I. világháborúig többnyire az ártéri vegyes szórványokban és a háztáji kertekben fordultak elő almafák (Pethő, 1969). Az 1900-as évek elején olyan helyeken termesztettek almát, ahol gondos ápolás nélkül is megteremett. Az 1920-as, 1930-as években több ütemben telepítettek ültetvényeket. Az ápolási munkák igényesebbé válása és hatékonyságának növekedése lehetővé tette, hogy az almatermesztésre kevésbé alkalmas területeken is meginduljon a gyümölcsösök létesítése. A II. világháborúig magonc alanyokat használtak, nagy térállású ültetvényeket telepítettek. A világháború után nagyüzemi árutermelő gazdaságokban (állami gazdaságokban, termelősövetkezetekben) létesültek új ültetvények. (Gonda, 2013)

Az 1940-es évek végén, 1950-es évek során telepített ültetvényeket 10×10 m-es térállásra, magonc alanyon ültették, főleg 'Jonathan' és 'Starking' fajtákkal. A korona kialakítás és a termőre fordulás 6 – 8 évet is igénybe vett. Hektáronként 10 – 15 tonna termést lehetett betakarítani. (Gonda, 2013)

Almatermesztésünk Európa-szerte híressé vált ebben az időszakban főként a 'Jonathan' fajtának köszönhetően (Szabó, 2007).

Az 1970-es években a jelentős intenzitás-növekedés hatására nőtt a terméseredmény és a minőségi áruhányad aránya is, az ültetvények korábban fordultak termőre. Ezt követően az intenzitás fokozatosan növekedett, az alany és fajtahasználat átalakult. A 2000-es évektől 3300 – 4500 db hektáronkénti állománysűrűség mellett

hoznak létre szuperintenzív ültetvényeket, melyek néhány éven belül termőre fordulnak és a 30 – 60 t/ha átlagtermést is képesek produkálni. (Gonda, 2013)

2.4 A régi gyümölcsfajták jelentősége

A Kárpát-medence területén számos régi gyümölcsfajtával találkozhatunk. Az évszázadok során a tradicionális helyi fajták mellett külföldi fajták sora honosodott meg hazánk területén.

A 20. században a nagyüzemi gyümölcsstermesztés elterjedése fokozatosan háttérbe szorította a háztáji gyümölcsstermesztést. Mindez gazdasági előnyökkel és a foglalkoztatás bővülésével járt, de végső soron a fajtahasználat beszűkülését is eredményezte (Surányi, 1990). Felismerve a biodiverzitás csökkenésének lehetőségét, elkezdtek a különböző gyümölcsfajok és fajták begyűjtését (Brózik, 1993).

Napjainkban a régi gyümölcsfajták iránt nosztalgiával találkozhatunk. Számos szakmai törekvés és az utóbbi években kialakított törvényi háttér hatására egyre nagyobb figyelem irányul ezekre a fajtákra (Tóth, 2013b).

A régi gyümölcsfajták kultúr- és szakmatörténeti értéke vitathatatlan. Listájuk értékes információt nyújthat a termesztés múltjáról, emellett néprajzi összefüggésekre is rávilágíthat. A pomológiai leírások a gyümölcsészek mellett a történészek és nyelvészek számára is érdekesek (Tóth, 2013b).

A gyümölcsöskertek tájlesztétkai és természetvédelmi értéke is kiemelkedő. A nagy koronájú gyümölcsfák különösen vidéken meghatározzák a táj arculatát. A hazai szórványgyümölcsösök kiaknázatlan természeti kincsek, a turisták számára érdekes kirándulóhelyek (Tóth, 2005). A gyümölcsfák a táj szerves részei, a természetvédelem fontos eszközei, számos ökológiai funkcióval rendelkeznek. A településeken belül álló gyümölcsfák fontos szerepet játszanak a települési arculat kialakulásáért.

A régi gyümölcsfajták génmegőrzési értékük miatt is kiemelkedő fontosságúak. Megőrzésük történhet „*in situ*” módon a fajták eredeti helyén, illetve „*ex situ*” módon génbankokban, tankertekben és újonnan létesített tájgyümölcsösökben. Szabó (2014) közlése szerint 2010-ben a hazai génbankokban fenntartott gyümölcsfajták száma meghaladta a 11000 tételt.

A régi fajták tudományos, gazdasági és társadalmi – kulturális szempontból is értékelhetők (Surányi, 2002). Szülőfajtaként szolgálhatnak a nemesítési célok elérése érdekében (Tóth et al. 2013), illetve értékes vizsgálati anyagként a pomológiai kérdésekben (Király, et al., 2011).

A nemesítési célok egyike a választék különleges fajtákkal való bővítése. A gyümölcs különlegessége lehet a mérete. A kárpát-medencei fajták közül a ‘Nyári fontos’ kiváló génforrás a nagyméretű gyümölcs eléréséhez. Az igen kisméretű almák iránt is nő a kereslet az iskolaalmaként való értékesítésben (Tóth, 2013b). Alakja, felülete is különlegességé teheti a gyümölcsöt. A gyümölchús tekintetében különleges értékkel rendelkeznek a vörös húsú almafajták (Balázs, et al., 2012).

Egy másik nemesítési cél a beltartalmi, élvezeti és egészségvédő érték fokozása. A fogyasztók számára fontosak az érzékszervi és táplálkozásbiológiai adottságok. A nemesítés során egy új szempont az egészségvédő hatásért felelős komponensek arányának növelése. Pektintartalma alapján kiemelkedő a ‘Téli aranyparmen’ fajta, polifenol-tartalom tekintetében a ‘Batul’ és a ‘Jonathan’ fajta említendő meg (Papp, et al., 2011). A ‘Batul’ fajta ízével is kiemelkedik almafajtáink közül (Tóth, 2005).

További nemesítési cél a biotikus rezisztencia elérése és fokozása (Király, et al., 2015). Régi almafajtáink közül például a ‘Batul’, a ‘Szabadkai szercsika’ és a ‘Tordai piros kálvil’ a tűzelhalás-rezisztencia szempontjából kiemelkedőek (Tóth & Szani, 2004, Tóth, 2013a). A ‘Batul’ a ventúriás varasodással, a Sóvári fajtakör a lisztharmattal, a ‘Sikulai’ pedig mindkét említett gombabetegséggel szembeni ellenállóságával kerülhet előtérbe a génforrások kiválasztásánál (Kása, et al., 2005, Papp, et al., 2015, Szalay, et al., 2012).

A biotikus rezisztencia mellett az abiotikus tolerancia javítása is rendkívül fontos feladat. A régi fajták között számos olyat találunk, amely a legtöbb környezeti tényezővel szemben toleranciát mutat (Tóth, et al., 2007).

A biodiverzitás megőrzése érdekében minden nemesítő műhely célja, hogy minél nagyobb arányban a helyi fajtákat vagy a saját nemesítési anyagaikat használják szülőfajtaként.

A nemesítési célokon túl a génbankokban végzett biodiverzitás vizsgálatok segítségével lehetőség nyílik a fajták azonosítására, és a pomológia vitatott kérdéseinek megválaszolására. A génbanki állományok jellemzésére taxonómiai,

biogeográfiai, morfológiai és agronómiai szempontokat vesznek figyelembe, valamint biokémiai, molekuláris jellemzők és markerek vizsgálatát végzik el.

Tóth (2013b) szerint említést érdemel a régi gyümölcsfajták termesztési értéke. Napjainkban az emberek nagy része nosztalgiával fordul a régi gyümölcsfajták felé, divatosabbá válik ezek termesztése.








Azonban a régi fajták között sem találjuk meg a tökéletes fajtát, mindegyiknek megvan a maga előnye, illetve hátránya is. A régi fajták újbóli termesztésbe vonása nem ajánlható minden esetben. Korszerű és intenzív termesztésben ritkán bizonyul jó választásnak egy nosztalgiafajta. Jobb választás az ökológiai szemléletű gazdálkodás, az önellátó lakókerti termesztés, a komplex hasznosítású mezőgazdasági gyümölcsös, a szórvány és tájgyümölcsös vagy az út menti fa. Ilyen termesztésmód mellett páratlan ízt és zamatot érhetünk el.

2.5 A vizsgálatba bevont régi fajták

A vizsgálatok tárgyát 7 almafajta ('Asztraháni piros', 'Batul', 'Húsvéti rozsmaring', 'Jonathan', 'Nyári fontos', 'Starking' és 'Téli aranyparmen') képezte, melyeknek virágázási, érési és fogyasztási idejét, valamint a legjellemzőbb magyarországi termesztőtájakait a 2. táblázatban mutatom be.

A II. világháború után széles körben telepítették ezeket a fajtákat. A 'Batul', a 'Húsvéti rozsmaring' és a 'Téli aranyparmen' ebben az időszakban igen elterjedt fajták voltak. Az 1950-es, 1960-as években nagy térállású, középmagas törzsű, vadalanyú ültetvényekben folyt e fajták üzemi termesztése. Ekkor kezdték el bevezetni az USA-ból honosított 'Jonathan' és 'Starking' fajtákat.

2. táblázat: A vizsgálatba bevont almafajták jellemzői (saját szerkesztés forrásmunkák alapján) (Pethő, 1984, Tomcsányi, et al., 1982, Tóth, 2013a) (Fotók: Dr. Tóth Magdolna, Asztraháni piros: <http://bighorsecreekfarm.com/red-astrachan-story/>).

	Asztraháni piros	Batul	Húsvéti rozmaring	Jonathan	Nyári fontos	Starking	Téli aranyparmen
							
	6. ábra: Asztraháni piros gyümölcse	7. ábra: Batul gyümölcse	8. ábra: Húsvéti rozmaring gyümölcse	9. ábra: Jonathan gyümölcse	10. ábra: Nyári fontos gyümölcse	11. ábra: Starking gyümölcse	12. ábra: Téli aranyparmen gyümölcse
Virágzás	nyári középkorai	téli középkései	téli középkorai vagy középkései	téli középkései	nyári korai	téli középkései	őszi középkorai vagy középkései
Érés	július	október	október	szeptember	augusztus	szeptember- október	augusztus- szeptember
Fogyasztás	július- augusztus	november- március	december-június	október- március	augusztus	november- március	szeptember- január
Legjellemzőbb termesztőtájai	Észak- Dunántúl, Dél-Dunántúl, Duna-Tisza köze, Tiszántúl, Nyírség	Nyírség, Felvidék	Nyugat- Dunántúl, Dél-Dunántúl, Duna-Tisza köze, Tiszántúl, Nyírség	Észak- Dunántúl, Nyugat- Dunántúl, Dél- Dunántúl, Duna-Tisza köze, Tiszántúl, Nyírség	Dél- Dunántúl, Duna-Tisza köze, Tiszántúl, Nyírség	Észak- Dunántúl, Nyugat- Dunántúl, Dél- Dunántúl, Duna-Tisza köze, Tiszántúl, Nyírség	Nyugat- Dunántúl, Tiszántúl, Nyírség, Felvidék

2.5.1 Asztraháni piros

Az ‘Asztraháni piros’ a Volga vidékén több száz éve kiemelt orosz fajta. Nyári érésű, július közepétől augusztus elejéig szüretelhető. Korán szedve gyümölcse 2-3 hétig eltartható, jól szállítható. Termése (6. ábra) középnagy, kiegyenlítettlen. Alakja enyhén lapos, gyengén bordás. Színe hamvas liláspiros, csíkozott. Húsa fehér, később sárguló, túléretten lisztesedő. Íze üdítő, illata kellemes. Fája (13. ábra) erős növekedésű, terjedelmes, sűrű koronát fejleszt. Későn fordul termőre, közepes a termőképessége, hullásra hajlamos. Termőhelyre igénytelen, fagyűrő. Elhúzódozó érése, gyümölcsnagysága és hullása miatt nagyüzemi termesztésre később nem ajánlották. (Bereczki, 1877, Pethő, 1984, Tóth, 2013b)



13. ábra: Asztraháni piros fája
(Fotó: Dr. Tóth Magdolna)

2.5.2 Batul

A ‘Batul’ a 17. században keletkezett, Erdélyből származik. Téli fajta, októberben szedhető, márciusig fogyasztható. Gyümölcse (7. ábra) középnagy vagy kicsi, szabályosan lapított gömb, ritkábban hengeres alakú. Alapszíne halványzöld, éretten szalmasárga, napos oldalán kárminpirossal lehelt. Kocsánya rövid, ezért gyakori a szüret előtti hullás. Húsa fehér, tömött, eleinte roppanó, bőlevű, éretten olvadó. Íze savanykásan édes, kissé fűszeres. Egyszerű körülmények között is jól tárolható. Fája (14. ábra) erős növekedésű, gömbszerű koronája sűrű gallyazattal teli, termőrészeit inkább a korona palástján fejleszti. Igénytelen fajta, virágai a kései fagyoknak is ellenállnak. Előnytelen tulajdonsága, hogy későn fordul termőre, és szakaszosan

terem (Bereczki, 1882, Tóth, 2013a). A ventúriás varasodással és a tűzelhalással szembeni ellenállóságot biztosító allélokot és QTL-eket hordozó fajtaként a nemesítésben génforrásként javasolható (Papp, et al., 2015).



14. ábra: Batul fája
(Fotó: Dr. Tóth Magdolna)

2.5.3 Húsvéti rozmaring

A 'Húsvéti rozmaring' hazai eredetű fajta. Igen kései érésű, gyümölcse október elejétől szedhető, és júniusig fogyasztható. Gyümölcse (8. ábra) közepesnél nagyobb. Alakja kúpos vagy megnyúlt. Színe szalmasárga, napos oldalán pirossal mosott vagy belehelt. Néha rozsdaszemölcs is található a felületén. Héja vastag, húsa zöldesen fehér, kemény, durvább szövetű. Íze savanykás, fűszeres, illata jellegtelen. Fája (15. ábra) erős növekedésű, előbb feltörő, termőkorban kiszélesedő félgömb alakú nagy koronát nevel. Középkésői vagy késői termőre fordulás után bőven terem, de alternanciára hajlamos. Termőhelyre igénytelen, a betegségekre toleráns (Tomcsányi, et al., 1982, Tóth, 2013a). Papp et al. (2015) azonosították a fajtában a tűzelhalással szembeni egyik fő QTL-t.



15. ábra: Húsvéti rozmaring fája
(Fotó: Dr. Tóth Magdolna)

2.5.4 Jonathan

A 'Jonathan' alapfajta valószínűleg az 'Esopus Spitzenberg' magonca. 1800-ban találták az USA-ban, Vad alanyon álló fákról szeptember végén, intenzív ültetvényekben szeptember közepén már szedhető. Novembertől tavaszig fogyasztható. Gyümölcse (9. ábra) kicsi vagy középnagy. Alakja kúpos, néha kúposan gömbölyű. Éretten egész felületén élénkpiros, csikolt – lángozott fedőszín takarja. Húsa sárgásfehér, tömött, olvadó. Íze finoman savanykás, fűszeres. Igen illatos, aromás. Fája (16. ábra) középerős növekedésű, könnyen alakítható. Termőhely iránt kevésbé igényes, de betegségekre nagyon fogékony. Kedvezőtlen tulajdonságai, elsősorban tárolási érzékenysége miatt szorult ki a termelésből. (Bereczki, 1882, Pethő, 1984, Tóth, 1997)



16. ábra: Jonathan fája
(Fotó: Dr. Tóth Magdolna)

2.5.5 Nyári fontos

A ‘Nyári fontos’ a 16. században keletkezett, bizonytalan eredetű fajta. Nyári fajta, elhúzódóan érik, négy-öt menetben szedendő, szeptemberig fogyasztható, néha október elejéig is eltartható. Gyümölcse (10. ábra) nagy vagy rendkívül nagy, lapos gömb alakú, egyik oldalán néha hízottabb. Színe értével fehéressárga, napos oldalán aransárga, kárminpiros csíkokkal becsapkodott. Húsa fehér, kissé laza. Íze kellemes, savanykás. Fája (17. ábra) erős vagy igen erős növekedésű, koronája szétterülő, félgömb alakú. A melegebb éghajlatot kedveli, szél ellen védett helyet kíván. Szakaszos termés hozása és nagyméretű koronája miatt árutermelésre nem ajánlották. (Bereczki, 1882, Pethő, 1984, Tóth, 2013a)



17. ábra: Nyári fontos fája
(Fotó: Dr. Tóth Magdolna)

2.5.6 Starking

A ‘Starking’ 20. századi amerikai eredetű fajta. Szeptember végétől szedhető, márciusig fogyasztható. Gyümölcse (11. ábra) nagy, megnyúlt, kúpos. Színe sötétbordóba átmenő vérpiros. Húsa kemény, később lisztessedő. Íze jellegzetes, édeskés, fűszeresen illatos. Jól tárolható, de magházpenészedésre hajlamos. Fája (18. ábra) középerős vagy erős növekedésű, ágrendszere feltörő. A virágok nemcsak a fagypont alatti hőmérsékletre érzékenyek, hanem a 0 °C-hoz közeli lehülések is veszélyeztetik a gyümölcskötődést. (Tomcsányi, 1982, Tóth, 1997, Tóth, 2013a)



18. ábra: Starking fája
(Fotó: Dr. Tóth Magdolna)

2.5.7 Téli aranyparmen

A ‘Téli aranyparmen’ a 18. századból származó francia fajta. Októbertől szedhető, januárig fogyasztható. Gyümölcse (12. ábra) általában középnagy. Alakja többnyire kúpos gömb, néha gömbölyded. Héja éretten aransárga, napos oldalán pirossal mosott, ebben szakadozott sötétebb csíkokkal és pettyekkel fedett. Húsa sárga vagy sárgásfehér, tömött. Édes-savanykás, illatos, fűszeres, kellemes ízű. Fája (19. ábra) középerős növekedésű, koronája feltörő, ritka ágrendszerű. Termőhely iránt nagyon igényes (magas hő- és vízigény). Gyümölcse hullásra hajlamos, betegségekre fogékony. (Bereczki, 1877, Tóth, 2013a)



19. ábra: Téli aranyparmen fája
(Fotó: Dr. Tóth Magdolna)

2.6 A hőmérséklet szerepe az almatermesztésben

A gyümölcsfajok optimális hőmérsékleti igénye eltérő, de nemcsak a fajok között észlelünk eltéréseket, hanem a hőigény a tenyészidőszak során is jelentősen változik. A gyümölcsfajok hőigényének ismerete nemcsak a vegetációs, hanem a nyugalmi időszak szempontjából is fontos, hiszen több faj termesztésének kritikus pontja a téli, illetve a tavaszi (virágzáskori) fagykárosodás. A pozitív hőmérsékleti igény mellett a növények mélynyugalmi időszakában szükséges úgynevezett hideghatás is fontos, melynek számszerűsítésével számos kutató foglalkozott (Chmielewski, et al., 2001, Legave, et al., 2008, Legave, et al., 2013, Young, 1992). Időtartama és felső hőmérsékleti értéke fontos tényezők a növény kifogástalan fejlődése szempontjából. Az alma a hűvösebb éghajlaton termesztendő gyümölcsök csoportjába sorolható (Lenti, 2011).

A hőmérséklet több okból meghatározó az almatermesztés szempontjából. Egyrészt körülhatárolja azokat a területeket a Földön, ahol sikeresen lehet almát termesztetni. Mivel az alma eredendően lombhullató faj, szüksége van egy hideg, nyugalmi időszakra. Másrészt a hőmérséklet szabja meg a vegetációs időszak hosszát, és ezen keresztül azt, hogy az adott területen mely fajták termesztendők sikeresen. Harmadrészt a fenológiai folyamatok időpontjára és időtartamára is hatással van. Továbbá az alma kártevőinek és betegségeinek fejlődését is befolyásolja. (Ferree & Warrington, 2003, Tóth, 2013a)

Az almafa alkalmazkodó-képessége nagyfokú. Általában a 25. és az 52. szélességi fokok között termesztendő (Ferree & Warrington, 2003), azonban kedvező környezeti feltételek mellett (lejtőn, víztestek közelében, nagy tengerszint feletti magasságban) ezen a területen kívül is sikeres lehet a termesztése.

Nagy termésmennyiségre és jó minőségre szélsőségektől mentes, kiegyenlített hőmérsékletű helyeken számíthatunk. Az ültetvények létesítéséhez azok a területek ideálisak, ahol az évi középhőmérséklet 9–10 °C, a vegetációs időszakban pedig 18–19 °C (Tóth, 1997).

A hőmérséklet a biológiai folyamatok sebességét, minőségét befolyásoló tényező. Távolodva a hőmérsékleti optimumtól – mindkét irányban – az életfolyamatok sebessége csökken. Hazánkban a hőmérséklet szélső értékei a 35 – 40 °C-os nyári meleg, télen a -25 – -30 °C-os hideg.

A vegetáció megindulásához szükséges hőmérsékleti küszöbérték, az ún. biológiai nullpont (bázishőmérséklet). A fagyra legérzékenyebbek a virágrügyek, a virágok és a terméskezdemény, ezt követik a hajtásrügyek, majd a vesszők, a törzs és a vázágak. A föld feletti részek $-20 - -30$ °C-os lehűlést is kibírják, a gyökér már $-7 - -15$ °C-on elfagyhat. A kora őszi fagyok idő előtti lombhullást és gyümölcsfagyást okozhatnak, a késő tavaszi fagyok pedig főként a csonthéjas és héjas gyümölcsűekben tesznek kárt. (Lenti, 2011)

A növekedési és asszimilációs tevékenység felső határértékének a 35 °C-os hőmérsékletet kell tekinteni, mert ekkor a légzés intenzitása már olyan erős, hogy tömeggyarapodás helyett a tartaléktápanyagok csökkenése következik be, végül bekövetkezhet a hóhalál.

A fák termésminőségére és a gyümölcsminőségre közvetlenül kihatnak a hőmérsékleti szélsőségek és azok gyakorisága. Az egyik szélsőség a lehűlés, amely fagykárosodást okozhat. A fagy tulajdonképpeni hatása a vízelvonáson alapul. Az almatermesztés során a tavaszi, illetve az őszi és téli fagykarak jóval nagyobb veszteséget okoznak, mint az összes többi környezeti stresszhatás együttevve (Flore & Howell, 1987). Habár számos módszer létezik a fagykarak elkerülésére és enyhítésére, a minimum hőmérsékletek nehéz előrejelezhetősége nagy veszteséget okoz az almatermesztés számára. Fagykarak gyakran előfordulnak a magasabb földrajzi szélességeken, például Kanadában $5 - 7$ évente (Coleman, 1992, Hall & Quamme, 1994).

Mélynyugalomban az almafák ágai akár -38 °C-os hideget is elviselnek (Palmer, et al., 2003). Az egyes növényi részek fagyra való érzékenysége eltérő. A gyökerek a talaj hőmérsékletére érzékenyek.

Az őszi időszakban előforduló $-8,5$ °C-os hőmérsékletek a következő évben jelentős terméskiesést okozhatnak (Caprio & Quamme, 1999). A késő őszi fagyok különösen a fiatal ültetvényekre veszélyesek (Barden & Neilsen, 2003), az idősebb ültetvények kevésbé érzékenyek.

A mélynyugalom végetértével a fák érzékennyé válnak a tavaszi fagyokra. Az elviselhető legalacsonyabb hőmérséklet a fenológiai állapottól függ. A károsodás mértéke nem mindig áll egyenes arányban a lehűlés mértékével (Zatykó, 1986), azt a virágok fejlettsége és a tavaszi fagykárt megelőző téli időszak hőmérséklete is befolyásolja.

2.7 Hőmérsékleti viszonyok Magyarországon

Hazánk területén az évi középhőmérséklet – a hegyvidékek kivételével – 8 és 11 °C között változik, amely az almaültetvények létesítése szempontjából ideális. A síkvidéki területeken a hőmérséklet területi eloszlása zonalitást mutat, délről észak felé csökken az alacsonyabb sugárzási bevételnek megfelelően.

Leghidegebb hónapunk a január, melynek középhőmérséklete -4 °C és 0 °C között változik. A hegyvidéki területek a leghidegebbek, míg a mediterrán és óceáni hatások miatt a dunántúli területek a legenyhébbek (Szász & Tőkei, 1997). Sokévi átlagok szerint a hőmérséklet évi minimuma -15 °C és -20 °C között változik. Enyhe teleken a hőmérséklet csak ritkán süllyed -10 °C alá, zordabb teleken -20 °C, sőt akár -30 °C is előfordulhat. Ezek már kritikus értékek lehetnek a gyümölcsfák szempontjából. A talajfelszín közelében ezeknél az értékeknél akár 4 – 5 °C-kal is alacsonyabb hőmérsékletek mérhetők. A legerősebb lehűlések az Alföldön, valamint az Északi-középhegység völgyeiben alakulnak ki.

Legmelegebb hónapunk a július, amikor az izotermák rendszere nagyban eltér a téli helyzettől. A hőmérséklet délről észak felé haladva csökken, de nyugatról kelet felé növekszik. Így a leghűvösebb az északi, északnyugati országrész, a legmelegebb pedig az ország délkeleti része. Az északnyugat felől érkező hűvös óceáni és a délkelet felől beáramló meleg kontinentális légtömegek hatása tükröződik a hőmérséklet nyári térbeli eloszlásán (Péczely, 1979). A legalacsonyabb júliusi középhőmérsékletek 17 – 18 °C közöttiek, míg a legmagasabbak 24 – 26 °C-osak.

A kertészeti termelés szempontjából kiemelt jelentőségű a fagymentes időszak hossza (Anda & Kocsis, 2010). Az utolsó talajmenti tavaszi fagy általában május 10-e körül jelentkezik. Szélsőséges esetben még május végén, esetleg június elején is nulla fok alá csökkenthet a hőmérséklet a talaj közelében. A tavaszi fagyok a gyümölcsstermesztésben nagymértékű károkat okozhatnak. Ősszel az első talajmenti fagyok már szeptemberben jelentkezhetnek, októbertől pedig egyre gyakoribbá válnak (Anda & Dunkel, 2000).

A fagymentes időszak mellett a biológiai nullpont átlépése is hatással van a növényi élettevékenységekre. A felmelegedés tavasszal korábban indul meg az ország déli, délnyugati részén, mint a keleti országrészekben. A 10 °C-os napi középhőmérséklet az ország délnyugati részében két héttel korábban következik be,

mint az északkeleti országrészben. Ősszel nyugaton hamarabb vált hűvösre az idő, mint keleten.

2.8 A csapadék szerepe az almatermesztésben

Az alma vízigényes gyümölcsfaj, vízigénye 600 – 800 mm, amelyből 350 – 550 mm vizet a tenyészidőszakban igényel (Tóth, 1997).

Az ültetvények vízfogyasztását számos tényező befolyásolja (Juhász, et al., 2013) (Juhász, et al., 2012). Ezek közül kiemelkedő a napsugárzás, a légnedvesség, a levélfelület nagysága, a sztómányílást befolyásoló tényezők, valamint a művelési rendszer és a koronaforma. (Lakso, 2003). Az almafák egységnyi felületre vonatkoztatott vízfogyasztása a nedvességviszonyoktól függően változhat. Nedves klímájú területeken 1 l/m² lehet, míg száraz nyári napokon 2,5 l/m²-re is nőhet ez az érték (Tóth, 2013a).

A fajták vízigényét a genetikai adottságok határozzák meg. Általában vízigényesebb egy fajta, ha hosszabb a tenyészidőszaka és kései az érése, nagyobb a termőképessége és a terméskötődési hajlama, nagyobb méretű a gyümölcse, vagy ha a hajtásképződése elhúzódóbb, elágazási hajlama erősebb.

Magyarország területének nagy részén az alma nyári vízigénye csak öntözéssel elégíthető ki.

2.9 Csapadékviszonyok Magyarországon

Magyarországon az éves csapadékmennyiség egyenlőtlen térbeli és időbeli eloszlásban hullik. A csapadék területi eloszlását a tengertől való távolság és a domborzat befolyásolja. Az Alföld középső részén az átlagos évi csapadékösszeg nem éri el az 500 mm-t, míg az ország nyugati, délnyugati vidékein a 800 mm-t is meghaladja. Azonban az egyes évek között jelentős eltérések lehetnek.

Az éven belüli eloszlást tekintve a nyári félév a csapadékosabb, különösen a május–június. Október–novemberben másodmaximum figyelhető meg. A legszárazabb időszak a január, illetve a február (Péczely, 1979).

A csapadékos napok száma 120 – 160 évente, azonban ezek eloszlása az éven belül nem egyenletes. Bármikor előfordulhatnak hosszabb csapadékmentes periódusok.

Bár a tenyészidőszakban (április 1. – szeptember 30.) több csapadék hull, mint a téli félévben, természetett növényeink számára ez a csapadékmennyiség nem mindig elegendő (Anda & Dunkel, 2000).

Évente 70 – 140 napon fordul elő az ország valamely területén jégeső. Legnagyobb valószínűséggel május, június és július hónapokban. A jégeső okozta kár általában kis területre korlátozódik (Anda & Kocsis, 2010).

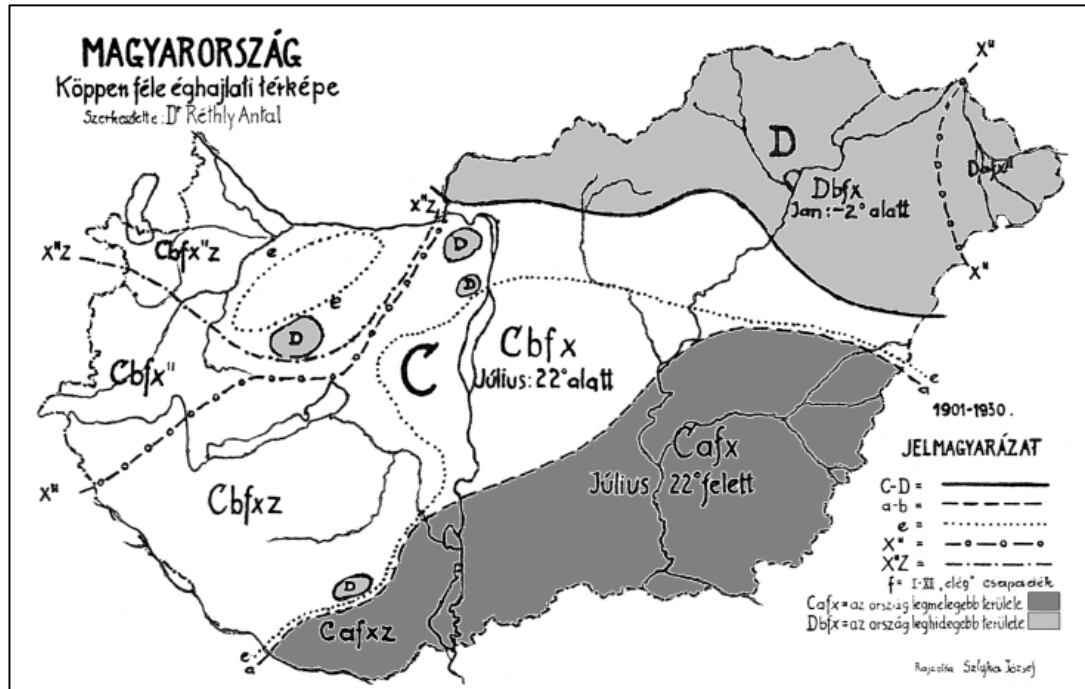
2.10 Magyarország éghajlati körzetei

Magyarország éghajlatának Köppen-féle (Köppen, 1936) leírását (20. ábra) Réthly (1933) készítette el (Ács & Breuer, 2013). Az ország nagy része az enyhébb telű *C*, meleg-mérsékelt klímaövbe tartozik. A 350 – 400 m tengerszint feletti magasság fölött elhelyezkedő területek azonban a *D*, azaz hideg-mérsékelt klímaövbe esnek, ahol a januári középhőmérséklet kisebb, mint $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ugyancsak ebbe a klímaövbe tartozik az Alföld északkeleti része, Szabolcs-Szatmár-Bereg és Borsod-Abaúj-Zemplén megye területe.

A meleg-mérsékelt övön belül meleg és forró nyarú területeket jelölhetünk ki a $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os izoterma segítségével. Ez az izoterma Somogy és Baranya megye déli határától indulva Szekszárd, Kalocsa, Kiskunfélegyháza, Fegyvernek, Berettyóújfalu irányában halad. Ettől délre az *a* jelű, forró nyarú területek találhatók. A Dunántúl nagy része, az Alföld északi és keleti részei, valamint az Északi-középhegység területei a *b* jelezésű, hűvösebb nyarú területek közé sorolhatók.

A *x* jelzés a nyár eleji, júniusi csapadékmaximumra utal. Vas és Zala megyében, valamint az ország északkeleti határvidékén a zivataros csapadéknak köszönhetően júliusi csapadékmaximumok figyelhetők meg, erre utal az *x''* jelzés. A *z* jelölés a második csapadékmaximumra utal, ami majdnem az egész Dunántúl területén kimutatható.

Az *e* betűvel jelölt területen a májustól augusztusig terjedő időszakban a levegő relatív nedvességtartalma nem nagyobb, mint 70 %.



20. ábra: Magyarország Köppen féle éghajlati térképe (Ács & Breuer, 2013)

2.11 Fenológia

2.11.1 A fenológia tárgya

A fenológia szó a görög phainesthai és logos szavak összetételéből származik, jelentése megjelenés. Kezdetben a szabad szemmel látható fejlődési fázisokat rögzítették, napjainkban a mikroszkóppal megfigyelhetőket is bevonhatjuk a fenológiai elemzésekbe. A megfigyelések segítségével egyre jobban megismerhető a gyümölcstermő növények fejlődési folyamata és az azokat befolyásoló tényezők. (Papp, et al., 2003)

A fenológiai jelenségek a növényi fejlődés látható jelei, melyek szabályszerűen követik egymást. A fenológiai fázisokat elsősorban a genetikai adottságok határozzák meg, a környezeti tényezők a folyamatok gyorsaságát, ütemét befolyásolják. A gyümölcstermő növényeknek az egyes fejlődési szakaszokban meghatározott igényük van a környezetükkel szemben. (Soltész, 1997)

A fenológia feladata a fejlődési fázisok naptári időpontok szerinti feljegyzése. A fenológia eredményeinek hasznosítására csak akkor van mód, ha a

megfigyeléseket több éven keresztül azonos módszerrel végezzük. A fenológiai megfigyelések segítik az egyes munkaműveletek elvégzését a gyümölcsösökben, amely hozzájárul a produktivitás, a termésbiztonság és a gyümölcsminőség növeléséhez. A fitotechnikai (ritkítás, nyári metszés), agrotechnikai (öntözés) és növényvédelmi műveletek tervezése szempontjából elengedhetetlenül fontos az alma fenológiai meneteinek megfigyelése és ismerete. (Soltész, 1997)

Az egyes fenofázisok kezdetének és időtartamának ismerete számos technológiai előnyt is jelenthet (Soltész, 1997). Hatékonyabbá teheti a fagykár és más kedvezőtlen meteorológiai tényezők elleni védekezést. Segítheti a rovarmegporzás tervezését és szabályozását. A kórokozók és állati kártevők megjelenése előrejelezhetőbbé válik, ezzel a védekezés is pontosabban időzíthető, illetve a fertőzési idő és az érzékeny fenofázis találkozásának valószínűsége is csökkenthető. A vegetációs időszak alatt elvégzendő termesztéstechnikai beavatkozások optimális ideje könnyebben kijelölhetővé válik. Az egyes eljárások technikai és személyi feltételeinek biztosítása időben megtörténhet.

A fenológiában a fenológiai folyamat, a fenofázis, a mikrofenofázis, a fenológiai menet és a fenológiai szakasz fogalmak használatosak. A fenológiai folyamat a makro- és mikrofenológiai jelenségek összességét jelenti adott tenyészidőszakon belül. A fenofázis a fenológiai folyamat kisebb, szabad szemmel látható jelensége, a mikrofenofázis már csak mikroszkóppal nyomon követhető jelenség. A fenológiai menet a fenológiai folyamat azon része, amely egy-egy növényi szerv kialakulásával zárul le. Két egymást követő fenofázis közötti időszak a fenológiai szakasz. (Brózik & Nyéki, 1974)

Gazdasági szempontból a virágzás és az érés a legjelentősebb fenológiai menetek (Brózik & Nyéki, 1975, Tóth & Békefi, 2013). A virágzási idő ismerete a pollenadó fajták kiválasztásában az érési idő pedig a szüret ütemezése szempontjából lehet a termesztők segítségére.

2.11.2 Gyümölcsfajok fenológiája

A gyümölcsstermő növények éves ciklusa vegetációs és téli nyugalmi szakaszok egymásutánja.

A téli nyugalom alatt a fejlődési folyamatok nagymértékben lelassulnak. Ebben a szakaszban pusztán mikroszkóppal észrevehető fenológiai jelenségek

figyelhető meg. A téli nyugalom általában a természetes lombhullással kezdődik. Foster (2003) szerint a virágrügyek fejlődése szempontjából megkülönböztetjük az előnyugalom, a mélynyugalom és a téli kényszernyugalom időszakát. A virágrügyek fejlődése és növekedése az előnyugalomban igen gyors, a mélynyugalomban teljesen lelassul, változás alig figyelhető meg a rügyekben, a kényszernyugalomban pedig újból felgyorsul. A mélynyugalom akkor fejeződik be időben, ha a szükséges hideghatás érvényesül (Faust, 1989).

A hidegmennyiség meghatározásához a hőmérsékleti adatok óránkénti figyelembevétele ajánlott (Guak & Neilsen, 2013, Jackson, et al., 1983, Rea & Eccel, 2006). Richardson et al. (1974) kidolgozták a „Utah modell”-t, melyben bevezették a „chill unit” (CU) fogalmát. Kutatások szerint a mélynyugalom feloldása bonyolult élettani folyamatok eredménye, melynek szabályozásában a hőmérsékleten kívül nagyon sok más tényező vesz részt, amelyeket még nem ismerünk jól (Dennis, 1994). Szalay (2013) szerint bonyolítja a helyzetet, hogy a növény és a környező levegő gyakran nem azonos hőmérsékletű. Gondoljunk csak arra, amikor rásüt a nap a fákra, márpedig a hidegigény meghatározásánál mi a külső hőmérsékletet mérjük. Az említett bizonytalanságok ellenére az almafajták hidegigényének meghatározására a „Utah modell”-t használják.

A virág- (vegyes) rügyek mélynyugalomának megszűnéséhez szükséges hidegóra mennyiség alapján az almafajták között nagy különbség van. Az igen kis hidegigényű fajtákra (pl. ‘Anna’, ‘Dorsett Golden’) a 250–300 CU, a legnagyobb hidegigényűekre (pl. ‘McIntosh’) az 1000-1600 CU érték jellemző (Dennis, 2003).

A vegetációs időszak az éves ciklus szabad szemmel követhető része, melyben a fenológiai menet a rügpattanástól a lombhullásig tart (Elzinga, et al., 2007). A legfontosabb fenológiai menetei és szakaszai a virágzás, a terméskötődés, a terméshullás, a hajtásnövekedés, a rügydifferenciálódás, a gyümölcsnövekedés, az érés és a lombhullás. A felsorolt fenológiai jelenségek kezdeti időpontja, valamint időtartama is fontos információkat hordoz magában.

A vegyes virágrüggyel rendelkező fajoknál, mint az alma, a vegyes virágrügyek fakadnak először. Minél korábbi virágzási idejű egy fajta, annál több nap eltérés van a virágrügyek és a hajtásrügyek fakadása között (Papp, et al., 2003). A vegyes virágrügyeknél a rügpattanás, a rügyfakadás, a szétválás, a zöldbimbó, a pirosbimbó, a virágbimbó fésülés, a szíromlevelek kiterülése és a szíromhullás fenofázisokat figyelhetjük meg (Brózik & Nyéki, 1974).

A rügyfakadástól a virágzásig tartó időszak hosszát a meteorológiai tényezők, ezek közül is elsősorban a hőmérséklet, valamint a rügymorfológiai tulajdonságok határozzák meg. Vegyesrüggyel bíró fajoknál évjárattól függően átlagosan 30 – 50 nap ez az időtartam (Papp, et al., 2003).

A virágzásmenet három fontos szakasza a virágzáskezdet, a fővirágzás időpontja, valamint a szíromhullás. A virágzástartam hosszát elsősorban a hőmérséklet határozza meg, de a növény felépítése és morfológiai sajátosságai is hatással vannak rá (Papp, et al., 2003).

A virágzási idő és a gyümölcserés között nincs összefüggés (Soltész, 2002). A virágzás naptári idejét a virágzás előtti időszak hőmérsékleti viszonyai határozzák meg (Papp, et al., 2003). A hőmérsékletnek az érésnél is fontos szerepe van, de kevésbé meghatározó, mint a virágzásnál.

A gyümölcsfajok és -fajták esetén a virágzás és érés között 30–200 nap telik el. A napok számolása mellett a hőösszeg számolása is segíti az érés előrejelzését.

Az érési időpont meghatározása az utóérő gyümölcsöknél nehéz feladat, hiszen a felhasználás céljától függően eltérő érettségű termékek tekinthetők optimálisnak. A gyümölcserés fenofázisainak elkülönítése nem mindig lehetséges. Az érés meghatározására például a húskeménységet, a keményítő lebomlást, az alapszint és/vagy a cukor- és savtartalmat szokás meghatározni (Tóth, 2013c).

Az egyes fenofázisok kezdetét és időtartamát a fenometria követi nyomon. A fenometria lehetőséget ad a fenológiai menet részletes bemutatására, lehetővé teszi a fenológiai fázisok jobb előrejelzését és az információk hasznosítását.

A fenológiai menetet elsősorban a meteorológiai tényezők befolyásolják. Ezek közül is kiemelt fontosságú a hőmérsékleti hatások figyelembe vétele (Tooke & Battey, 2010). A fenofázisok bekövetkezésének előrejelzéséhez a hőösszegek ismerete nyújt segítséget.

A hőösszegek szempontjából elengedhetetlenül fontos a starthőmérséklet ismerete, amelytől a fenofázis hőösszegét számítjuk. Fenológiai szempontból a rügyfakadáshoz szükséges indulóhőmérséklet a biológiai nullpont. A szakirodalmi forrásokban többféle értékkel találkozhatunk, az alma esetén általában 0 és 6 °C között. Valentini et al. (2001) a 4,4 °C-os hőmérsékleti értéket találták a legjobb közelítésnek. Shaltout és Unrath 4,5 °C-os és 6,1 °C-os értékeket használtak számításaikban az alma biológiai nullpontjaként (Shaltout & Unrath, 1983). Lenti (2011) szerint a téli alma biológiai nullpontja 6 °C.

2.11.3 Az alma fenológiája

Az almatermesztők számára az alma fenológiai meneteinek ismerete elengedhetetlenül fontos.

Brózik és Nyéki (1974) az alma esetében a kihajtás, virágzás, érés, és lombhullás fenológiai meneteket különböztetik meg. Napjainkban a Meier et. al (1994) által kidolgozott BBCH rendszert használják a fenológiai fázisok leírására, melyben 0-tól 9-ig tartó fenológiai menetet különítenek el, s azokon belül is számos fenológiai fázist határoztak meg (3. táblázat).

3. táblázat: Az alma fenológiai menetei és fenológiai fázisai a BBCH rendszer szerint (Meier, et al., 1994 cit. Tóth & Békefi, Zs., 2013)

0.	Hajtásrügyfakadás
0	Rügynyugalom: a hajtásrügy és a virágrügy zárt, barna rügypikkelyekkel borított
1	Rügypattanás kezdete: a rügyek megduzzadtak, a rügypikkelyek megnyúltak, rajtuk világos foltok jelennek meg
3	Rügypattanás vége: a rügypikkelyek színe kivilágosodott, néhány része erősen molyhos
7	Rügyfakadás kezdete: az első zöld levélcsúcsok éppen megjelennek
9	A levélkék kb. 50 mm-rel a rügypikkelyek fülé magasodnak
1.	Levélfajlás
10	Egérful stádium: a levélkék 10 mm-rel a rügypikkelyek fülé magasodnak, az első levelek egymástól elválnak
11	Az első levelek kiterülnek
15	Több levél kiterül, de még nem teljes méretűek
19	Az első levelek eléri teljes méretüket
3.	Hajtásfejlődés (csúcsrügy esetén)
31	Hajtásnövekedés kezdete: a hajtás tengelyek látszódnak
32	A hajtások elérték a végleges hosszuk 20%-át
33	A hajtások elérték a végleges hosszuk 30%-át
34	A hajtások elérték a végleges hosszuk 40%-át
35	A hajtások elérték a végleges hosszuk 50%-át
36	A hajtások elérték a végleges hosszuk 60%-át
37	A hajtások elérték a végleges hosszuk 70%-át
38	A hajtások elérték a végleges hosszuk 80%-át
39	A hajtások elérték a végleges hosszuk 90%-át
5.	Virágzatok előbukkanása
51	Rügypattanás kezdete: a rügyek megduzzadtak, a rügypikkelyek megnyúltak, rajtuk világos foltok jelennek meg

- 52 Rügypattanás vége: a rügypikkelyek színe kivilágosodott, néhány része erősen molyhos
- 53 Rügyfakadás: a virágot borító zöld levelek csúcsa láthatóvá válik
- 54 Egérful stádium: a levélkék 10 mm-rel a rügypikkelyek fölé magasodnak, az első levelek egymástól elválnak
- 55 A virágbimbók láthatóvá válnak (de még zártak)
- 56 Zöldbimbós állapot: a virágbimbók elválnak egymástól (de még zártak)
- 57 Pirosbimbós állapot: (a szíromlevelek megnyúlnak, épphogy láthatóvá válnak, a csészelevelek enyhén szétnyíltak)
- 59 Ballon állapot: a szíromlevelek kerek, ballon vagy hólyag alakot formálnak

6. Virágzás

- 60 Az első virágok kinyíltak
- 61 Virágzáskezdet: a virágok kb. 10%-a kinyílt
- 62 A virágok kb. 20%-a kinyílt
- 63 A virágok kb. 30%-a kinyílt
- 64 A virágok kb. 40%-a kinyílt
- 65 Fővirágzás: a virágok legalább 50%-a kinyílt, az első szirmok lehullnak
- 67 Hervadás: a szíromlevelek többsége lehullott
- 69 Virágzás vége: az össze szírom lehullott

7. Gyümölcsfejlődés

- 71 A gyümölcsök átmérője max. 10 mm, a virágzás utáni gyümölcshullás
- 72 A gyümölcsök átmérője max. 20 mm
- 73 Második hullási periódus
- 74 A gyümölcsök átmérője max. 40 mm, T-stádium
- 75 A gyümölcsök átmérője a végleges átmérő kb. 50%-a
- 76 A gyümölcsök átmérője a végleges átmérő kb. 60%-a
- 77 A gyümölcsök átmérője a végleges átmérő kb. 70%-a
- 78 A gyümölcsök átmérője a végleges átmérő kb. 80%-a
- 79 A gyümölcsök átmérője a végleges átmérő kb. 90%-a

8: Gyümölcserés, magfejlődés

- 81 Az érés kezdete: a színek kialakulásának kezdete
- 85 Érés előrehaladása: a fajtára jellemző szín intenzitás nagyobb
- 87 Szedési érettség
- 89 Fogyasztási érettség: a gyümölcsnek a fajtára jellemző íze és keménysége van

9. A vegetációs időszak vége, nyugalmi időszak

- 91 A hajtásnövekedés befejeződött, a csúcsrügy kifejlődött, a levelek még zöldek
- 92 A levelek színesedni kezdenek
- 93 Levélhullás kezdete
- 95 A levelek 50%-as színes
- 97 Minden levél lehullott
- 99 Vegetációs időszak lezárul

a 2. és 4. fenológiai menetek egyéb, a BBCH rendszerrel értékelendő lágyszárú növények esetén használatosak

2.11.3.1 Virágzás

Az alma virágzásfenológiai sajátosságainak megismerésével több magyar kutató is foglalkozott (Soltész, et al., 1980, Soltész, 1992, Tóth, 1982, Bodor, 2009). Soltész (1992) 300 almafajtát vizsgált meg, és megállapította, hogy az alma virágzási időszaka fajtánként igen eltérő, akár két hónapot is átfoghat. A virágzási idő évjáratonként, fajtánként és termőhelyenként eltérő hosszúságú lehet.

Az alma virágrügy-pattanása márciusra tehető, később pattannak a hajtásrügyek (Tóth, 2009). Több kutató tapasztalta, hogy a virágzás ehhez képest akár hetekkel korábban kezdődött az elmúlt évtizedben (Bodor, 2009, Grab & Craparo, 2011, Guédon & Legave, 2008). A virágzaton belül a középső virág nyílik ki először, a többi virág kinyílási sorrendje a bogernyőben elfoglalt helyzetüktől függ (Tóth, 2013a). A rövid termőrészek virágaihoz képest később nyílnak a termővesszők oldalán képződött virágrügyek, így azokat kisebb eséllyel károsítja a fagy (Bubán, 1984). Az almafa fővirágzásának ideje április közepe és május közepe közé esik (Brózik & Regius, 1957).

Soltész (1992) 300 fajta 20 éves megfigyelései alapján a virágzás kezdetében 30 napos eltérést mutatott ki. Dániában Grausland (1996) 11 fajta 10 évnyi megfigyeléseiből 25 napos eltérést kapott, Németországban 22 év adatai alapján a 'Golden Delicious' esetében 35 nap eltérést figyeltek meg (Blasse & Hoffmann, 1992).

Az almafajták virágzási és érési ideje között szoros összefüggés nem állapítható meg (Nyéki, et al., 2002). Általában a nyári fajták virágoznak a legkorábban, de a téli fajták között is találhatunk korán virágzót (Tóth, 1982).

A fajtatársítás szempontjából a sok virágra vonatkoztatott virágzásmenetnek van nagyobb jelentősége: virágzáskezdetet, fővirágzást és virágzás vége állapotokat különböztetünk meg.

A virágzás fenofázisának meghatározására számos definíció létezik (Soltész, 1992), s ez nagyban megnehezíti a kutatások eredményeinek összehasonlítását. Egyes kutatók az első virág kinyílását tekintik a virágzás kezdetének, míg mások az 1-5-10-15%-os kinyílásának idejére teszik ezt a fenofázist (4. táblázat) (Bodor, 2009).

4. táblázat: A virágzás kezdetének meghatározása különböző szerzők szerint (Bodor, 2009)

A virágzás kezdetének definíciója	Forrás
Az első virág kinyílása	Maliga, 1958 Singh, et al., 2002 Soenen, et al., 1978 Wertheim, 1996
Az első virág kinyílása után tovább folytatódik a nyílás	Soltész, 1992
A kinyílt virágok aránya 1-5%	Nyéki, 1989
A kinyílt virágok aránya 5%	Blasse & Hoffmann, 1992
A kinyílt virágok aránya 10%	Sunley, et al., 2006
A kinyílt virágok aránya 12-15%	Faust, 1989

Ugyancsak nem egységes a teljes virágzás definíciója sem (Bodor, 2009), 25%-os kinyíltságtól az első szíromlevelek lehullásáig számos meghatározás létezik (5. táblázat).

5. táblázat: A teljes virágzás meghatározása különböző szerzők szerint (Bodor, 2009)

A teljes virágzás definíciója	Publikáció
A kinyílt virágok aránya 25-75%	Paprštein & Blazek, 1996
A kinyílt virágok aránya elérte a maximális értéket	Nyéki, 1980
A kinyílt virágok aránya több mint 50%	Blasse & Hoffmann, 1992 Lateur, 1996 Nyéki, 1989 Soltész, 1992 Weger, et al., 1940
A kinyílt virágok aránya 60%, a szíromhullás megkezdődött	Lalatta, et al., 1978
A kinyílt virágok aránya 80%	Wertheim, 1996
A kinyílt virágok aránya 90%, a szíromhullás megkezdődött	Grausland, 1996
A fővirágzás virágzati laterális virágok nyílásától a csúcsi virágok szíromhullásáig tart	Redalen, 1980
Az első szíromlevelek hullása	Faedi & Rosati, 1975
Az utolsó virág kinyílása	Singh, et al., 2002
Bimbók és post-antézis stádiumú virágok száma egyenlő	Máthé, 1994

A virágzás végét egyes kutatók az 50%-os szíromhulláshoz kötik, mások a 95-100%-os elvirágzáshoz (6. táblázat) (Bodor, 2009).

6. táblázat: A virágzás végének definíciója különböző szerzők szerint (Bodor, 2009)

A virágzás végének definíciója	Publikáció
A bibék nem funkcióképesek, a pollenszóródás befejeződött	Soltész, 1992
A szíromhullás 50%-os	Blasse & Hoffmann, 1992
Az elvirágzott virágok aránya 80-90%	Kemp, 1996
Az elvirágzott virágok aránya 90%	Soenen, et al., 1978 Wertheim, 1996
A szíromhullás 90%-os	Grausland, 1996
Az elvirágzott virágok aránya 95-100%	Faust, 1989 Nyéki, 1989

Az almafajták virágzási idejük alapján virágzási időcsoportokba sorolhatók. Soltész (1992) a hazánkban legelterjedtebb almafajtákat sorolta négy csoportba (korai, középkorai, középkései és kései).

Az alma virágzási idejét befolyásoló tényezők komplex rendszert képeznek (Soltész, 1992, Soltész, 2002). A meteorológiai tényezők mellett a fajtatulajdonságoknak, az ültetvényjellemzőknek és a földrajzi tényezőknek is fontos szerepük van (Bodor, 2009). A meteorológiai tényezők közül az előző év időjárásának hatása, a virágzás kezdetéhez szükséges hőmérsékletösszeg, a virágzás megindulását kiváltó hőmérsékleti inger, valamint a további hőmérsékleti inger által indukált periodicitás emelhető ki.

2.11.3.2 Gyümölcshullás

Egy meghatározott termésmennyiségen túl a fák nem tudják gyümölcseiket kinevelni (Brunner, 1979). A gyümölcsfák önszabályozó rendszerének tevékenysége révén a terméskezdemények egy része akkor is lehull, ha minden virág megtermékenyülése szabályos volt, és valamennyi terméskezdemény azonos fiziológiai feltételekkel rendelkezik a további fejlődéshez (Benedek, et al., 1972).

Régóta ismert, hogy az alma esetében a gyümölcshullás három időszakát különböztetjük meg. A tisztító hullás a virágzás utáni két héten bekövetkezik, a hiányosan megtermékenyült virágokból fejlődő terméskezdemények hullását jelenti (Tóth, 2013a). Az első hullási periódus május közepére tehető. A júniusi hullás a fa terhelését szabályozza. A harmadik időszak a szüret előtti hullás, melynek időpontjában fajtánként jelentős eltérések figyelhetők meg.

2.11.3.3 Érés

Az érés során fizikai és biokémiai változások mennek végbe. Megváltozik a gyümölcs alapszíne, megnövekszik a fedőszín aránya, megváltozik a gyümölcshús állománya és a magok színe (Hámoriné Szabó, 1974).

Az érés bekövetkeztét a teljes virágzástól eltelt napok számával is jellemezhetjük (Tukey, 1942, Kállay, 2002), azonban ez a módszer nem ad pontos eredményt. Az évjárat, a talajadottságok, a növények egészségi állapota, kora, a

kultúra gondozása mind-mind befolyásolja az adott morfológiai állapot és a szüret közötti napok számát.

A szüret időpontjának előrejelzése viszonylag nagy pontossággal lehetséges a fővirágzást követő hőösszeg nyomonkövetésével (Harding, et al., 1976, Narasimham, et al., 1988, Perry, et al., 1987). Ritkábban a napfényes órák számával szokták meghatározni az érés időpontját.

A nyári almafajták június vége és augusztus vége között szüretelhetők. Az őszi almák szeptemberben vagy októberben érnek. A téli almák októberben szedhetők (Tóth, 2001).

Az optimális szüretidőt a fővirágzást követő időszak hőmérséklete döntően befolyásolja. Az alacsony tavaszi és nyári hőmérsékletek késleltetik az érést, ennek megfelelően az érési idő a földrajzi övezetesség szerint változik (Ferree & Warrington, 2003).

Szalay (2013) szerint a hőmérséklet hatása különböző a gyümölcsfejlődés különböző szakaszaiban. A 'McIntosh' esetében például bebizonyították, hogy a gyümölcsfejlődés ütemét az elvirágzás utáni első 30 nap hőmérséklete befolyásolja leginkább (Blanpied & Ben-David, 1970). A 'Tenroy' vizsgálata alapján is hasonló következtetést vontak le (Stanley, et al., 2001).

3 CÉLKITŰZÉS

Doktori kutatásomban kárpát-medencei eredetű, illetve külföldi származású, de az 1950-es, 1960-as években ismert, az üzemi termesztésben elterjedt almafajtákat vizsgáltam az évjáratí hatások és a fenológiai jelenségeket befolyásoló hőmérsékleti és csapadékviszonyok szerepének részletesebb megismerése érdekében.

Munkám célja a hét almafajta 13 éves fenológiai adatainak feldolgozása és azok értékelése, valamint a hőmérsékleti és csapadékviszonyok hatásának elemzése az alábbi vizsgálatokon keresztül:

- Virágzásfenológiai adatok feldolgozása
 - A virágzási idő fajták és évek szerinti változékonyságának elemzése, valamint a hőmérsékleti indexekkel (átlaghőmérséklet, maximum hőmérséklet, minimum hőmérséklet, hőingás, hősszeg) és csapadékmennyiséggel való lineáris összefüggésének feltárása
 - A virágzási időtartam fajták és évek szerinti változékonyságának elemzése, valamint a virágzáskezdet, illetve a hőmérsékleti viszonyok és csapadékmennyiség hatásának elemzése
- Az érési időpontra vonatkozó adatok értékelése
 - A szedésre érettség fajták és évek szerinti változékonyságának bemutatása
 - A fővirágzástól az érésig eltelt napok számának fajtánkénti elemzése, valamint az évek szerinti változékonyság leírása
- A vegetációs időszak tartamára vonatkozó adatok elemzése
 - A rügypattanástól a lombhullásig terjedő időtartam meghatározása fajtánként, továbbá az évek szerinti változékonyság leírása
 - A vegetációs időszakra vonatkozó hagyományos aktív hőösszegek kiszámítása fajtánként
 - A vegetációs időszak csapadékösszegének meghatározása
- Egyes fenológiai jelenségek térbeli változékonyságának bemutatása

4 ANYAG ÉS MÓDSZER

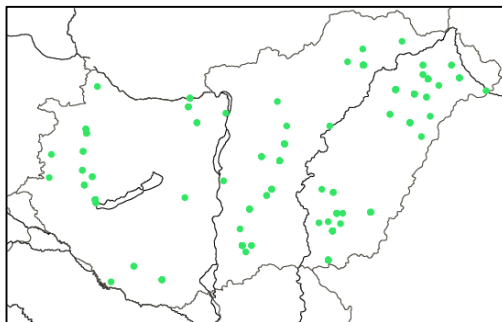
4.1 Felhasznált adatok

4.1.1 Fenológiai adatok

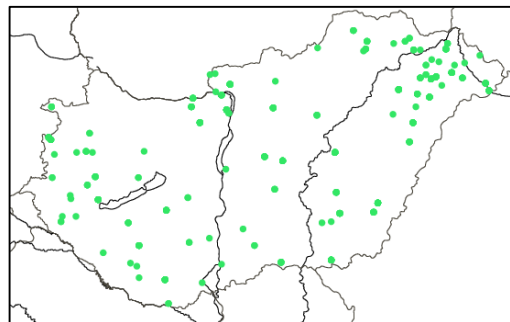
A vizsgálatokhoz felhasznált fenológiai adatokat az Országos Meteorológiai Szolgálat bocsátotta rendelkezésemre. Az adatbázisban a fenológiai jelenségek közül a rügypattanás, a lombosodás (a csészelevél szétválás), a virágzás kezdete, a teljes virágzás, a szíromhullás kezdete és vége, a természetes hullás (a júniusi hullás) kezdet, az érés kezdete, a szedésre érettség, a lombszínéződés ideje, valamint a lombhullás kezdete és vége szerepelt. A termőképességet jellemző adatok közül a termőrügy berakódottság, a virágzás mértéke, a kötődés mértéke, a természetes hullás mértéke és a termésátlag (kg/termőfaegység) került feljegyzésre.

Az 1950-es, 1960-as években jellemzően a hazai termesztésben használatos fajták esetében jegyezték fel a fenti adatokat. Az ‘Asztraháni piros’, ‘Batul’, ‘Húsvéti rozmaring’, ‘Jonathan’, ‘Nyári fontos’, ‘Starking’ és ‘Téli aranyparmen’ fajtákról az 1952-től 1964-ig terjedő időszakra vonatkozóan álltak rendelkezésre dokumentációk.

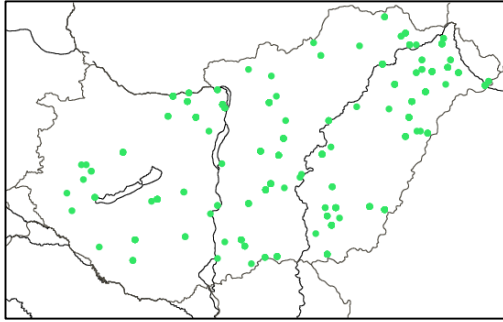
A különböző fajták esetén eltérő mennyiségben vannak feljegyzések (21. ábra – 27. ábra). A dokumentálásba vont ültetvények száma fajtánként: ‘Asztraháni piros’: 61, ‘Batul’: 96, ‘Húsvéti rozmaring’: 93, ‘Jonathan’: 190, ‘Nyári fontos’: 50, ‘Starking’: 69, míg ‘Téli aranyparmen’: 126.



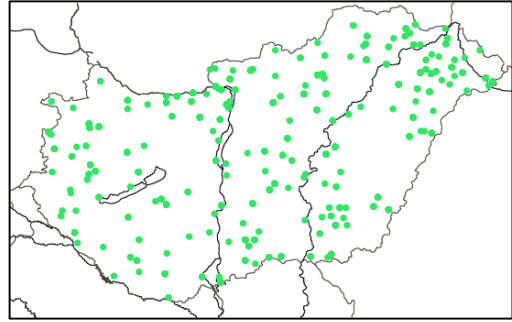
21. ábra: Fenológiai megfigyelések az ‘Asztraháni piros’ esetén (saját szerkesztés)



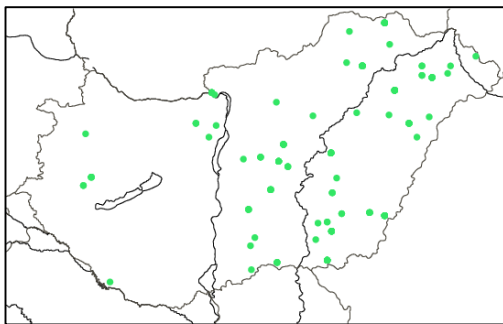
22. ábra: Fenológiai megfigyelések a ‘Batul’ esetén (saját szerkesztés)



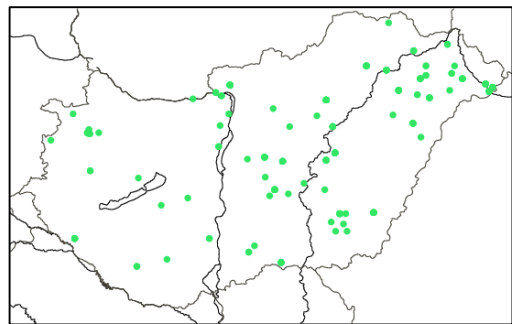
23. ábra: Fenológiai megfigyelések a 'Húsvéti rozmaring' esetén (saját szerkesztés)



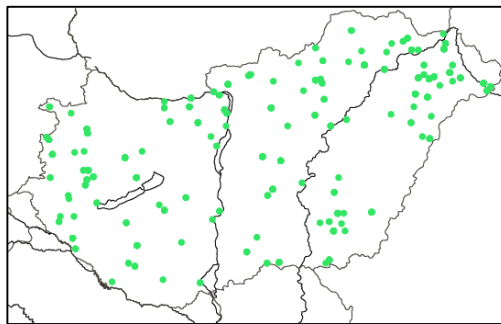
24. ábra: Fenológiai megfigyelések a 'Jonathan' esetén (saját szerkesztés)



25. ábra: Fenológiai megfigyelések a 'Nyári fontos' esetén (saját szerkesztés)



26. ábra: Fenológiai megfigyelések a 'Starking' esetén (saját szerkesztés)



27. ábra: Fenológiai megfigyelések a 'Téli aranyparmen' esetén (saját szerkesztés)

Bár az adatbázis 13 év megfigyeléseit tartalmazza, ez nem azt jelenti, hogy minden egyes ültetvényről ennyi adat áll rendelkezésre, hanem hogy az 1952-től 1964-ig terjedő időszakon belül néhány egymást követő évből vannak információink. Bizonyos esetekben ez a periódus csupán 1 – 2 éves, mások akár 7 – 8 év hosszúságú.

A fenológiai vizsgálatokba bevont gyümölcsösök életkoráról, a sorok tájolásáról, a technológiáról nem állt rendelkezésre információ az adatbázisban. Az

alanyhasználatot is csak néhány esetben jegyezték fel. Ezekben az esetekben többnyire magonc, ritkábban M. 4 alanyokat alkalmaztak.

Bár a fenológiai megfigyelésekre vonatkozóan léteztek előírások (Brózik & Régius, 1959), a megfigyelések viszonylagosan szubjektívnek tekinthetők, a feljegyzéseket eltérő tapasztalattal rendelkező megfigyelők rögzítették.

4.1.2 A fenológiai adatok előfeldolgozása

Az adatok feldolgozásának első lépése a digitalizálás volt. A papíralapú adatbázisban szereplő adatokat Microsoft Excel 2013 programban rögzítettem, majd a dátumokat Julián nappá alakítottam, hogy a későbbi statisztikai elemzésekhez használható formátumot kapjak.

Ezt követte a hibás adatok kiszűrése. Abban az esetben töröltem az adatokat, amikor a fenológiai fázisok nem egymást követő időrendi sorrendben szerepeltek az adatbázisban (pl. a teljes virágzás időpontja megelőzte a virágzás kezdetét).

4.1.2.1 A kiugró értékek kezelése

A nagyobb mintaelemszám megbízhatóbbá teszi a statisztikai elemzéseket, viszont előfordulhatnak hibásan rögzített adatok vagy abnormális megfigyelések (Varga & Szilágyi, 2011). Az ilyen kiugró értékeket hívjuk outliereknek. Ezek gyakran torzítják az eredményt, aránytalanul nagy befolyást gyakorolnak a modellre (Cserhádi, 2004).

Az outlierek keresése a statisztika egyik legnehezebben kezelhető kérdése. Számos módszer létezik a kiugró értékek keresésére. A módszerek egyik csoportja bizonyos eloszlást, vagy különféle sokasági jellemzőket feltételez, illetve a módszerek másik csoportja robusztusabb, kevésbé érzékeny az eloszlás típusára (Cserhádi, 2004).

Amikor egy változóval dolgoztam, egydimenziós outlier kereséssel határoztam meg a kiugró értékeket. Abban az esetben, amikor két változó kapcsolatát jellemeztem, többdimenziós outlier keresést végeztem.

Az outlierek keresését az IBM SPSS Statistics 22 szoftver segítségével végeztem el.

4.1.2.1.1 Egydimenziós outlier keresés

Az egydimenziós outlier keresés során először az értékek standardizálásával végeztem vizsgálatot. Az értékeket az alábbi egyenlet szerint standardizáltam:

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma},$$

ahol z_i a standardizált változó, x_i a standardizálni kívánt változó, \bar{x} a változó átlaga és σ a változó tapasztalati szórása. A 95%-os konfidencia intervallumon kívül eső adatokat kiugró értéként jelöltem meg. A kritikus érték $\lim_{n \rightarrow \infty} (t_{0,005,n-1}) = 1,96$.

4.1.2.1.2 Többdimenziós outlier keresés

Többdimenziós outlier keresés során egy távolságmértékre van szükségünk annak eldöntésére, hogy az objektum kiugró-e. Ezen távolságérték figyelembe kell vegye az adatok eloszlásának alakját.

A Mahalanobis távolság (Mahalanobis, 1936) használható az egyes megfigyeléseknek a sokaság középpontjától mért távolságának a mérésére.

$$D_{ij}^2 = \sum_{r=1}^p \sum_{s=1}^p (x_r - \mu_r) v^{rs} (x_s - \mu_s),$$

ahol az egyeden mért értékek x_1, x_2, \dots, x_p és a megfelelő populáció átlagok $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_p$. A v^{rs} a kovariancia mátrix inverzének az r-edik sorában és s-edik oszlopában álló eleme

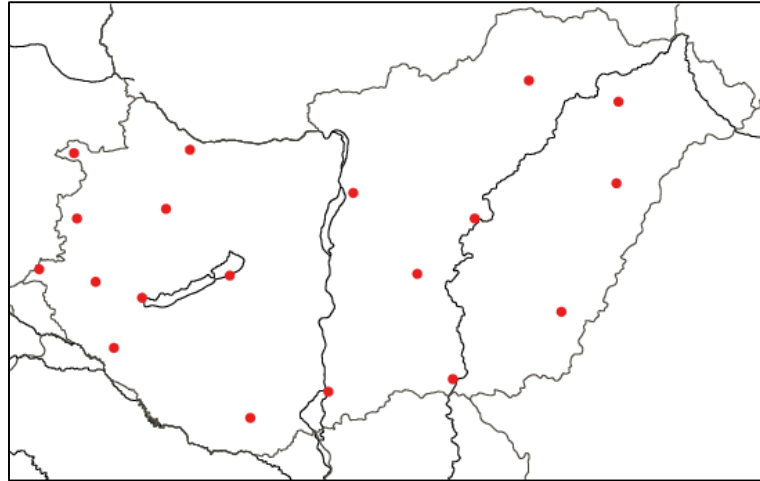
Ez úgy tekinthető, mint az \mathbf{x} megfigyelés többváltozós reziduuma, azaz, hogy milyen messze van az \mathbf{x} az összes változó eloszlásának középpontjától. Figyelembe veszi a változók közötti korrelációt is. Ha a sokaság többváltozós normális eloszlást követ, akkor $D^2 \chi^2$ eloszlású p szabadsági fokkal. Ha D^2 értéke szignifikánsan nagy ($P < 0,001$), akkor a megfigyelésünk vagy hibás, vagy egy extrémális megfigyelés.

A sokaság átlagokat és a kovariancia mátrixot a mintából becsüljük.

4.1.3 Hőmérsékleti adatok

A vizsgálatokhoz szükséges hőmérsékleti adatok szintén az Országos Meteorológiai Szolgálat adatbázisából származnak. A napi középhőmérsékletet, a napi minimum és

napi maximum hőmérsékleti adatokat használtam fel az elemzésekhez. A vizsgált időszakból 19 szinoptikus állomás adatai szerepelnek a meteorológiai adatbázisban (28. ábra). A hiányzó adatokat a szomszédos állomások adatainak távolsággal súlyozott átlagával pótoltam.



28. ábra: A szinoptikus állomások (saját szerkesztés)

4.1.4 A hőmérsékleti adatok előfeldolgozása

Bár a hőmérsékleti adatok térbeli sűrűsége kicsi, a középhőmérsékleti adatok viszonylag nagy területre reprezentatívak. A fenológiai megfigyelések mellé a megfigyelőhelyhez legközelebb eső meteorológiai állomás hőmérsékleti adatait párosítottam.

A rendelkezésre álló hőmérsékleti adatok felhasználásával hőösszegeket számítottam az elemzett fenológiai fázist megelőző időszakokra, illetve a virágzástartam, valamint a vegetációs időszak teljes hosszára vonatkozóan.

A hőösszegek (growing degree day [GDD]) számításának többféle módja létezik (Dorka, 2005). Az elemzés során a hagyományos formula szerint számoltam (McMaster & Wilhelm, 1997):

$$GDD = \sum_{i=1}^n \left(\frac{T_{i,min} + T_{i,max}}{2} - T_b \right),$$

$$\text{ha } \left(\frac{T_{i,min} + T_{i,max}}{2} - T_b \right) > 0,$$

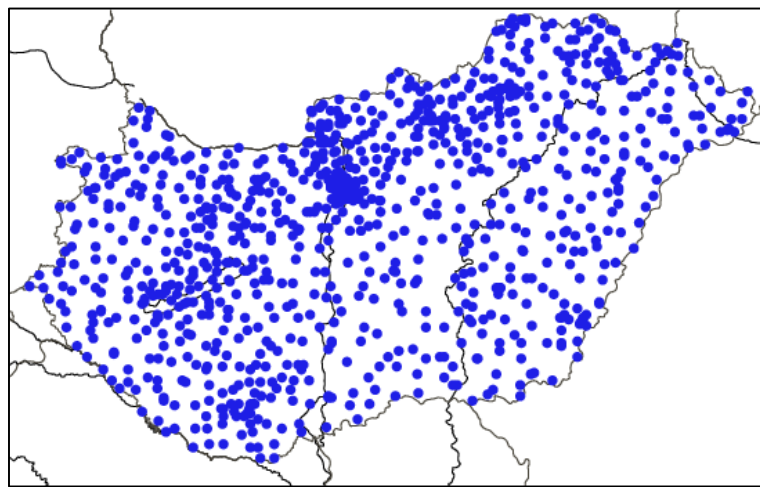
különben 0,

ahol $T_{i,max}$ a napi maximum hőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$], $T_{i,min}$ a napi minimum hőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$], T_b a bázishőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$] és n a fenológiai fázis hossza.

A számításokhoz programot írtam, melyhez a Fortran 77 programozási nyelvet használtam.

4.1.5 Csapadékmennyiség adatok

A vizsgálatokhoz szükséges csapadékadatok az Országos Meteorológiai Szolgálat adatbázisából származnak, amelyek közül a napi csapadékösszegeket használtam fel az elemzésekhez. Az elemzett időszakból 944 szinoptikus és csapadékmérő állomás adatai szerepelnek a meteorológiai adatbázisban (29. ábra).



29. ábra: A szinoptikus és csapadékmérő állomások (saját szerkesztés)

4.1.6 A csapadék adatok előfeldolgozása

A csapadékösszegek meghatározásához minden esetben megkerestem a fenológiai megfigyeléshez legközelebb eső szinoptikus vagy csapadékmérő állomást, s ennek adatait vettem figyelembe. A legközelebbi állomás néhány kivételtől eltekintve a fenológiai megfigyelés 10 km-es körzetében volt.

4.2 Térképszerkesztés

A térképek megrajzolásához a GMT (The Generic Mapping Tools) szoftvert használtam, amely a kontúrvonalat háromszögeléses módszer segítségével rajzolja meg, a földrajzi pontok Delaunay háromszögelését adja meg (Delaunay, 1934).

4.3 Statisztikai elemzések

4.3.1 Korreláció és regresszió analízis

Az egyes fenológiai fázisok, valamint a fenológiai fázisok és a meteorológiai adatok közötti összefüggést a korrelációs számítás módszerével vizsgáltam. A korrelációs számítás két véletlen változó szisztematikus kapcsolatát elemzi.

A változók közötti lineáris kapcsolat mérésére a Pearson-féle korrelációs együtthatót (r) szokás használni. A korrelációs együttható szignifikanciáját Student-féle t -próbával tesztelhetjük:

$$t_{n-2} = \sqrt{\frac{(n-2) \cdot r^2}{1-r^2}}.$$

Mivel az r szignifikanciája a mintaelemszámtól erősen függ, ezért nagy mintaelemszámra már alacsonyabb r érték is szignifikáns, míg alacsony mintaelemszám esetén csak a magas r érték szignifikáns.

Amikor a lineáris kapcsolatot megfelelően erősnek ítéltam, a regresszióanalízis segítségével meghatároztam a kapcsolatot reprezentáló egyenes egyenletét. A regressziós egyenes egyenlete:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon,$$

ahol β_0 konstans, az a pont, ahol az egyenes metszi az y tengelyt és β_1 a változó súlya, ε pedig a modell normális eloszlású, zérus várható értékű hibtagja.

A Pearson-féle lineáris korrelációs együtthatókat és a lineáris regressziót az IBM SPSS Statistics 22 szoftver segítségével végeztem el.

4.3.2 Varianciaanalízis (ANOVA)

Az adatbázisban szereplő fajták mintaátlagai közötti különbség felmérésre varianciaanalízist végeztem.

A varianciaanalízis a kétmintás t-próba általánosítása, melynek során a várható értékek (μ) alapján hasonlíthatunk össze egymástól független, véletlen mintákat. Az egytényezős ANOVA modellegyenlete: $X_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$, ahol X_{ij} az i-edik minta j-edik eleme, μ a közös várható érték, α_i az i-edik szint hatása és ε_{ij} a véletlen hiba (Baráth, et al., 1996).

A varianciaanalízis nullhipotézise (H_0) szerint a minták azonos várható értékű alapsokaságból származnak, egymástól szignifikánsan nem különböznek. Ha a H_0 hipotézist elvetjük, akkor páronkénti összehasonlítással (post hoc teszt) meghatározzuk, hogy mely csoportok között van szignifikáns különbség, és melyek között nincs.

A varianciaanalízis abban az esetben alkalmazható, ha a minták egymástól függetlenek, normális eloszlású sokaságból származnak, és azonos a sokaságok varianciája. A normalitást a ferdeség (skewness) és a csúcosság (kurtosis) segítségével ellenőrizem.

A hipotézist a számított érték vagy a szignifikancia szint szerint fogadtam el vagy vetettem el. Ha az $F_{\text{számított}} < F_{\text{kritikus}}$, vagy ha $SL < \alpha$, akkor a nullhipotézist elfogadtam, ellenben elvettem.

A szórások azonossága esetén a post hoc tesztet Tukey (1949) módszerével végeztem el, ha a szóráshomogenitás enyhén sérült, akkor Games-Howell (1976) módszerét alkalmaztam. A szórások homogenitását Levene-teszttel ($p > 0,05$) ellenőriztem.

A táblázatokban a varianciaanalízis F értékeit feltüntettem, a post hoc tesztek eredményeit betűkkel jelöltem. A különböző betűk a szignifikánsan különböző csoportokra vonatkoznak ($p < 0,05$).

A varianciaanalízist szintén az IBM SPSS Statistics 22 szoftver segítségével végeztem el.

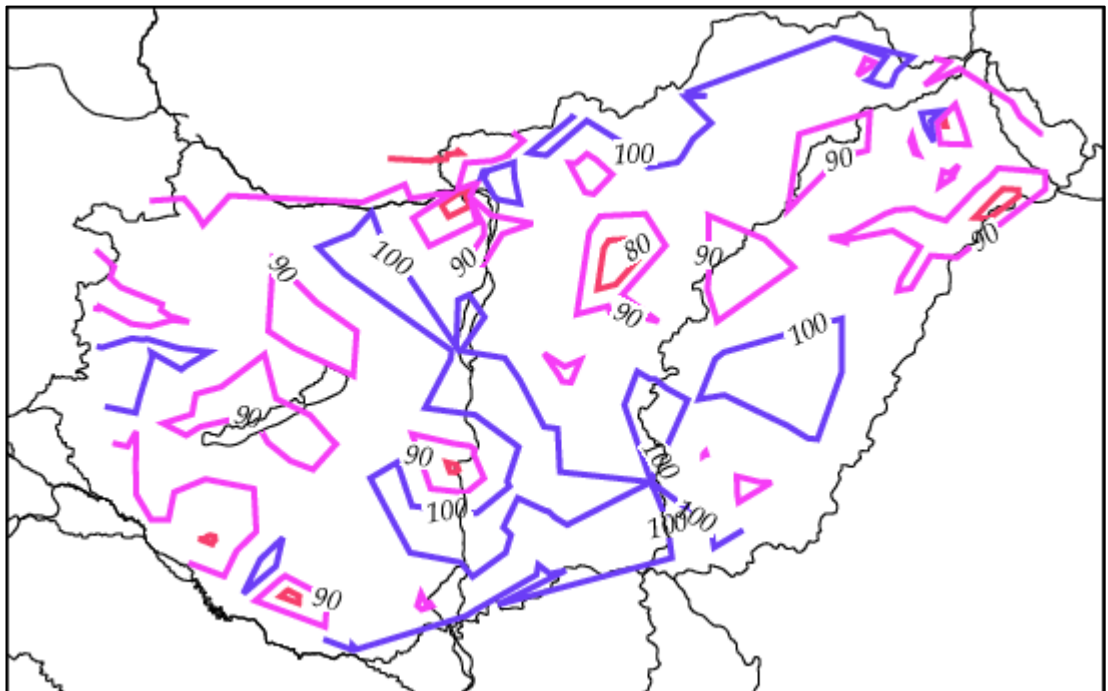
5 EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A vizsgálatok során több szempont szerint értékeltem az adatokat. Először minden esetben a teljes adathalmazra vonatkozóan végeztem el a kiugró értékek keresését, majd ezt megismételtem úgy, hogy az adatsort fajták, majd évek, végül pedig éghajlati körzetek szerint felbontottam.

5.1 Rügypattanás

A rügypattanás időpontjáról 2533 megfigyelés állt rendelkezésre az adatbázisban. Az adatelemzés során 105 adatot (az adatok 4,15%-át) nyilvánítottam kiugró értéknek, így az alapstatisztikák kiszámításakor és a térkép szerkesztésekor 2428 megfigyelt értékkel dolgoztam.

A rügypattanás átlagos időpontja az év 95. napja, melynek területi változékonyságát a 30. ábra szemlélteti. Az adatok szórása 9,7, az adatsor terjedelme 41, azaz a legkorábbi és legkésőbbi rügypattanás között 41 napos eltérés tapasztalható.



30. ábra: A rügypattanás átlagos időpontja

A rügypattanás átlagos időpontja egyenlőtlen területi eloszlású, az értékek nincsenek összhangban a hőmérséklet tavaszi térbeli eloszlásával. Ugyan a délnyugati országrészben jellemzően hamarabb kitavasodik, mégis hasonlóan korai rügypattanással találkozhatunk az Alföld északi részén is.

5.1.1 A fajták szerinti változékonyság

A fajták szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2533 adatból 2436 adat került az elemzésbe, míg az adatok 3,83%-át kiugró értéknek jelöltem.

A rügypattanás időpontjának fajták szerinti átlagos értékét a 7. táblázat tartalmazza, a rügypattanás időpontjának területi különbségeit a hét fajtára bontva pedig az 1. melléklet térképei szemléltetik.

7. táblázat: A rügypattanás átlagos időpontja fajták szerint
 $F(6;2526) = 3,337; p = 0,003$

Fajta	Átlag	Dátum	Szórás	Terjedelem	Elemszám	Post hoc teszt*
Asztraháni piros	93	április 2.	9,7	41	180	a
Batul	95	április 4.	10,2	43	335	abc
Húsvéti rozmaring	96	április 5.	9,8	41	358	c
Jonathan	95	április 4.	9,8	41	771	bc
Nyári fontos	93	április 2.	9,2	39	163	ab
Starking	96	április 5.	9,6	38	200	abc
Téli aranyparmen	95	április 4.	9,6	41	429	c

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

A rügypattanás átlagos időpontja között csupán néhány nap eltérés van az egyes fajták között. A legkorábbi időpontok a nyári fajtákra jellemzők, az összes többi vizsgált fajta rügypattanása ezután 2 – 3 nappal következik be.

A nyári fajták esetén az ország területének kis hányadán következik be a 100. nap után a rügypattanás. Érdeemes megjegyezni, hogy ez a terület pont az országnak az a része, ahol általában korábbi a tavasz kezdete.

Tóth (2013a) szerint a téli érésű fajták esetén a rügypattanás március második felére tehető. A történeti adatokkal összevetve igazolható például Menzel (2000) megfigyelése, mely szerint negyven év alatt átlagosan több mint 6 nappal tolódott korábbra a fás növények rügyszakadása.

5.1.2 Az évek szerinti változékonyság

Az évek szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2533 adatból 2394 adat került az elemzésbe, míg az adatok 5,49%-át kiugró értéknek jelöltem.

A rügy pattanás időpontjának évek szerinti átlagos értékét a 8. táblázat tartalmazza, míg a rügy pattanás időpontjának területi különbségeit 1953 és 1964 között évekre bontva a 2. melléklet térképei szemléltetik.

8. táblázat: A rügy pattanás átlagos időpontja évek szerint
 $F(12;2520) = 220,617; p < 0,001$

Évek	Átlag	Dátum	Szórás	Terjedelem	Elemszám	Post hoc teszt*
1952	94	április 3.	7,8	33	62	d
1953	88	március 28.	4,4	22	193	b
1954	100	április 9.	7,4	36	217	ef
1955	98	április 7.	8,7	36	219	e
1956	103	április 12.	5,2	24	234	g
1957	86	március 26.	6,8	30	196	b
1958	102	április 11.	6,3	27	200	efg
1959	85	március 25.	5,3	24	189	b
1960	91	március 31.	7,1	30	194	c
1961	81	március 21.	6,5	28	200	a
1962	102	április 11.	5,6	27	161	fg
1963	103	április 12.	4,1	20	156	g
1964	100	április 9.	4,4	19	173	ef

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

A rügy pattanás időpontját tekintve az egyes évek között szignifikáns különbségek figyelhetők meg.

Kiugróan korai volt a rügy pattanás az 1961-es évben, amikor annak átlagos időpontja március 21-ére tehető. Az ország bizonyos területein (ilyen például a Balaton nyugati medencéjének környezete) már március 10-e környékén (az év 70. napja) megtörtént a rügy pattanás.

Késői időpontok jellemzik az 1956-os és 1963-as évet. Ezekben az években alig volt olyan terület az országban, ahol az év 90. napja előtti lett volna a rügy pattanás. Az 1956-os évben az átlagos időpontnál későbbi rügy pattanás jellemzi a Dunántúl legnagyobb részét.

5.1.3 Az éghajlati körzetek szerinti változékonyság

Az éghajlati körzetek szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2533 adatból 2419 adat került az elemzésbe, míg az adatok 4,50%-a kiszűrésre került.

A rügyattanás időpontjának átlagos értékét éghajlati körzetek szerint a 9. táblázat tartalmazza.

9. táblázat: A rügyattanás átlagos időpontja éghajlati körzetek szerint
 $F(5;2527) = 5,925; p < 0,001$

Éghajlati körzetek	Átlag	Dátum	Szórás	Terjedelem	Elemzés	Post hoc teszt*
Dbf	95	április 4.	9,9	42	896	ab
Cbfxz	93	április 2.	9,5	39	451	a
Cbfx	94	április 3.	10,0	42	305	a
Cafx	97	április 6.	8,9	36	487	b
Cbfx''	94	április 3.	9,4	40	122	ab
Cbfx''z	95	április 4.	9,3	38	158	ab

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

A rügyattanás átlagos időpontja az ország egyes éghajlati körzeteiben csak kis mértékben tér el, alig négy napos különbséget tapasztalhatunk.

A legkorábbi rügyattanás a Cbfxz-vel jelölt éghajlati körzetben figyelhető meg. Ez tulajdonképpen az ország délnyugati része, ahol legkorábbi a tavasz kezdete. A legkésőbbi időpontokat azonban nem az ország északkeleti részén dokumentálták, hanem az Alföld déli felén.

5.1.4 A rügyattanást megelőző időszak meteorológiai viszonyai

A hőmérsékleti változók átlagos értékeit a rügyattanást megelőző 10, 20 valamint 30 napra vonatkozóan a 10. táblázat tartalmazza.

10. táblázat: A rügyattanás megelőző 10, 20 illetve 30 nap átlagos meteorológiai viszonyai

	10 nap	20 nap	30 nap
Átlaghőmérséklet	8,19 °C	6,78 °C	5,35 °C
Maximum hőmérséklet	14,08 °C	12,36 °C	10,51 °C
Minimum hőmérséklet	2,88 °C	1,90 °C	1,01 °C
Napi hóingás	11,22 °C	10,53 °C	9,70 °C

A hőmérsékleti változókkal való lineáris kapcsolatot jellemző Pearson-féle korrelációs együttható értékei a 11. táblázatban szerepelnek.

11. táblázat: A rügpattanás időpontjának és az azt megelőző 10, 20 illetve 30 napos időszak meteorológiai viszonyainak kapcsolata

Pearson-féle korrelációs együttható	10 nap	20 nap	30 nap
Átlaghőmérséklet	0,290**	0,457 **	0,290**
Maximum hőmérséklet	0,102**	0,316 **	0,273**
Minimum hőmérséklet	0,406**	0,514 **	0,437**
Napi hőingás	-0,291**	-0,164 **	-0,096**

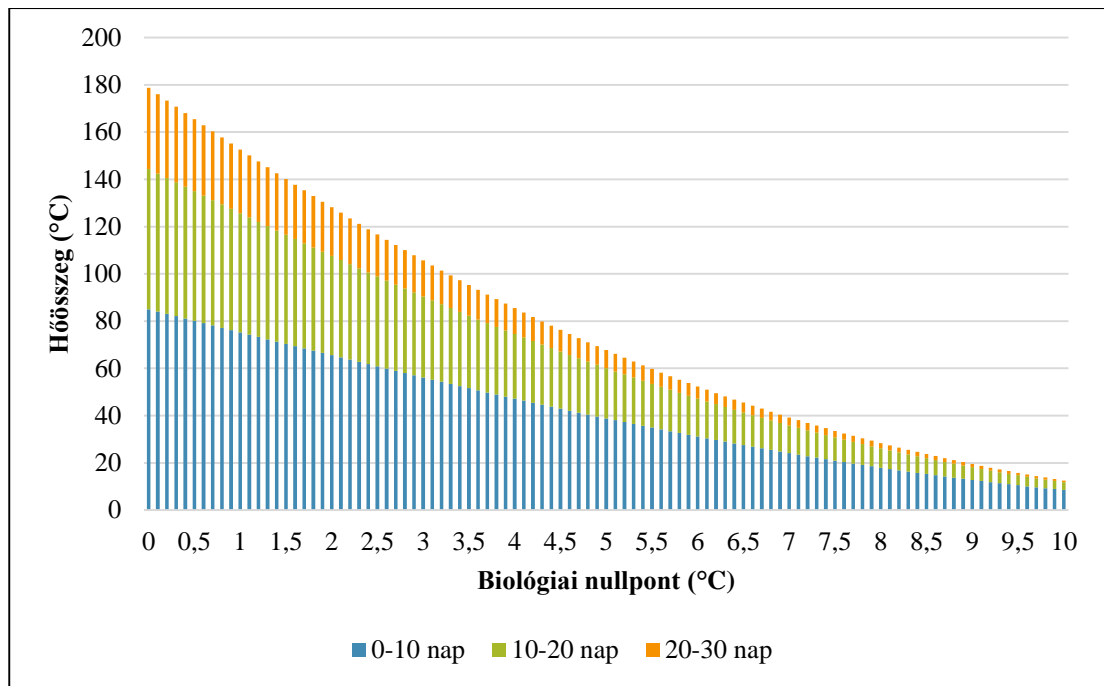
** : $p < 0,01$ szignifikancia szint mellett

Az átlaghőmérséklet, a maximum és minimum hőmérséklet esetén a legerősebb kapcsolatot a rügpattanást megelőző 20 nap átlagával tapasztaljuk. Minden esetben gyenge pozitív kapcsolat figyelhető meg.

A napi hőingás esetén negatív kapcsolatot látunk, bár a korrelációs együttható abszolútértéke csak 0,291. Ezen hőmérsékleti index esetén a rügpattanást megelőző 10 napnak van a legfontosabb szerepe. A korábbi rügpattanás esetén nagyobb átlagos napi hőingást mérhetünk a rügpattanást megelőző időszakban. A nagyobb napi hőingás tavasszal száraz, többnyire meleg, napsütéses periódusra utal.

5.1.4.1 A hőösszeg értéke a rügpattanást megelőzően

A különböző biológiai nullpontokkal számolt hőösszeg értékeket a rügpattanást megelőző eltérő hosszúságú időszakra vonatkozóan a 31. ábra mutatja. A számítások során a rügpattanást megelőző 10, 20, illetve 30 napos periódusra is meghatároztam a hőösszeg értékét.

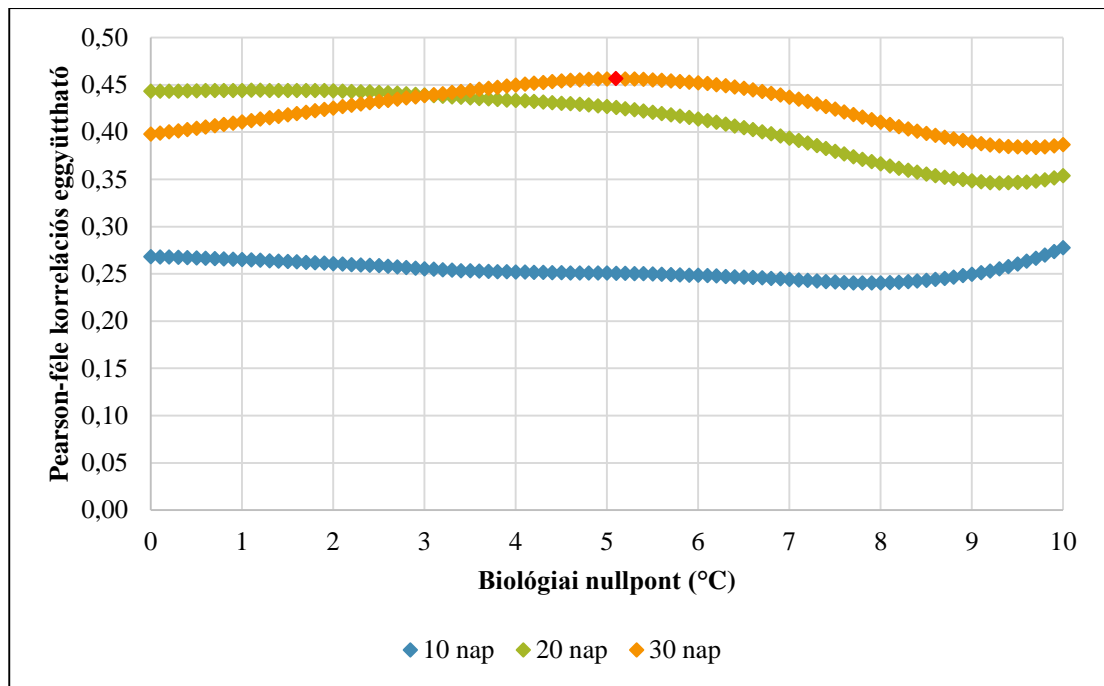


31. ábra: A hőösszeg értéke a rügpattanást megelőző 10, 20 illetve 30 napos időszakban 101 különféle biológiai nullponttal számolva

Minél nagyobb biológiai nullponttal számolunk a hőösszegek számításánál, annál kisebb szerepe lesz az időszak hosszának. Bármely hőmérsékleti értéket jelöljük is ki biológiai nullpontként, minden esetben a rügpattanást megelőző 10 napos időszaknak van a legnagyobb szerepe a hőösszeg felhalmozódása szempontjából.

Ha a biológiai nullpontot a 0 °C-kal helyettesítjük, akkor a rügpattanást megelőzően 30 nap alatt majdnem 180 °C-nyi hőösszeg felhalmozódását mérhetjük. 10 °C-os biológiai nullponttal számolva ugyanerre az időszakra vonatkozóan a felhalmozódott hőösszeg értéke nem éri el az 20 °C-ot sem.

A hőösszegek és a rügpattanás időpontjának lineáris korrelációs együtthatóját a 32. ábra mutatja.



32. ábra: A különböző biológiai nullpontokkal és eltérő hosszúságú időszakokra számolt hőösszegek és a rügyattanás időpontja közötti lineáris összefüggés

A rügyattanás időpontja és a hőösszegek kapcsolatáról megállapítható, hogy a rügyattanást megelőző 30 napos időszaknak van a leghangsúlyosabb szerepe, a legszorosabb összefüggést pedig az 5,1 °C-os biológiai nullponttal számolt hőösszeg esetén tapasztaljuk. Eredményeim szerint tehát az alma esetében ez az 5,1 °C-os hőmérséklet tekinthető az optimális értéknek a biológiai nullpont megválasztásánál. Ez az érték abba a tartományba esik, amely lefedi a korábbi kutatásokban szereplő biológiai nullpontok értékeit (Lenti, 2011, Shaltout & Unrath, 1983, Valentini, et al., 2001).

5.1.4.2 A csapadékösszeg értéke a rügyattanást megelőzően

A rügyattanást megelőző 10, 20 valamint 30 napban hullott csapadék összegét és az ezzel való lineáris korrelációs együttható értékét a 12. táblázat tartalmazza.

12. táblázat: A rügyattanást megelőző 10, 20, illetve 30 nap csapadékösszege és a lineáris korrelációs együttható értékei

	10 nap	20 nap	30 nap
Csapadékösszeg	10,71 mm	20,37 mm	29,78 mm
Pearson-féle korrelációs együttható	0,331**	0,414**	0,393**

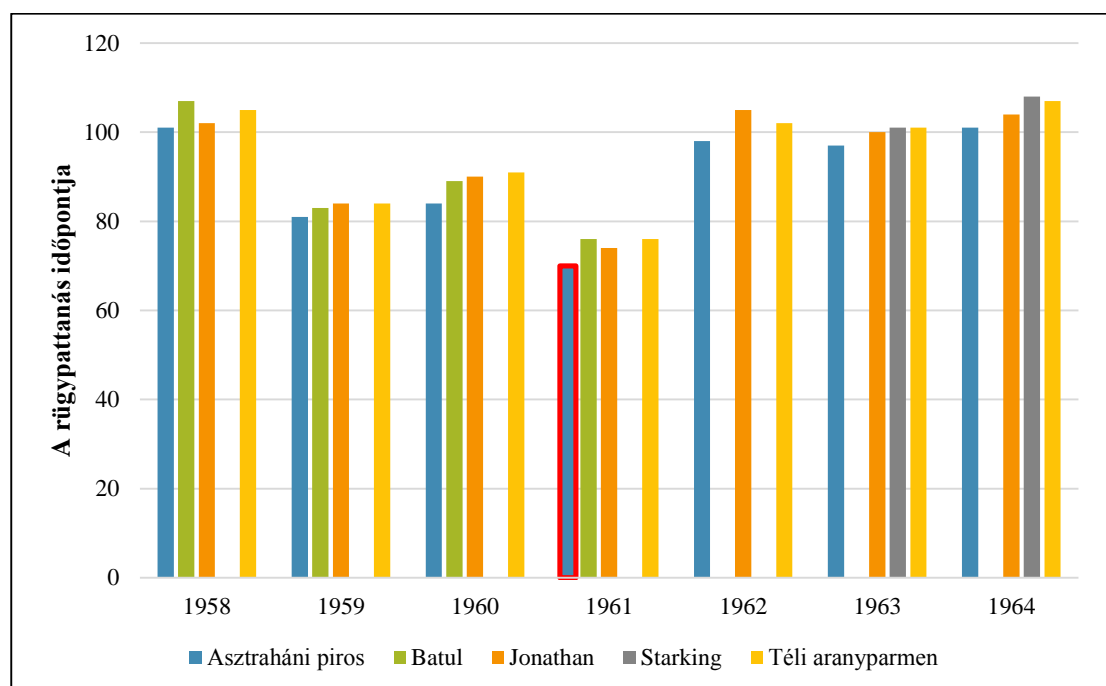
** : $p < 0,01$ szignifikancia szint mellett

A rügpattanást megelőző időszakok közül a 20 napos periódus csapadékösszegével láthatjuk a legszorosabb kapcsolatot, de ez is csak gyenge összefüggés. Ebben a 20 napos időszakban átlagosan 20 mm csapadék hullott a vizsgált időszakban.

Ha nagyobb a csapadékösszeg, akkor általában későbbi a rügpattanás. Ez összhangban van a hőingás vizsgálatánál tapasztaltakkal, hiszen borult, csapadékos időjárás esetén kisebb a napi hőingás.

5.1.5 Egy adott termőhely vizsgálata

Az egész ország területét lefedő adatok vizsgálata után felmerül az igény, hogy ezeket az elemzéseket egy adott termőhelyre is elvégezzük. Az összefüggéseket Újfehértó példáján keresztül mutatom be, ahonnan a dolgozatban vizsgált hét fajta közül ötre vonatkozóan érthetőek el adatok az 1958 és 1964 közötti időszakból (33. ábra).



33. ábra: A rügpattanás időpontja Újfehértón

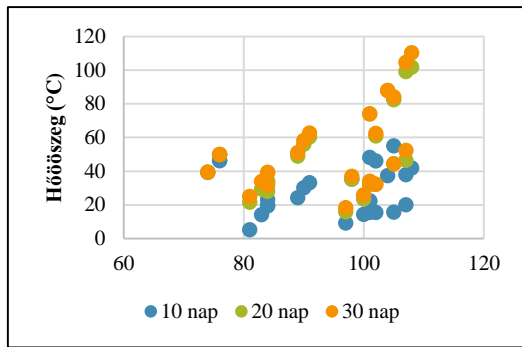
Az újfehértói feljegyzések közül az ‘Asztraháni piros’ 1961-es rügpattanása (március 10.) tekinthető kiugró értéknek. Az ‘Asztraháni piros’ 1961-es rügpattanása előtti időszakára számolt hőösszegek és csapadékösszegek, valamint

hőmérsékleti indexek összevetését a további évek és a többi Újfehértón termesztett fajta adataival a 13. táblázat tartalmazza. Az adatok közül kiemelhető a rügyattanást megelőző 20 napos időszak szokatlanul alacsony átlaghőmérséklete. A rendkívül alacsony érték ellenére kiugróan korai rügyattanást jegyeztek föl. Erre a szokatlanul kis csapadék adhat magyarázatot.

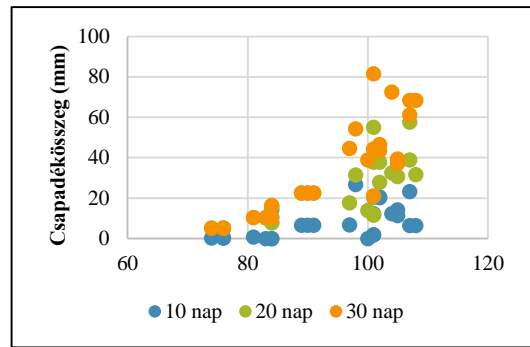
13. táblázat: Az 'Asztraháni piros' 1961-es rügyattanását megelőző időszak meteorológiai viszonyainak összevetése a többi Újfehértón termesztett fajta esetén számított meteorológiai indexekkel

	Minimum	Maximum	Átlag	1961
10 napos átlaghőmérséklet	4,80	10,36	7,38	6,44
10 napos átlagos hőingás	8,10	17,08	11,42	12,14
10 napos átlagos minimum	-1,78	5,89	1,98	0,74
10 napos átlagos maximum	10,20	15,86	13,40	12,88
10 napos csapadékösszeg	0,00	26,70	8,47	0,00
10 napos hőösszeg	5,35	55,15	28,47	21,20
20 napos átlaghőmérséklet	4,33	9,76	6,33	3,82
20 napos átlagos hőingás	7,24	11,61	9,79	8,34
20 napos átlagos minimum	-0,19	5,41	1,84	0,03
20 napos átlagos maximum	8,24	15,07	11,64	8,38
20 napos csapadékösszeg	5,20	57,70	23,45	5,00
20 napos hőösszeg	15,85	101,90	48,25	21,20
30 napos átlaghőmérséklet	2,30	7,58	4,59	2,96
30 napos átlagos hőingás	6,67	11,20	9,07	7,26
30 napos átlagos minimum	-0,73	3,49	0,58	-0,18
30 napos átlagos maximum	5,77	12,48	9,55	7,08
30 napos csapadékösszeg	5,20	81,60	34,09	6,30
30 napos hőösszeg	18,35	110,60	50,64	21,20

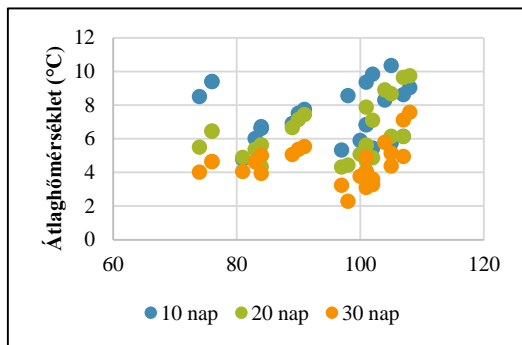
A meteorológiai indexek értékeit a rügyattanást megelőző különböző hosszúságú időszakokra vonatkozóan 34. ábra – 39. ábra szemlélteti. Az Újfehértóra vonatkozó értékek nem térnek el az ország egész területét jellemző átlagoktól.



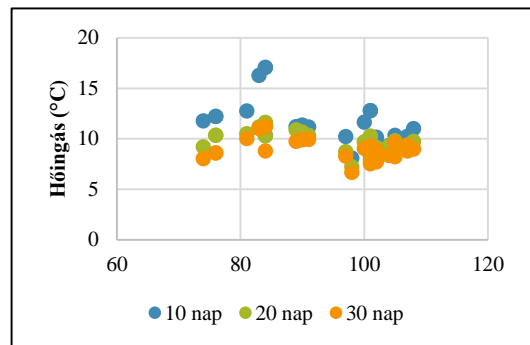
34. ábra: A rügpattanást megelőző időszakokra számolt hőösszegek



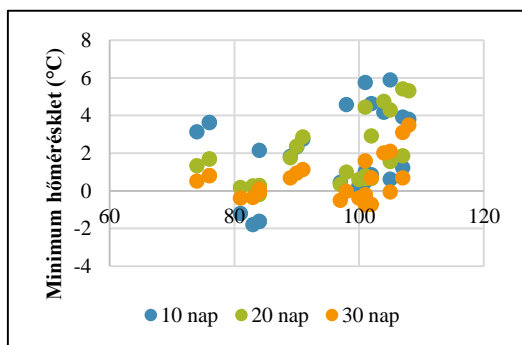
35. ábra: A rügpattanást megelőző időszakokra számolt csapadékösszegek



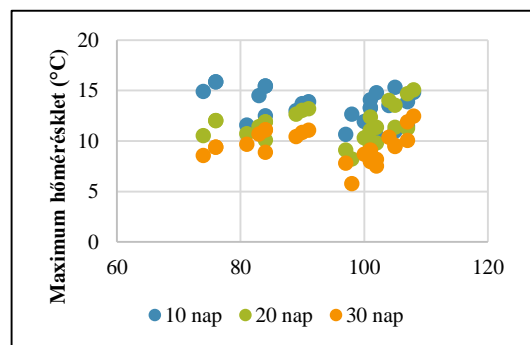
36. ábra: A rügpattanást megelőző időszakok átlaghőmérséklete



37. ábra: A rügpattanást megelőző időszakok átlagos hóingása



38. ábra: A rügpattanást megelőző időszakok átlagos minimuma



39. ábra: A rügpattanást megelőző időszakok átlagos maximuma

A 14. táblázat szemlélteti a rügpattanás időpontjának kapcsolatát az azt megelőző időszak meteorológiai indexeinek átlagértékével. Erős pozitív korrelációt a csapadékösszegek esetén látunk, azaz termőhelyre vonatkozóan is beigazolódott az, hogy a nagy csapadékösszeg késlelteti a rügpattanást. Mérsékleten erős negatív

kapcsolatot fedezhetünk fel a hőingás 10 és 20 napos átlagértékével is, ami azt jelenti, hogy a korábbi rügyattanást megelőzően átlagosan nagyobb hőingást mértek.

14. táblázat: A rügyattanás időpontjának kapcsolata az azt megelőző időszak meteorológiai indexeinek átlagértékével

	10 napos időszak	20 napos időszak	30 napos időszak
Átlaghőmérséklet	0,017	0,387	0,155
Maximum hőmérséklet	0,270	0,494*	0,313
Minimum hőmérséklet	-0,413*	0,174	-0,041
Hőingás	-0,558**	-0,524**	-0,309
Hőösszeg	0,043	0,424*	0,425*
Csapadékösszeg	0,565**	0,761**	0,834**

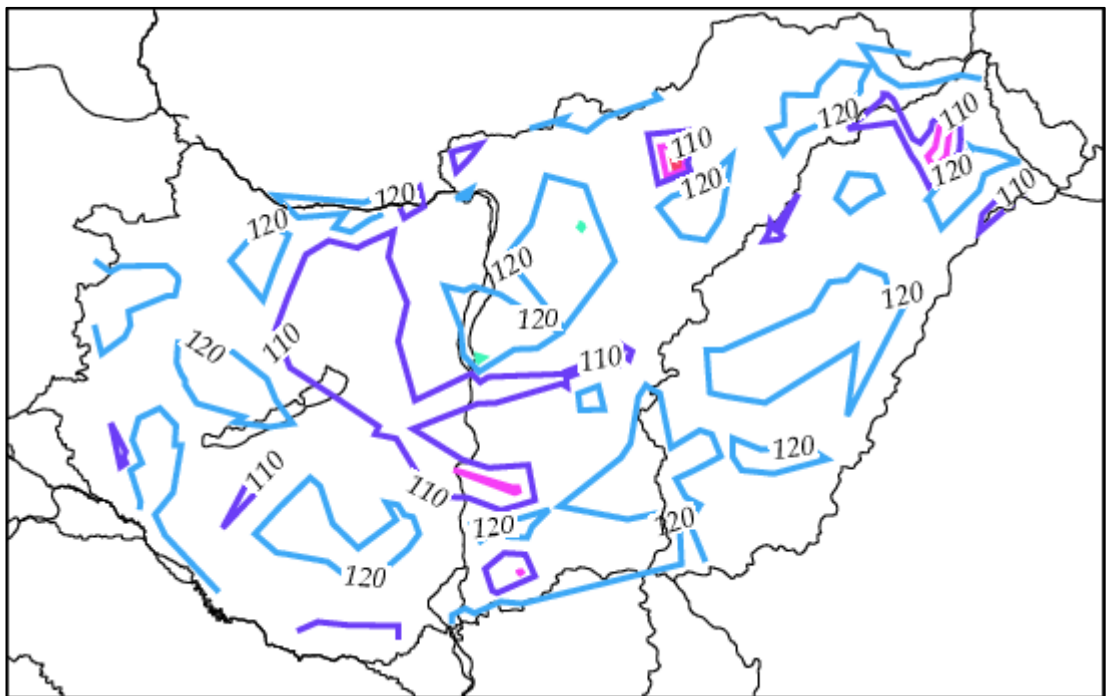
*: $p < 0,05$ szignifikancia szint mellett

** : $p < 0,01$ szignifikancia szint mellett

5.2 A virágzás kezdete

A virágzás kezdetéről 2538 megfigyelés állt rendelkezésre az adatbázisban. Az adatelemzés során 61 adatot (az adatok 2,40%-át) nyilvánítottam kiugró értéknek, így az alapstatisztikák kiszámításakor és a térkép szerkesztésekor 2477 megfigyelt értékkel dolgoztam.

A virágzás kezdetének átlagos időpontja az év 117. napja, melynek területi változékonyságát a 40. ábra szemlélteti. Az adatok szórása 8,9, az adatsor terjedelme 38, azaz a legkorábbi és legkésőbbi virágzáskezdet között 38 napos eltérés tapasztalható.



40. ábra: A virágzás kezdetének átlagos időpontja

A virágzáskezdés átlagos időpontja egyenlőtlen területi eloszlású, az értékek nincsenek összhangban a meteorológiai változók tavaszi térbeli eloszlásával.

Az Északi-középhegység egy pontján kiugróan korai virágzáskezdést láthatunk. Ez minden bizonnyal arra utal, hogy a megfigyelt ültetvény délies kitettséggel lejtőn, illetve fagytól védett területen helyezkedett el. A nyírségi ültetvényeknél a korai virágzáskezdésre a talajadottságok adhatnak magyarázatot.

5.2.1 A fajták szerinti változékonyság

A fajták szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2538 adatból 2474 adat került az elemzésbe, míg az adatok 2,52%-át kiugró értéknek jelöltem.

A virágzás kezdeti időpontjának fajták szerinti átlagos értékét a 15. táblázat tartalmazza, a virágzás kezdeti időpontjának területi különbségeit a hét fajtára bontva a 3. melléklet térképei szemléltetik.

15. táblázat: A virágzás kezdetének átlagos időpontja fajták szerint
F(6;2467) = 11,025; p < 0,001

Fajta	Átlag	Dátum	Szórás	Terjedelem	Elemszám	Post hoc teszt*
Asztraháni piros	114	április 23.	9,2	35	183	a
Batul	116	április 25.	9,2	36	342	ab
Húsvéti rozmaring	117	április 26.	8,9	37	364	bc
Jonathan	118	április 27.	8,7	36	782	bc
Nyári fontos	113	április 22.	8,6	32	167	a
Starking	118	április 27.	8,0	32	201	c
Téli aranyparmen	117	április 26.	8,8	36	435	bc

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól p<0,05 szinten

A vizsgált hét fajta virágzásának kezdete között szignifikáns különbségek mutathatók ki. Korábban kezdenek virágozni a nyári fajták: az ‘Asztraháni piros’ és a ‘Nyári fontos’. Jellegzetesen korai virágzáskezdetet tapasztalhatunk a Hajdúság területén az ‘Asztraháni piros’ esetén. A ‘Starking’ és a ‘Jonathan’ virágzáskezdeté a legkésőbbi. A ‘Starking’ esetén különösen kései virágzáskezdetek jellemzik a Balaton-felvidék területét. A fajták vonatkozásában talált különbségek megegyeznek a szakirodalomban leírtakkal (Király, 2013).

5.2.2 Az évek szerinti változékonyság

Az évek szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2538 adatból 2382 adat került az elemzésbe, míg az adatok 9,15%-át kiugró értéknek jelöltem.

A virágzás kezdeti időpontjának évek szerinti átlagos értékét a 16. táblázat tartalmazza, míg a virágzás kezdeti időpontjának területi különbségeit 1953 és 1964 között évekre bontva a 4. melléklet térképei szemléltetik.

16. táblázat: A virágzás kezdetének átlagos időpontja évek szerinti
 $F(12;2369) = 750,530; p < 0,001$

Évek	Átlag	Dátum	Szórás	Terjedelem	Elemzés	Post hoc teszt*
1952	114	április 23.	3,6	22	75	e
1953	108	április 17.	4,6	24	201	c
1954	126	május 5.	4,3	25	202	i
1955	124	május 3.	2,8	16	219	h
1956	124	május 3.	4,2	20	236	h
1957	110	április 19.	5,5	23	198	d
1958	127	május 6.	4,2	20	199	i
1959	107	április 16.	3,2	15	188	b
1960	112	április 21.	4,1	20	184	e
1961	103	április 12.	2,5	11	196	a
1962	117	április 26.	3,6	18	154	f
1963	118	április 27.	3,6	17	157	f
1964	121	április 30.	5,1	23	173	g

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

A virágzás kezdeti időpontját tekintve szignifikáns különbség figyelhető meg az egyes évek között. Brózik és Regius (1957) több mint 250 fajta hatévi vizsgálata alapján az 1953-as évben korai virágzáskezdetet jegyzett föl, az 1954-es évben pedig viszonylag késeit. Az általam vizsgált adatbázisban szereplő adatok alátámasztják ezt a megállapítást. Az 1954-es évhez hasonlóan az 1958-as évnek is kései volt a virágzáskezdet.

A vizsgált 13 évben az átlagos virágzáskezdetek között 23 nap eltérés mutatkozott. Soltész a virágzás kezdeti időpontjában 20 év megfigyelései alapján 30 nap különbséget mutatott ki, ő azonban 300 fajta bevonásával végezte vizsgálatait (Soltész, 1992). Grausland (1996) 25 nap eltérést jegyzett fel, 11 fajta 10 éven keresztül megfigyelésével Dániában. Blasse és Hoffmann (1992) a 'Golden Delicious' fajtát figyelte meg Berlin közelében 22 éven keresztül, s 35 napos eltérést mutattak ki a virágzás kezdetében.

5.2.3 Az éghajlati körzetek szerinti változékonyság

Az éghajlati körzetek szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2538 adatból 2469 adat került az elemzésbe, míg az adatok 2,72%-a kiszűrésre került.

A virágzás kezdeti időpontjának átlagos értékét éghajlati körzetek szerint a 17. táblázat tartalmazza.

17. táblázat: A virágzás kezdetének átlagos időpontja éghajlati körzetek szerint
 $F(5;2463) = 10,708; p < 0,001$

Éghajlati körzetek	Átlag	Dátum	Szórás	Terjedelem	Elemzés	Post hoc teszt*
Dbf	117	április 26.	8,6	35	897	bc
Cbfxz	116	április 25.	9,4	38	460	ab
Cbfx	116	április 25.	8,6	36	315	ab
Cafx	114	április 23.	8,5	35	502	a
Cbfx''	119	április 28.	8,8	36	130	c
Cbfx''z	119	április 28.	9,3	35	165	c

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

A legkorábbi virágzáskezdetek az Alföld déli felét, és a Dunántúl délkeleti részét jellemzik, ezzel szemben a legkésőbbi virágzáskezdeteket a Kisalföld területén tapasztalhatjuk. Említést érdemel, hogy az Alföld vonatkozásában szembetűnően rövid időszak (átlagosan 17 nap) telik el a rügypattanás és a virágzás kezdete között. Az ország többi részén ez az időszak jellemzően 22 – 25 nap hosszúságú.

Illés et al. (2010) egy nyírségi és egy zalai gyümölcsös négy fajtájának virágzásfenológiáját hasonlították össze. A virágzás kezdetére, a fővirágzás dátumára és a virágzás végére vonatkozóan mind a négy fajta esetén egyaránt arra a megállapításra jutottak, hogy a nyugati országrészben hamarabb következnek be az említett fenológiai fázisok. Azonban ennek okául nem a meteorológiai tényezőket jelölték meg, hanem a talajadottságok különbözőségét és a technológiai elemek eltérését.

A vizsgált adatbázis alapján az ország északkeleti és délnyugati vidéke között egy napos eltérés mutatkozik az átlagos virágzáskezdetek tekintetében.

5.2.4 A virágzás kezdetét megelőző időszak meteorológiai viszonyai

A hőmérsékleti változók átlagos értékeit a virágzás kezdetét megelőző 10, 20 valamint 30 napra vonatkozóan a 18. táblázat tartalmazza.

18. táblázat: A virágzás kezdetét megelőző 10, 20 illetve 30 nap átlagos meteorológiai viszonyai

Átlagérték	10 nap	20 nap	30 nap
Átlaghőmérséklet	12,70 °C	11,38 °C	10,28 °C
Maximum hőmérséklet	18,78 °C	17,30 °C	16,17 °C
Minimum hőmérséklet	6,75 °C	5,70 °C	4,71 °C
Napi hőingás	12,03 °C	11,60 °C	11,47 °C

A hőmérsékleti változókkal való lineáris kapcsolatot jellemző Pearson-féle korrelációs együttható értékét a 19. táblázatban láthatjuk.

19. táblázat: A virágzás kezdetének és az azt megelőző 10, 20 illetve 30 napos időszak meteorológiai viszonyainak kapcsolata

Pearson-féle korrelációs együttható	10 nap	20 nap	30 nap
Átlaghőmérséklet	0,213**	0,152**	0,163**
Maximum hőmérséklet	0,109**	-0,004**	-0,096**
Minimum hőmérséklet	0,348**	0,310**	0,384**
Napi hőingás	-0,176**	-0,333**	-0,458**

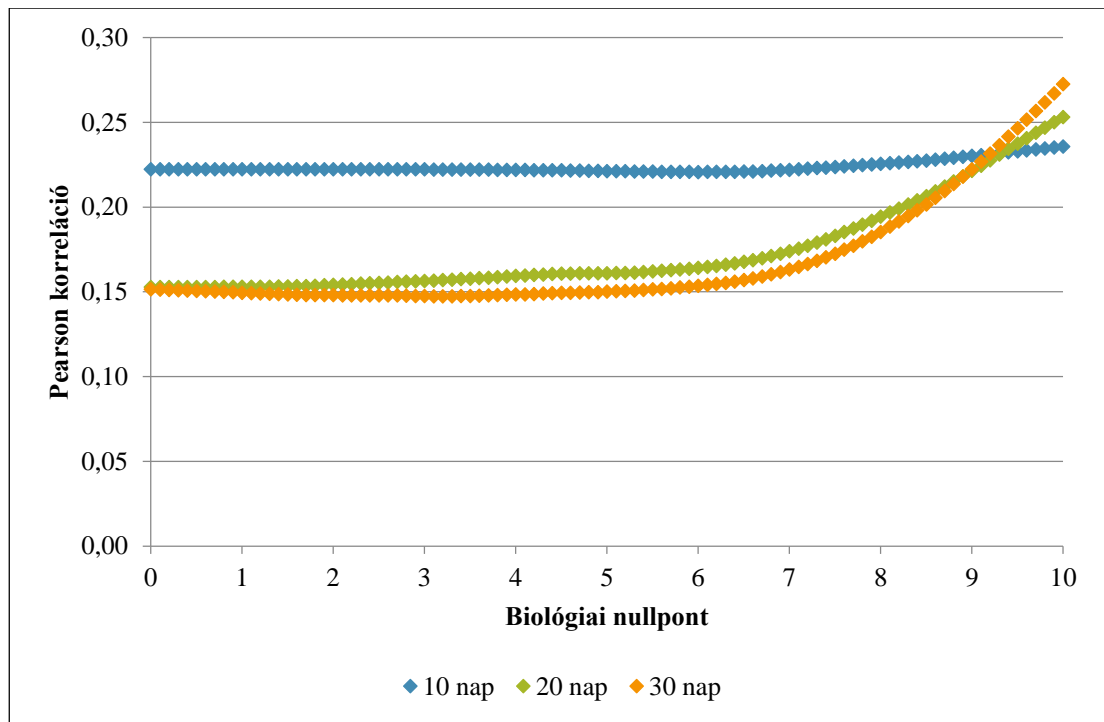
**.: $p < 0,01$ szignifikancia szint mellett

Bár többek között Sunley et al. (2006) szerint minél magasabb a virágzást megelőző időszak hőmérséklete, annál hamarabb kezdődik a virágzás, az általam vizsgált időszakban az adatfelvételezési helyek összességére vonatkozóan azonban nem lehet kapcsolatot kimutatni a virágzást megelőző időszak átlaghőmérséklete és a virágzáskezdés időpontja között.

Gyenge pozitív kapcsolat mutatható ki a minimum hőmérsékletek 30 napos átlagával, hasonlóan gyenge, de negatív kapcsolat figyelhető meg a napi hőingás átlagával. Ha a virágzáskezdést megelőzően nagy átlagos napi hőingást tapasztalunk, az a rügpattanásánál leírtakhoz hasonlóan száraz, többnyire meleg, napsütéses időszakra utal.

5.2.4.1 A hőösszeg értéke a virágzás kezdetét megelőzően

A különböző biológiai nullpontokkal számolt hőösszeg értékeket a virágzás kezdetét megelőző 10, 20 valamint 30 napos időszakra vonatkozóan a 41. ábra mutatja.



41. ábra: A különböző biológiai nullpontokkal és eltérő hosszúságú időszakokra számolt hőösszegek és a virágzás kezdetének időpontja közötti lineáris összefüggés

A virágzás kezdete és a hőmérsékleti viszonyok között több kutató (Fitter, et al., 2007, Sparks & Carey, 1995, Sparks, et al., 2000) talált egyértelmű összefüggést, azaz megállapították, hogy a magasabb hőmérséklet kedvez a korai virágzáskezdetnek. Az adatbázis alapján azonban csak gyenge kapcsolat mutatható ki a 30 napos periódusra meghatározott hőösszeg (10 °C-os biológiai nullpontot alapul véve) és a virágzáskezdet között.

5.2.4.2 A csapadékösszeg értéke a virágzás kezdetét megelőzően

A virágzás kezdetét megelőző 10, 20 valamint 30 napban hullott csapadék összegét és az ezzel való lineáris korrelációs együttható értékét a 20. táblázat tartalmazza.

20. táblázat: A virágzás kezdetét megelőző 10, 20, illetve 30 nap csapadékösszege és a lineáris korrelációs együttható értékei

	10 nap	20 nap	30 nap
Csapadékösszeg	14,58 mm	26,89 mm	38,62 mm
Pearson-féle korrelációs együttható	0,277**	0,384**	0,530**

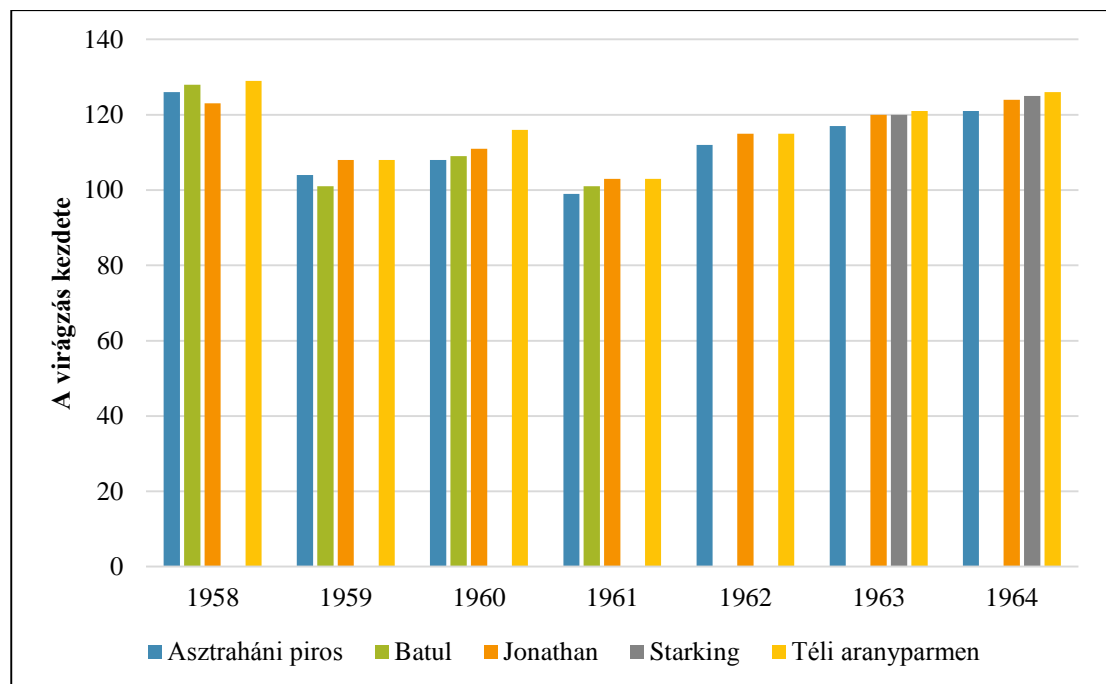
** : $p < 0,01$ szignifikancia szint mellett

A virágzást megelőző 30 napos időszak csapadékösszegével mérsékeltén erős pozitív kapcsolat mutatható ki. Ez azt jelenti, hogy minél nagyobb a csapadékösszeg ebben a 30 napban, annál később kezdődik a virágzás.

A vizsgált időszakban átlagosan 39 mm csapadék hullott a virágzás kezdetét megelőző 30 napban.

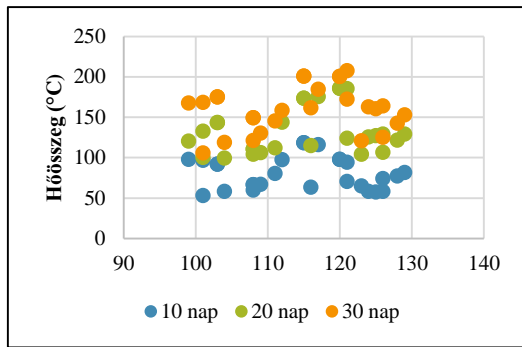
5.2.5 Egy adott termőhely vizsgálata

A rügypattanáshoz hasonlóan a virágzás kezdetének termőhelyi jellemzőit Újfehértó példáján keresztül mutatom be. A virágzás kezdő időpontjának tekintetében az adatok között kiugró értéket nem találunk (42. ábra). A feljegyzett értékek az ország többi pontján dokumentáltakkal összhangban vannak.

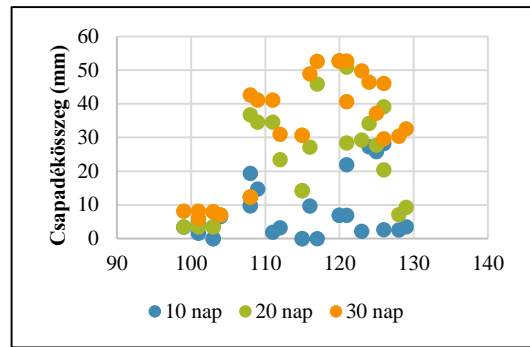


42. ábra: A virágzáskezdet Újfehértón

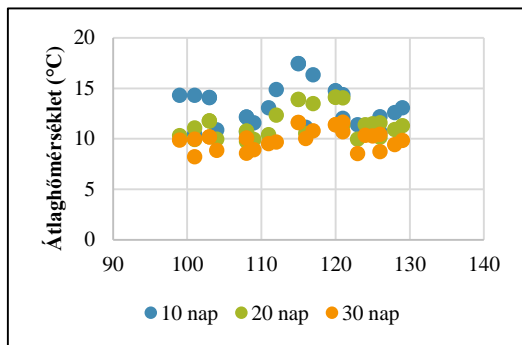
A meteorológiai indexek értékeit a virágzás kezdetét megelőző különböző hosszúságú időszakokra vonatkozóan 43. ábra – 48. ábra szemlélteti. Az Újfehértóra vonatkozó értékek nem térnek el az ország egész területét jellemző átlagoktól.



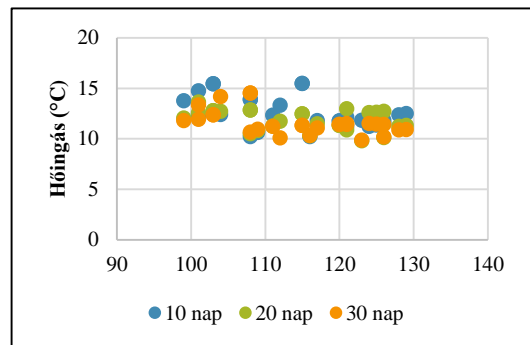
43. ábra: A virágzáskezdetet megelőző időszakokra számolt hőösszegek



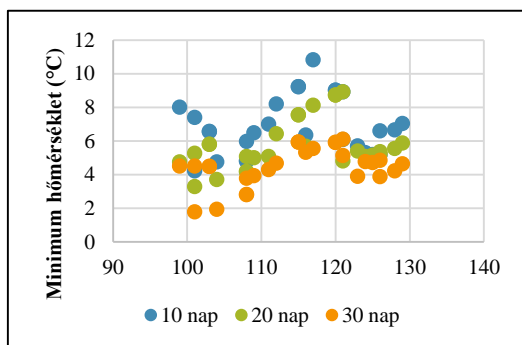
44. ábra: A virágzáskezdetet megelőző időszakokra számolt csapadékösszegek



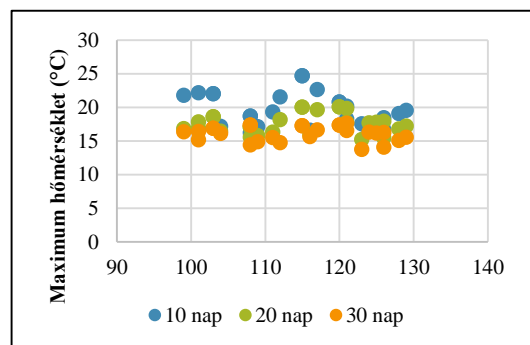
45. ábra: A virágzáskezdetet megelőző időszakok átlaghőmérséklete



46. ábra: A virágzáskezdetet megelőző időszakok átlagos hóingása



47. ábra: A virágzáskezdetet megelőző időszakok átlagos minimuma



48. ábra: A virágzáskezdetet megelőző időszakok átlagos maximuma

A 21. táblázat szemlélteti a rügypattanás időpontjának kapcsolatát az azt megelőző időszak meteorológiai indexeinek átlagértékével. Mérsékeltén erős pozitív összefüggést tapasztalunk a virágzás kezdeti dátuma és a virágzást megelőző 30 nap alatt lehullott csapadék összege között, azaz a sok csapadék későbbre tolja a virágzás kezdetét. Mérsékleten erős gyenge kapcsolatot fedezhetünk fel a virágzáskezdet és

az azt megelőző egy hónap átlagos hőingása között, tehát ha korai a virágzáskezdet, általában nagyobb átlagos hőingást mérhetünk előtte.

21. táblázat: A virágzáskezdet időpontjának kapcsolata az azt megelőző időszak meteorológiai indexeinek átlagértékével

	10 napos időszak	20 napos időszak	30 napos időszak
Átlaghőmérséklet	-0,096	0,274	0,252
Maximum hőmérséklet	-0,213	0,092	-0,143
Minimum hőmérséklet	0,120	0,361	0,446*
Hőingás	-0,463*	-0,402*	-0,539**
Hőösszeg	-0,085	0,213	0,168
Csapadékösszeg	0,326	0,486*	0,714**

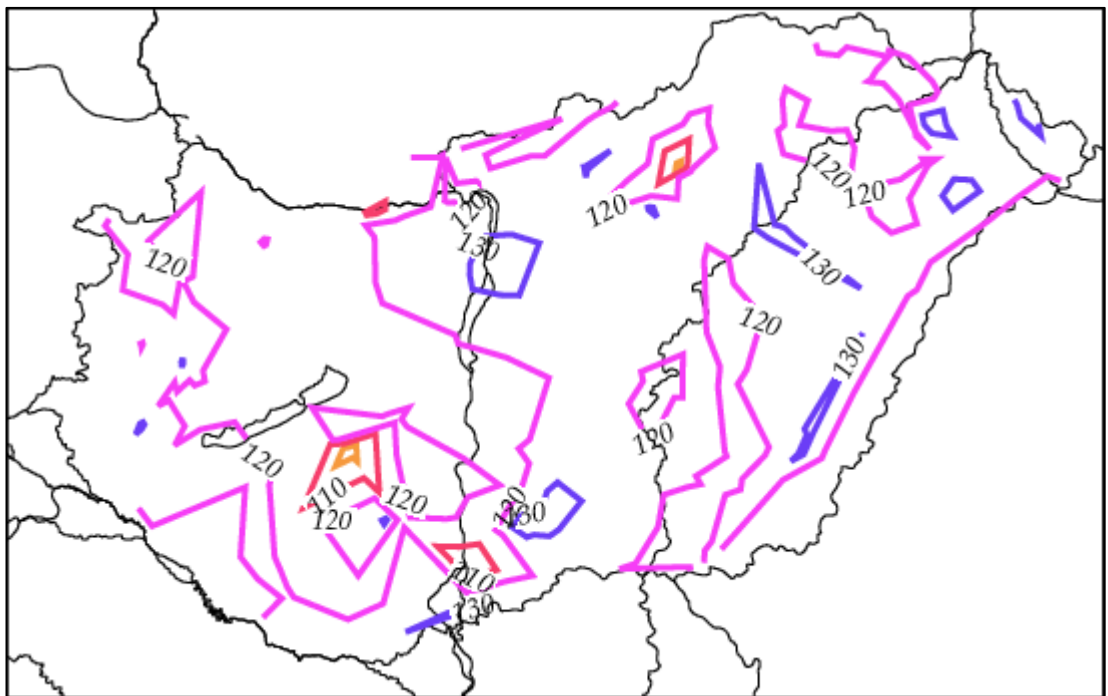
*: $p < 0,05$ szignifikancia szint mellett

** : $p < 0,01$ szignifikancia szint mellett

5.3 A teljes virágzás

A teljes virágzás időpontjáról 2533 megfigyelés állt rendelkezésre az adatbázisban. Az adatelemzés során 65 adatot (az adatok 2,57%-át) nyilvánítottam kiugró értéknek, így az alapstatisztikák kiszámításakor és a térkép szerkesztésekor 2468 megfigyelt értékkel dolgoztam.

A teljes virágzás átlagos időpontja az év 122. napja, melynek területi változékonyságát a 49. ábra szemlélteti. Az adatok szórása 8,4, az adatsor terjedelme 35, azaz a teljes virágzás legkorábbi és legkésőbbi időpontja között 35 nap eltérés mutatkozott.



49. ábra: A teljes virágzás átlagos időpontja

Az Északi-középhegység kis területén a virágzás kezdeténél tapasztaltakhoz hasonlóan szokatlanul korai időpontban következik be a teljes virágzás. Hasonlóan korai időpontokat látunk a Balatontól délkeletre, ez azonban a virágzás kezdetét szemléltető térképen nem rajzolódott ki.

Brózik és Nyéki (1974) a teljes virágzás időpontjában 14 napos különbséget mutatott ki az 1954-es és az 1957-es adatok alapján. Bergant (2001) szerint a teljes virágzás időpontját a rügyattanást követő időszak meteorológiai viszonyai, különösen a hőösszeg értékét alkalmazza

a teljes virágzás dátumának előrejelzésére (Anstey, 1966, Sisler & Overholser, 1943). Stoeckli és Samietz (2015) a 0 °C feletti hőmérsékletű órák számolja az év 45. napjától kezdve.

5.3.1 A fajták szerinti változékonyság

A fajták szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2533 adatból 2456 adat került az elemzésbe, míg az adatok 3,04%-át kiugró értéknek jelöltem.

A teljes virágzás időpontjának fajták szerinti átlagos értékét a 22. táblázat tartalmazza, a teljes virágzás időpontjának területi különbségeit a hét fajtára bontva az 5. melléklet térképei szemléltetik.

22. táblázat: A teljes virágzás átlagos időpontja fajták szerint
F(6;2449) = 20,502; p < 0,001

Fajta	Átlag	Dátum	Szórás	Terjedelem	Elemszám	Post hoc teszt*
Asztraháni piros	118	április 27.	9,0	35	182	a
Batul	121	április 30.	8,5	35	340	b
Húsvéti rozmaring	122	május 1.	8,7	35	366	bc
Jonathan	123	május 2.	8,2	34	779	cd
Nyári fontos	118	április 27.	8,3	33	165	a
Starking	124	május 3.	7,3	31	196	d
Téli aranyparmen	123	május 2.	8,0	33	428	ab

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól p<0,05 szinten

A legkorábbi időpontokat a nyári fajták esetén tapasztaljuk, majd középidőben virágzik a 'Batul', legkésőbb a 'Starking'.

Soltész (1992) négy csoportba sorolta az almafajtákat virágzási idejük alapján. Korai, középkorai, középkései és kései virágzású fajták elkülönítését tartja indokoltnak. A 'Nyári fontos' fajtát a korai virágzásúak közé sorolja, 'Batul' fajtát középkorai virágzásúnak tekinti, a 'Húsvéti rozmaring', 'Jonathan' és 'Starking' fajtát pedig középkései virágzásúnak tartja. Király (2013) szintén középidőben virágzónak jelölte meg a 'Batul' fajtát a fővirágzás ideje alapján.

Több fajta esetén korai fővirágzás figyelhető meg az Alföld középső területein.

5.3.2 Az évek szerinti változékonyság

Az évek szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2533 adatból 2395 adat került az elemzésbe, míg az adatok 5,45%-a kiszűrésre került.

A teljes virágzás időpontjának évek szerinti értékét a 23. táblázat tartalmazza, míg a teljes virágzás időpontjának területi különbségeit 1953 és 1964 között évekre bontva az 6. melléklet térképei szemléltetik.

23. táblázat: A teljes virágzás átlagos időpontja évek szerint
 $F(12;2382) = 627,031; p < 0,001$

Évek	Átlag	Dátum	Szórás	Terjedelem	Elemszám	Post hoc teszt*
1952	117	április 26.	4,4	19	76	d
1953	115	április 24.	4,0	20	201	c
1954	131	május 10.	4,2	24	203	i
1955	128	május 7.	3,0	16	219	h
1956	128	május 7.	4,0	20	235	h
1957	116	április 25.	4,7	22	197	c
1958	131	május 10.	3,5	18	200	i
1959	113	április 22.	4,1	17	189	b
1960	120	április 29.	6,4	26	193	e
1961	107	április 16.	2,7	12	194	a
1962	122	május 1.	4,7	19	158	f
1963	123	május 2.	3,5	16	156	f
1964	127	május 6.	4,7	22	174	g

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

Az 1961-es év szignifikánsan eltér a többi közül, nemcsak szokatlanul korai fővirágzást tapasztalunk, hanem az adatok szórása is ebben az évben a legkisebb. Kirívóan kései volt a fővirágzás az 1954-es és 1958-as évben. A teljes virágzás időpontjának területi eloszlása viszonylag egységes.

5.3.3 Az éghajlati körzetek szerinti változékonyság

Az éghajlati körzetek szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2533 adatból 2445 adat került az elemzésbe, míg az adatok 3,47%-a kiszűrésre került.

A teljes virágzás időpontjának átlagos értékét éghajlati körzetek szerint a 24. táblázat tartalmazza.

24. táblázat: A teljes virágzás átlagos időpontja éghajlati körzetek szerint
 $F(5;2539) = 20,892; p < 0,001$

Éghajlati körzetek	Átlag	Dátum	Szórás	Terjedelem	Elemzés	Post hoc teszt*
Dbf	123	május 2.	8,0	33	888	b
Cbfxz	121	április 30.	9,0	36	460	ab
Cbfx	121	április 30.	8,0	34	313	a
Cafx	120	április 29.	8,0	33	495	a
Cbfx''	125	május 4.	8,0	32	129	c
Cbfx''z	126	május 5.	7,8	31	160	c

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

Az Alföld déli felén és Dunántúl délkeleti csücskében tapasztalhatjuk a legkorábbi fővirágzást, míg a legkésőbbi időpontokat a Kisalföld azon területeiről jegyezték föl, ahol a másodlagos őszi csapadékmaximum kimutatható.

5.4 A virágzástartam

A virágzástartam 2524 esetben számítható az adatbázisból a virágzás kezdetének és a szíromhullás végének ismeretében. Az adatelemzés során 98 adatot (az adatok 3,88%-át) nyilvánítottam kiugró értéknek, így az alapstatisztikák kiszámításakor 2426 megfigyelt értékkel dolgoztam.

A virágzástartam átlagos értéke 15 nap. Az adatok szórása 4,88, az adatsor terjedelme 23, azaz a legrövidebb és leghosszabb virágzási periódus között több mint 3 hétnyi időtartambeli különbség volt.

Racskó több, mint 30 fajta virágzástartamát vizsgálta meg. Vadmagonc, M. 9-es és MM. 106-os alanyokon álló ültetvények esetén 9 – 13 napos időszakot figyelt meg 2003-ban (Racskó, 2008).

Iránban 7 év megfigyelései alapján 12 napos virágzási időt jegyeztek fel (Yazdanpanah, et al., 2010).

5.4.1 A fajták szerinti változékonyság

A fajták szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2524 adatból 2421 adat került az elemzésbe, míg az adatok 4,08%-át kiugró értéknek jelöltem.

A virágzástartam fajták szerinti átlagos hosszát a 25. táblázat tartalmazza. A virágzás kezdeti időpontjának területi különbségeit a hét fajtára bontva a 3. melléklet térképei szemléltetik, míg a szíromhullás végét a 7. melléklet illusztrálja.

25. táblázat: Az átlagos virágzástartam fajták szerint
 $F(6;2414) = 4,026; p = 0,001$

Fajta	Átlag	Szórás	Terjedelem	Elemszám	Post hoc teszt*
Asztraháni piros	14,4	4,72	20	178	ab
Batul	14,9	4,68	20	330	ab
Húsvéti rozmaring	15,2	5,00	23	359	ab
Jonathan	15,4	5,06	24	767	b
Nyári fontos	14,1	4,03	19	161	a
Starking	14,0	4,62	21	198	a
Téli aranyparmen	14,6	4,83	22	428	ab

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

A vizsgált hét almafajta virágzástartamában 1 nap különbséget mutattam ki. Legrövidebb virágzástartam a ‘Starking’ fajtát jellemzi, míg a leghosszabb a ‘Húsvéti rozmaring’ és a ‘Jonathan’ fajtát. Pethő (1984) szerint a ‘Starking’ virágzástartama a többi fajtához képest igen rövid, így a hatékony megporzási periódus is rövid ideig tart.

5.4.2 Az évek szerinti változékonyság

Az évek szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2524 adatból 2389 adat került az elemzésbe, míg az adatok 5,35%-a kiszűrésre került.

A virágzástartam évek szerinti értékét a 26. táblázat tartalmazza. A virágzás kezdeti időpontjának területi különbségeit 1953 és 1964 között évekre bontva a 4. melléklet térképei szemléltetik, míg a szíromhullás végét a 8. melléklet illusztrálja.

26. táblázat: Az átlagos virágzástartam évek szerint
 $F(12;2376) = 74,036; p < 0,001$

Évek	Átlag	Szórás	Terjedelem	Elemszám	Post hoc teszt*
1952	10,6	2,23	10	77	a
1953	18,0	5,31	24	200	c
1954	14,5	4,27	22	204	cd
1955	12,9	3,43	15	214	b
1956	13,3	3,72	18	239	bc
1957	15,5	4,71	23	195	d
1958	10,1	3,98	20	195	a
1959	18,6	4,65	23	192	e
1960	18,9	4,73	20	192	e
1961	14,5	3,85	18	199	cd
1962	14,7	3,47	16	156	cd
1963	14,1	3,49	16	153	bcd
1964	14,4	4,03	17	173	bcd

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

Az elemzett 13 év során 10 naptól 19 napig terjedt a virágzástartam: a 1958-ban mindössze 10 nap alatt zajlott le a virágzás, míg 1959-ben és 1960-ban 19 nap telt el a virágzás kezdetétől a szíromhullás befejeződéséig.

5.4.3 Az éghajlati körzetek szerinti változékonyság

Az éghajlati körzetek szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2524 adatból 2413 adat került az elemzésbe, míg az adatok 4,40%-a kiszűrésre került.

A virágzástartam hosszának értékét éghajlati körzetek szerint a 27. táblázat tartalmazza.

27. táblázat: Az átlagos virágzástartam régiók szerint
 $F(5;2407) = 12,532; p < 0,001$

Éghajlati körzetek	Átlag	Szórás	Terjedelem	Elemszám	Post hoc teszt*
Dbf	14,2	4,60	21	873	a
Cbfxz	15,8	5,39	23	446	bc
Cbfx	14,7	4,66	24	309	ab
Cafx	14,6	4,32	19	498	a
Cbfx''	15,8	5,00	23	127	bc
Cbfx''z	16,6	5,54	25	160	c

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

A legrövidebb virágzástartamot Északi-középhegység területén és az Alföld északkeleti részén figyelhetjük meg. Említésre méltó, hogy a statisztikai elemzés nem tudott különbséget kimutatni az ország ezen területei, és a legmelegebb részek virágzástartamai között. A leghosszabb időtartam a Kisalföld területén jellemző.

5.4.4 A virágzástartam meteorológiai viszonyai

A meteorológiai változók virágzástartamra vonatkozó átlagos értékét és az virágzási tartamának hőmérsékleti indexekkel való lineáris kapcsolatának erősségét a 28. táblázat tartalmazza.

28. táblázat: A virágzástartam alatti meteorológiai viszonyok

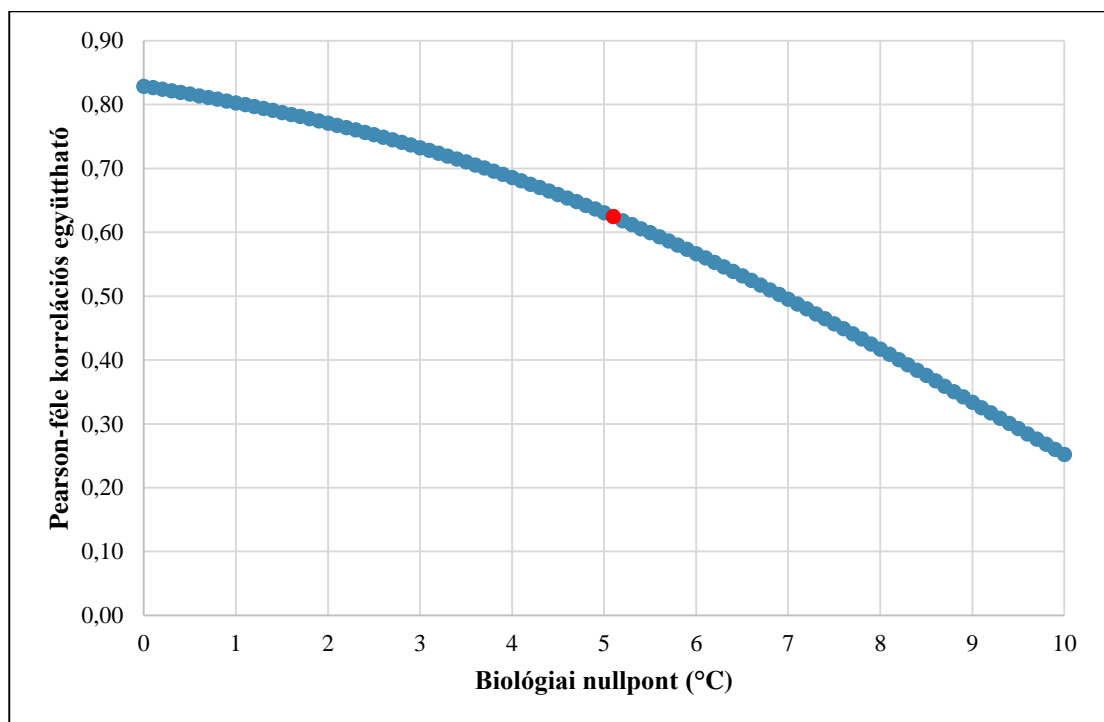
	Átlaghőmérséklet	Maximum	Minimum	Hőingás
Átlagérték	13,90 °C	19,83 °C	8,10 °C	11,73 °C
Pearson-féle korreláció együttható	-0,389**	-0,403**	-0,343**	-0,271**

** : $p < 0,01$ szignifikancia szint mellett

A virágzástartam esetén gyenge negatív kapcsolat figyelhető meg minden átlaghőmérséklet értékével, azaz ennek növekedése a virágzástartam rövidülését vonja maga után. Hasonló a kapcsolat a maximum és minimum hőmérsékletek átlaga esetében is.

5.4.4.1 A hőösszeg értéke a virágzástartam alatt

A virágzástartam és a rügpattanás időpontjának lineáris korrelációs együtthatóját az 50. ábra mutatja.



50. ábra: A virágzástartam és a különböző biológiai nullpontokkal számolt hőösszeg kapcsolata

Bármekkora biológiai nullponttal is számolunk, minden esetben pozitív kapcsolatot figyelhetünk meg a hőösszeg és a virágzás időtartama között, tehát hosszabb virágzástartam alatt nagyobb hőösszeg halmozódik fel.

Az 5,1 °C-os biológiai nullponttal számolt hőösszeg esetén a lineáris korrelációs együttható értéke 0,625. Ezzel az értékkel számolva a virágzástartam alatt átlagosan 136,04 °C hőösszeg halmozódik fel a virágzástartam alatt.

5.4.4.2 A csapadékösszeg a virágzástartam alatt

A virágzástartam két hete alatt átlagosan 29 mm csapadék hullott, ezzel gyenge pozitív kapcsolat mutatható ki (29. táblázat), azaz a csapadékos időjárás hatására a virágzástartam meghosszabbodását tapasztaljuk.

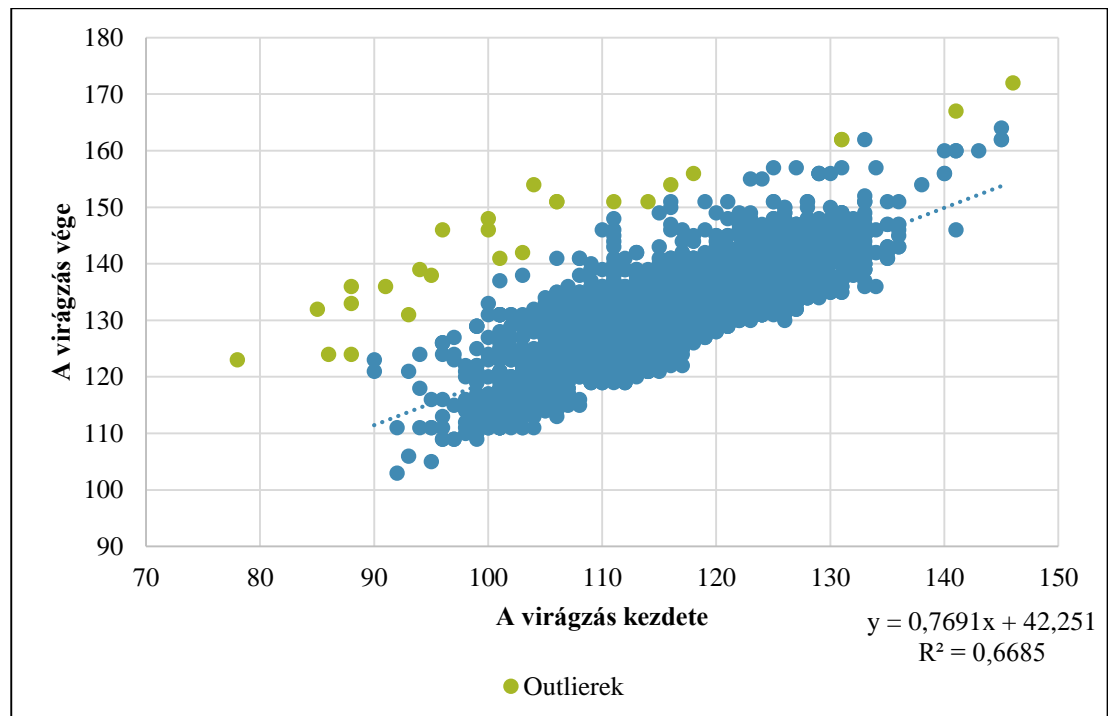
29. táblázat: A virágzástartam alatt hullott csapadék összege és a lineáris kapcsolat nagysága

	Csapadékösszeg
Átlagérték	28,82 mm
Pearson-féle korreláció együttható	0,442**

** : $p < 0,01$ szignifikancia szint mellett

5.4.5 A virágzás kezdetének és tartamának kapcsolata

A virágzás kezdete és vége közötti kapcsolatot az 51. ábra mutatja.

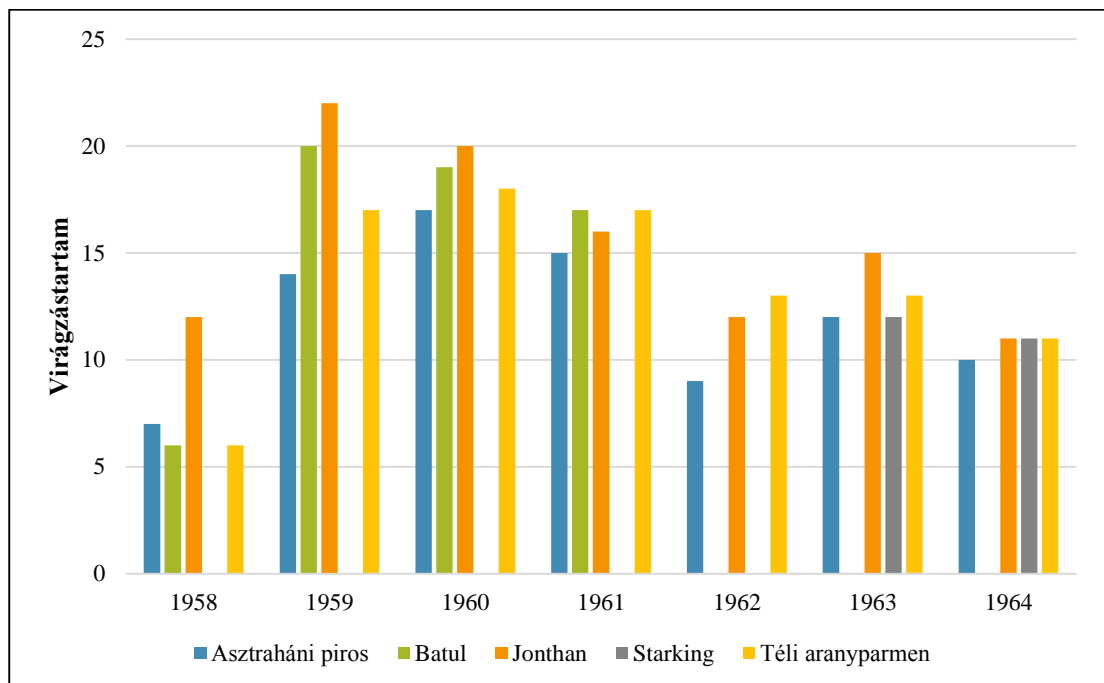


51. ábra: A virágzás kezdete és vége közötti kapcsolat

A virágzás kezdete és vége között igen erős ($r=0,818$, $p<0,01$) pozitív lineáris kapcsolatot figyelhetünk meg, azaz minél később kezdődik a virágzás, annál később is ér véget.

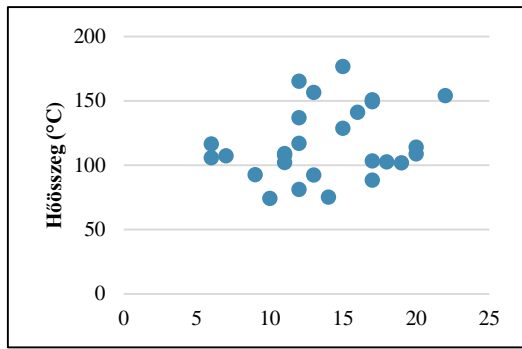
5.4.6 Egy adott termőhely vizsgálata

A korábbiakhoz hasonlóan a virágzástartam termőhelyi jellemzőit Újfehértó példáján keresztül mutatom be. A virágzástartam tekintetében sem találunk az adatok között kiugró értéket (52. ábra). A feljegyzett adatok az ország többi pontján dokumentáltakkal összhangban vannak.

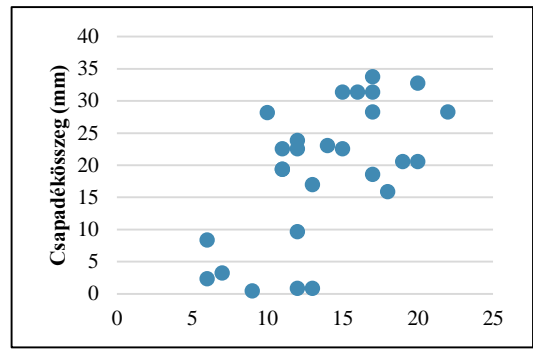


52. ábra: A virágzástartam Újfehértón

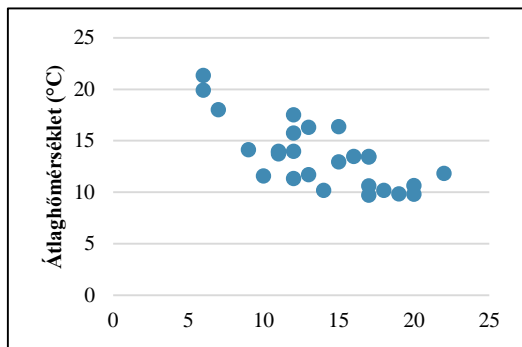
A meteorológiai indexek értékeit a virágzástartamra vonatkozóan 53. ábra – 58. ábra szemlélteti. Az Újfehértóra vonatkozó értékek összhangban vannak az ország egész területét jellemző átlagértékekkel.



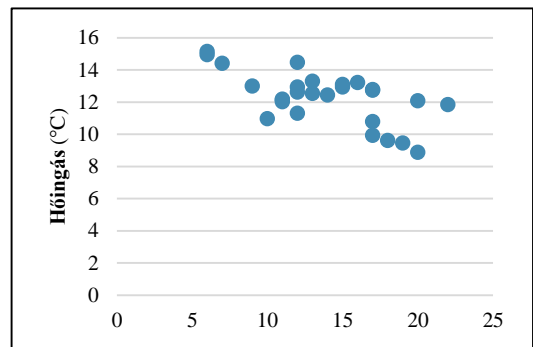
53. ábra: A virágzástartamra számolt hőösszegek



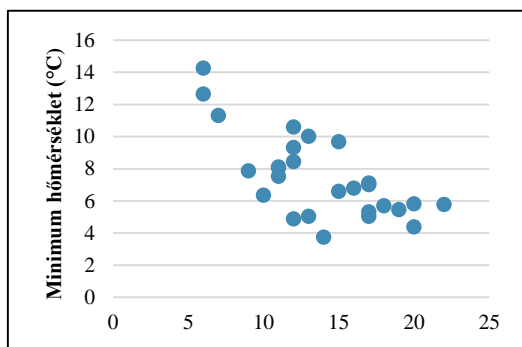
54. ábra: A virágzástartamra számolt csapadékösszegek



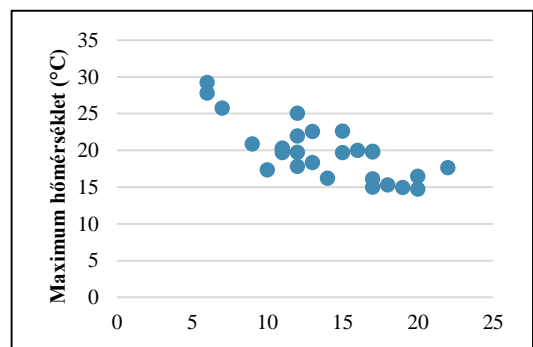
55. ábra: A virágzástartam átlaghőmérséklete



56. ábra: A virágzástartam átlagos hőingása



57. ábra: A virágzástartam átlagos minimuma



58. ábra: A virágzástartam átlagos maximuma

A 30. táblázat szemlélteti virágzás tartamának kapcsolatát a meteorológiai indexeik átlagértékével. A hőösszeztől eltekintve minden index esetén mérsékelt erősséggel összefüggést tapasztalunk. Ez a kapcsolat a hőmérsékleti indexek esetén negatív, míg a csapadékösszegekre vonatkozóan pozitív. Azaz az átlaghőmérséklet, a minimum és a maximum hőmérséklet, valamint a hőingás növekedése rövidíti a virágzás

időtartamát, a csapadékösszeg növekedése pedig a virágzástartam megnyúlását okozza.

30. táblázat: A virágzás tartamának kapcsolata a meteorológiai indexek átlagértékével

	Pearson-féle korrelációs együttható
Átlaghőmérséklet	-0,732**
Maximum hőmérséklet	-0,751**
Minimum hőmérséklet	-0,708**
Hóingás	-0,652**
Hőösszeg	0,242
Csapadékösszeg	0,622**

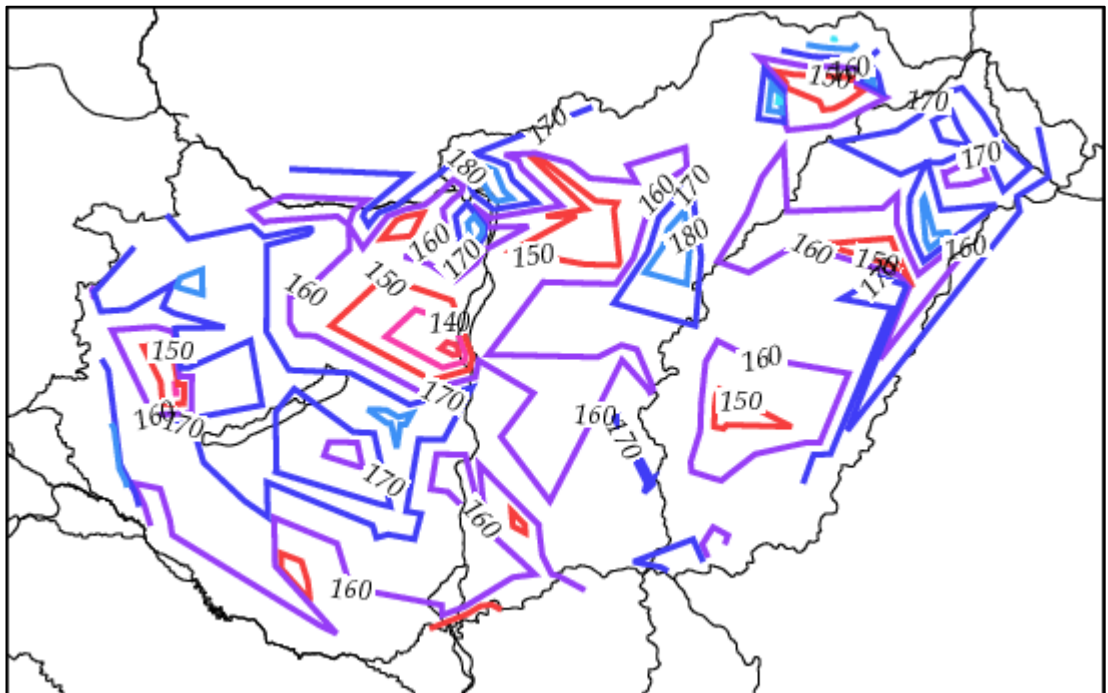
** : $p < 0,01$ szignifikancia szint mellett

5.5 A júiusi gyümölcshullás

Az adatbázisban természetes hullás névvel jegyezték fel az adatokat, melyeknek értékéből nyilvánvaló, hogy a kifejezés az alma második, azaz júiusi gyümölcshullására utal.

A júiusi gyümölcshullás pontos dátumáról 2138 megfigyelés állt rendelkezésre az adatbázisban. Az adatelemzés során 133 adatot (az adatok 6,22%-át) nyilvánítottam kiugró értéknek, így az alapstatisztikák kiszámításakor és a térkép szerkesztésekor 2005 megfigyelt értékkel dolgoztam.

A júiusi gyümölcshullás átlagos időpontja az év 163. napja, melynek területi változékonyságát az 59. ábra szemlélteti. Az adatok szórása 13,9, az adatsor terjedelme 63, azaz több mint két hónapnyi eltérés van a természetes hullás feljegyzett időpontjai között.



59. ábra: A természetes hullás átlagos időpontja

A júiusi hullás legkorábbi időpontjai a fővárostól délre, a Dunán túli területeken figyelhetők meg, míg kései időpontokat jegyeztek fel az ország legészakibb területein.

5.5.1 A fajták szerinti változékonyság

A fajták szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2138 adatból 2031 adat került az elemzésbe, míg az adatok 5,00%-át kiugró értéknek jelöltem.

A természetes hullás időpontjának fajták szerinti értékét a 31. táblázat tartalmazza, a természetes hullás időpontjának területi különbségeit a hét fajtára bontva a 9. melléklet térképei szemléltetik.

31. táblázat: A természetes hullás átlagos időpontja fajták szerint
 $F(6;2024) = 8,359; p < 0,001$

Fajta	Átlag	Dátum	Szórás	Terjedelem	Elemszám	Post hoc teszt*
Asztraháni piros	159	június 7.	12,7	54	155	ab
Batul	163	június 11.	14,4	66	273	abc
Húsvéti rozmaring	166	június 14.	14,0	62	305	c
Jonathan	165	június 13.	13,4	61	626	c
Nyári fontos	159	június 7.	13,8	62	141	a
Starking	163	június 11.	11,5	55	175	bc
Téli aranyparmen	162	június 10.	14,4	66	356	abc

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

A természetes hullás átlagos időpontja a két nyári fajta esetén a legkorábbi. Egy héttel későbbre tehető a természetes hullás a 'Húsvéti rozmaring' fajta esetén.

Minden egyes fajtára elmondható, hogy a természetes hullás időpontjait szemléltető izovonalak rendszere nem követi az éghajlati adottságokat.

5.5.2 Az évek szerinti változékonyság

Az évek szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2138 adatból 2027 adat került az elemzésbe, míg az adatok 5,19%-a kiszűrésre került.

A természetes hullás időpontjának évek szerinti értékét a 32. táblázat tartalmazza, míg a természetes hullás időpontjának területi különbségeit 1953 és 1964 között évekre bontva a 10. melléklet térképei szemléltetik.

32. táblázat: A természetes hullás átlagos időpontja évek szerint
 $F(12;2014) = 18,372; p < 0,001$

Évek	Átlag	Dátum	Szórás	Terjedelem	Elemszám	Post hoc teszt*
1952	157	június 5.	9,6	34	37	a
1953	161	június 9.	16,4	69	182	abc
1954	173	június 21.	16,2	71	159	e
1955	168	június 16.	14,6	65	188	de
1956	164	június 12.	11,1	50	180	bcd
1957	165	június 13.	11,2	51	166	cd
1958	165	június 13.	11,0	51	178	cd
1959	157	június 5.	12,8	58	182	a
1960	165	június 13.	14,0	61	173	cd
1961	157	június 5.	15,0	63	167	a
1962	163	június 11.	12,3	58	137	bcd
1963	159	június 7.	12,2	53	143	ab
1964	162	június 10.	11,3	49	135	abc

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

A természetes hullás átlagos időpontja szinte minden évben június első felére tehető. Az 1954-es és 1955-ös év szignifikánsan eltérő, ekkor némileg későbbre, június 21-re és 16-ra tehető a természetes hullás átlagos időpontja. 1954-ben szokatlanul kései volt a természetes hullás a Kisalföld és a Nagykunság területén.

5.5.3 Az éghajlati körzetek szerinti változékonyság

Az éghajlati körzetek szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2138 adatból 2028 adat került az elemzésbe, míg az adatok 5,14%-a kiszűrésre került.

A természetes hullás időpontját éghajlati körzetek szerint a 33. táblázat tartalmazza.

33. táblázat: A természetes hullás átlagos időpontja régiók szerint
 $F(5;2022) = 12,806; p < 0,001$

Éghajlati körzetek	Átlag	Dátum	Szórás	Terjedelem	Elemszám	Post hoc teszt*
Dbf	162	június 10.	12,3	59	756	a
Cbfxz	168	június 16.	15,8	72	335	b
Cbfx	162	június 10.	13,8	61	294	a
Cafx	163	június 11.	13,0	58	413	a
Cbfx''	168	június 16.	14,8	65	102	b
Cbfx''z	167	június 15.	15,5	63	128	b

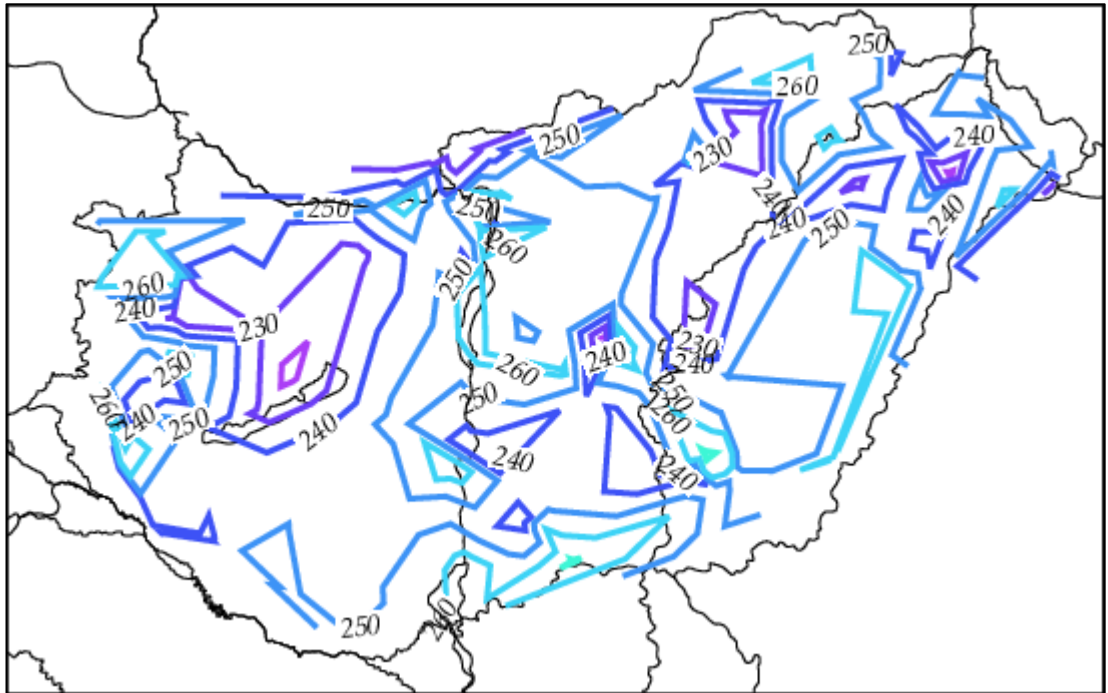
*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

Az ország legmelegebb, illetve leghidegebb területe között nem mutatható ki szignifikáns különbség a természetes hullás időpontját tekintve. Ezekhez a területekhez képest akár 5 – 6 nappal később is lehet a természetes hullás átlagos időpontja az ország egyéb területein.

5.6 Az érés kezdete

Az érés kezdetéről 2169 megfigyelés állt rendelkezésre az adatbázisban. Az adatelemzés során 146 adatot (az adatok 6,73%-át) nyilvánítottam kiugró értéknek, így az alapstatisztikák kiszámításakor és a térkép szerkesztésekor 2023 megfigyelt értékkel dolgoztam.

Az érés kezdetének átlagos időpontja az év 249. napja, melynek területi változékonyságát a 60. ábra szemlélteti. Az adatok szórása 19,9, az adatsor terjedelme a vizsgált fajták közötti különbség miatt elég nagy, számszerűen 94. Az adatsor terjedelme azért ilyen nagy, mert ebben a vizsgálatban az adatsort nem bontottam fel fajták szerint.



60. ábra: Az érés kezdetének átlagos időpontja

Az érés kezdetének időpontja nem követi az éghajlati körzetek határait. A lokális adottságoknak hangsúlyos szerepe van az érés kezdeti időpontjára.

A Duna-Tisza közének déli részén későn kezdődik meg az érés, míg korai időpontokat jegyeztek föl a Nyírség kisebb részein, valamint a Balaton felvidék területén. Ezen értékek csak tájékoztató jellegű átlagos értékek, mivel nem minden adatfelvevő helyen volt folyamatosan minden fajtára vonatkozó feljegyzés.

5.6.1 A fajták szerinti változékonyság

A fajták szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2169 adatból 2055 adat került az elemzésbe, míg az adatok 5,26%-át kiugró értéknek jelöltem.

Az érés kezdeti időpontjának fajták szerinti átlagos értékét a 34. táblázat tartalmazza, az érés kezdeti időpontjának területi különbségeit a hét fajtára bontva a 11. melléklet térképei szemléltetik.

34. táblázat: Az érés kezdetének átlagos időpontja fajták szerint
 $F(6;2048) = 850,410$; $p < 0,001$

Fajta	Átlag	Dátum	Szórás	Terjedelem	Elemzés	Post hoc teszt*
Asztraháni piros	197	július 15.	8,7	43	158	a
Batul	250	szeptember 6.	12,7	55	277	d
Húsvéti rozsmaring	255	szeptember 11.	15,3	67	308	e
Jonathan	259	szeptember 15.	12,5	56	642	f
Nyári fontos	209	július 27.	11,0	50	137	b
Starking	263	szeptember 19.	9,3	43	172	g
Téli aranyparmen	240	augusztus 27.	11,9	56	361	c

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

A nyári fajták június vége és augusztus eleje között kezdenek el érni, ahogy a fajtaleírásokban is szerepel (Tóth, 2013a), a többi fajta éréskezdeté szeptemberre tehető. A ‘Batul’ és a ‘Húsvéti rozsmaring’ fajtáknál kiemelkedően korai éréskezdet figyelhető meg a Közép-Tisza vidékén. Még a későn érni kezdő ‘Jonathan’ esetén is vannak olyan területek az országban, ahol augusztusra tehető az érés kezdete.

5.6.2 Az évek szerinti változékonyság

Az évek szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2169 adatból 2031 adat került az elemzésbe, míg az adatok 6,36%-át kiugró értéknek jelöltem.

Az érés kezdeti időpontjának évek szerinti átlagos értékét a 35. táblázat tartalmazza, míg az érés kezdeti időpontjának területi különbségeit 1953 és 1964 között évekre bontva a 12. melléklet térképei szemléltetik.

35. táblázat: Az érés kezdetének átlagos időpontja évek szerint
 $F(12;2018) = 3,799; p < 0,001$

Évek	Átlag	Dátum	Szórás	Terjedelem	Elemszám	Post hoc teszt*
1952	257	szeptember 13.	16,8	56	17	c
1953	242	augusztus 29.	22,0	96	192	a
1954	250	szeptember 6.	22,5	95	165	abc
1955	249	szeptember 5.	22,8	94	200	abc
1956	252	szeptember 8.	19,8	90	181	bc
1957	246	szeptember 2.	21,1	92	166	ab
1958	252	szeptember 8.	15,5	78	169	bc
1959	249	szeptember 5.	17,9	83	183	abc
1960	251	szeptember 7.	17,5	85	176	abc
1961	249	szeptember 5.	19,1	90	163	abc
1962	250	szeptember 6.	21,8	92	145	abc
1963	250	szeptember 6.	19,9	90	143	abc
1964	251	szeptember 7.	19,5	92	131	bc

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

Az 1952-es év jelentősen eltér a többitől, kései éréskezdet jellemzi, bár meg kell jegyezni, hogy viszonylag kisszámú megfigyelés áll rendelkezésre. Az ezt követő év szintén kirívó, szokatlanul korai éréskezdet jellemzi. Ez lényegében a Budapesttől nyugatra lévő területeken tapasztalt korai éréskezdetnek köszönhető.

5.6.3 Az éghajlati körzetek szerinti változékonyság

Az éghajlati körzetek szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2169 adathból 2042 adat került az elemzésbe, míg az adatok 5,86%-a kiszűrésre került.

Az érés kezdeti időpontjának éghajlati körzetek szerinti átlagos értékét a 36. táblázat tartalmazza.

36. táblázat: Az érés kezdetének átlagos időpontja régiók szerint
 $F(5;2036) = 10,574; p < 0,001$

Éghajlati körzetek	Átlag	Dátum	Szórás	Terjedelem	Elemszám	Post hoc teszt*
Dbf	249	szeptember 5.	19,5	92	751	b
Cbfxz	248	szeptember 4.	16,2	80	335	b
Cbfx	242	augusztus 29.	24,7	101	301	a
Cafx	250	szeptember 6.	23,3	102	426	bc
Cbfx''	252	szeptember 8.	14,1	58	100	bc
Cbfx''z	255	szeptember 11.	17,6	82	129	c

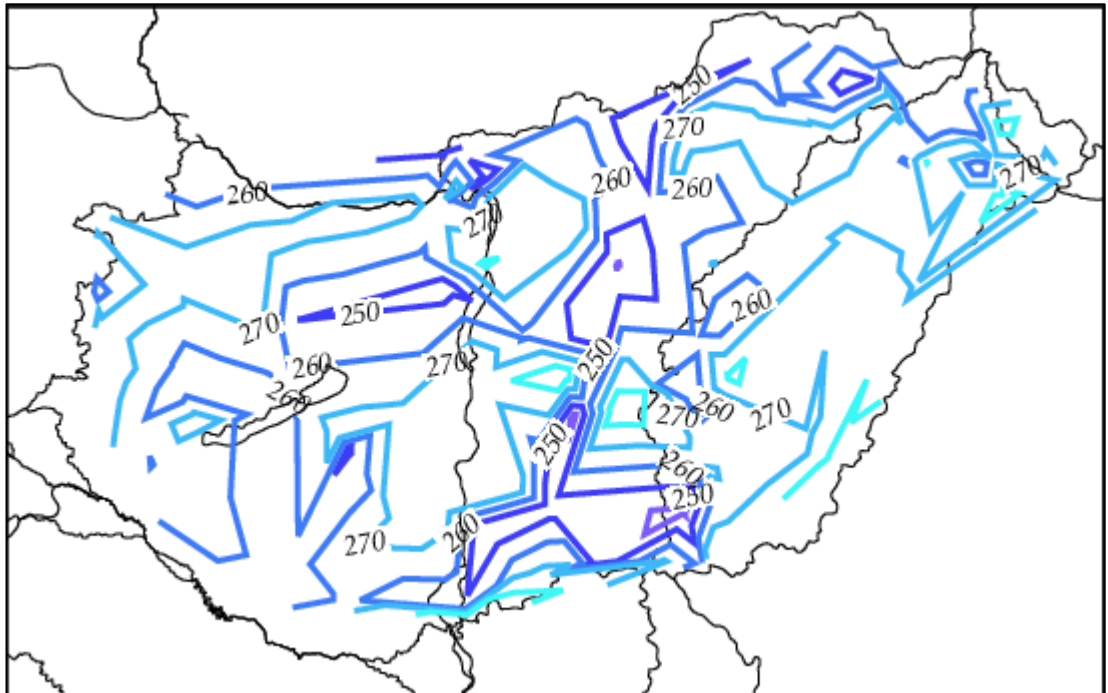
*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

A legkorábbi éréskezdet az ország azon területein figyelhető meg, ahol a júliusi középhőmérséklet 22 °C alatt marad, és a csapadékmaximum a nyár elejére tehető. Itt átlagosan augusztus 29-ére esik az érés kezdete. A legkésőbbi időpont a Kisalföld azon területein figyelhető meg, ahol az őszi másodlagos csapadékmaximum kimutatható.

5.7 A szedésre érettség

A szedésre érettség időpontjáról 2169 megfigyelés állt rendelkezésre az adatbázisban. Az adatelemzés során 157 adatot (az adatok 7,24%-át) nyilvánítottam kiugró értéknek, így az alapstatisztikák kiszámításakor és a térkép szerkesztésekor 2012 megfigyelt értékkel dolgoztam.

A szedésre érettség átlagos időpontja az év 266. napja, melynek területi változékonyságát a 61. ábra szemlélteti. Az adatok szórása 18,9, az adatsor terjedelme a fajták közötti különbség miatt szintén nagy, számszerűen 92. Az érés kezdeti időpontjához hasonlóan, ez esetben is azzal magyarázható az adatsor nagy terjedelme, hogy az összes fajtai adatai bekerültek az elemzésbe.



61. ábra: A szedésre érettség átlagos időpontja

A szedésre érettség átlagos időpontjának térbeli eloszlása hasonlít az érés kezdetének térbeli eloszlására, jellegzetes térbeli különbségeket nem tudunk megállapítani.

Az ország déli határvidékein, illetve a Nyírségben viszonylag kései a szüret átlagos időpontja. A legkorábbi időpontok az ország napsütésben leggazdagabb vidékeit (például Szeged környéke) jellemzik.

5.7.1 A fajták szerinti változékonyság

A fajták szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2169 adatból 2065 adat került az elemzésbe, míg az adatok 4,79%-át kiugró értéknek jelöltem.

A szedésre érettség időpontjának fajták szerinti átlagos értékét a 37. táblázat tartalmazza, a szedésre érettség időpontjának területi különbségeit a hét fajtára bontva a 13. melléklet térképei szemléltetik.

37. táblázat: A szedésre érettség átlagos időpontja fajták szerint
 $F(6;2058) = 1050,568; p < 0,001$

Fajta	Átlag	Dátum	Szórás	Terjedelem	Elemzés	Post hoc teszt*
Asztraháni piros	210	július 28.	11,2	53	160	a
Batul	263	szeptember 19.	13,2	55	274	d
Húsvéti rozmaring	273	szeptember 29.	13,9	63	310	e
Jonathan	276	október 2.	10,6	46	646	f
Nyári fontos	223	augusztus 10.	12,3	59	140	b
Starking	275	október 1.	9,0	39	175	ef
Téli aranyparmen	254	szeptember 10.	11,5	54	360	c

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok egy oszlopon belül nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

A legkorábban az ‘Asztraháni piros’ fajta szedhető, majd a másik nyári fajta a ‘Nyári fontos’. Szeptember elején szüretelhető a ‘Téli aranyparmen’, majd a ‘Batul’, míg szeptember végén a ‘Húsvéti rozmaring’. A feljegyzések szerint legkésőbb a két amerikai fajtát szedték. A legkésőbbi időpontokat az ország északkeleti harmadából jegyezték föl.

5.7.2 Az évek szerinti változékonyság

Az évek szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2169 adatból 2022 adat került az elemzésbe, míg az adatok 6,78%-át kiugró értéknek jelöltem.

A szedésre érettség időpontjának évek szerinti átlagos értékét a 38. táblázat tartalmazza, míg a szedésre érettség időpontjának területi különbségeit 1953 és 1964 között évekre bontva a 14. melléklet térképei szemléltetik.

38. táblázat: A szedésre érettség átlagos időpontja évek szerint
 $F(12;2009) = 2,972; p < 0,001$

Évek	Átlag	Dátum	Szórás	Terjedelem	Elemszám	Post hoc teszt*
1952	267	szeptember 23.	19,5	88	20	ab
1953	259	szeptember 15.	23,6	100	194	a
1954	267	szeptember 23.	21,5	92	161	ab
1955	268	szeptember 24.	20,1	86	194	ab
1956	268	szeptember 24.	19,4	84	179	b
1957	266	szeptember 22.	19,5	90	165	ab
1958	267	szeptember 23.	16,4	86	171	ab
1959	263	szeptember 19.	17,5	90	181	ab
1960	267	szeptember 23.	16,6	85	178	ab
1961	264	szeptember 20.	18,4	92	162	ab
1962	266	szeptember 22.	19,1	85	141	ab
1963	264	szeptember 20.	19,5	87	144	ab
1964	266	szeptember 22.	16,4	81	132	ab

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

A szedésre érettség átlagos időpontja az egyes években 9 napon belül változik. 1953-ban szeptember 15-e volt az átlagos szüreti időpont, míg 1955-ben és 1956-ban szeptember 24-e. Bár a legkorábbi átlagos szedésre érettség az 1953-as évet jellemzi, korai időpontokat tapasztalunk az ország kisebb területein 1956-ban, 1957-ben, vagy akár 1959-ben is. Egyéb területi jellegzetesség meghatározása a fajták közötti különbség miatt nem lehetséges.

5.7.3 Az éghajlati körzetek szerinti változékonyság

Az éghajlati körzetek szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2169 adatból 2033 adat került az elemzésbe, míg az adatok 6,27%-a kiszűrésre került.

A szedésre érettség időpontjának éghajlati körzetek szerinti átlagos értékét a 39. táblázat tartalmazza.

A legkorábbi szüreti időpont Cbfx-szel jelölt területeket jellemzi, a legkésőbbi időpont pedig a Kisalföld azon területeit, ahol a másodlagos csapadékmaximum kimutatható.

39. táblázat: A szedésre érettség átlagos időpontja régiók szerint
 $F(5;2027) = 14,497; p < 0,001$

Éghajlati körzetek	Átlag	Dátum	Szórás	Terjedelem	Elemszám	Post hoc teszt*
Dbf	264	szeptember 20.	18,5	90	750	ab
Cbfxz	267	szeptember 23.	14,0	70	336	bc
Cbfx	259	szeptember 15.	24,2	100	298	a
Cafx	268	szeptember 24.	22,3	103	423	bcd
Cbfx''	269	szeptember 25.	16,2	68	99	cd
Cbfx''z	273	szeptember 29.	16,4	79	127	d

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok egy oszlopon belül nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

5.7.4 A teljes virágzástól számított időszak meteorológiai viszonyai

Korábbi tanulmányok bizonyították, hogy a hősszeg és a teljes virágzástól a szüret optimális idejéig eltelt idő között szoros összefüggés van (Warrington, et al., 1999). Az érés dátumának egyik lehetséges meghatározási módja a napok számolása a teljes virágzás bekövetkezésétől. Abeles és Lightner (1984) Nyugat-Virginiában hat almafajta szedésre érettségének dátumát vizsgálta meg, s tanulmányuk szerint a szüret optimális időpontja szempontjából a vegetációs időszak hőmérsékleténél fontosabb szerepe van a teljes virágzás dátumának.

Az adatbázis hét fajtája esetén kiszámítottam a teljes virágzás és szedési érettség közötti időszak hosszát. Az eredményeket a 40. táblázat tartalmazza. A nyári fajták esetén ez az időtartam 90 – 110 nap hosszúságú, míg az amerikai fajták esetén a fővirágzást követő több mint 150 nappal szedhető a gyümölcs.

40. táblázat: A teljes virágzástól a szedésre érettségig terjedő időszak hossza

Fajta	Napok száma
Asztraháni piros	90,6
Batul	142,4
Húsvéti rozmaring	150,2
Jonathan	153,8
Nyári fontos	106,1
Starking	152,1
Téli aranyparmen	131,2

Łysiak (2012) Lengyelországban két fajta optimális szüreti idejét határozta meg az átlaghőmérséklet és a hősszeg segítségével. 0 °C-os biológiai nullpont

esetén 2543 °C-os, 5 °C-os biológiai nullpont esetén pedig 1828 °C-os aktív hőösszeget kalkulált az érés időpontjáig.

Saját adatfeldolgozási eredményeim szerint a teljes virágzástól a szedésre érettségig tartó időszak hőösszegeit fajtánként a 41. táblázat tartalmazza. A korai érésű fajták esetén igen erős pozitív kapcsolatot találunk a periódus hossza és az ezalatt felhalmozódott hőösszeg között. Az adatok arra utalnak, hogy minél későbbi érésű fajtáról van szó, annál gyengébb a kapcsolat. A későn érő ‘Starking’ fajta esetén viszont csak gyenge kapcsolat figyelhető meg.

41. táblázat: A teljes virágzástól a szedésre érettségig tartó időszak hőösszege 5,1 °C-os biológiai nullponttal számolva és az ezzel való lineáris kapcsolat erőssége

Fajta	Hőösszeg	Pearson-féle korrelációs együttható
Asztraháni piros	1196,68 °C	0,819**
Batul	1918,18 °C	0,773**
Húsvéti rozmaring	2007,40 °C	0,813**
Jonathan	2025,14 °C	0,548**
Nyári fontos	1429,73 °C	0,859**
Starking	2029,18 °C	0,477**
Téli aranyparmen	1792,49 °C	0,763**

** : $p < 0,01$ szignifikancia szint mellett

Az almafajták szüreti idejét több kutató szerint a fővirágzást követő időszak hőmérséklete döntően befolyásolja (Tóth, 2013a). Eggert (1960) a ‘McIntosh’ fajta esetén kimutatta, hogy a szüret időpontját nagyban befolyásolja a virágszirmok hullását követő 40 nap hőösszege. Blanpied és Ben-David (1970) a virágzást követő 30 nap hőmérsékleti viszonyaival talált összefüggést. Kronenberg (1988) szintén a virágzást követő első hónap hőmérsékleti viszonyait tartja fontosnak. Luton és Hamer (1983) a ‘Cox’s Orange Pippin’ esetén a júniustól szeptemberig tartó időszakban felhalmozódó hőösszeg jelentőségét emeli ki. Más kutatók a fővirágzást követő 40 napos időszakot kiemelt fontosságúnak tekintik a gyümölcsök fejlődése szempontjából (Warrington, et al., 1999).

A fővirágzást követő 40 napos periódusban átlagosan 454,97 °C-os hőösszegben részesültek az almafák. A hőösszeg fajtákra bontott értékeit a 42. táblázat tartalmazza. Minden fajta esetén gyenge negatív kapcsolat figyelhető meg. Ez annyit jelent, hogy minél melegebb a fővirágzást követő időszak, annál korábbra tehető az érés.

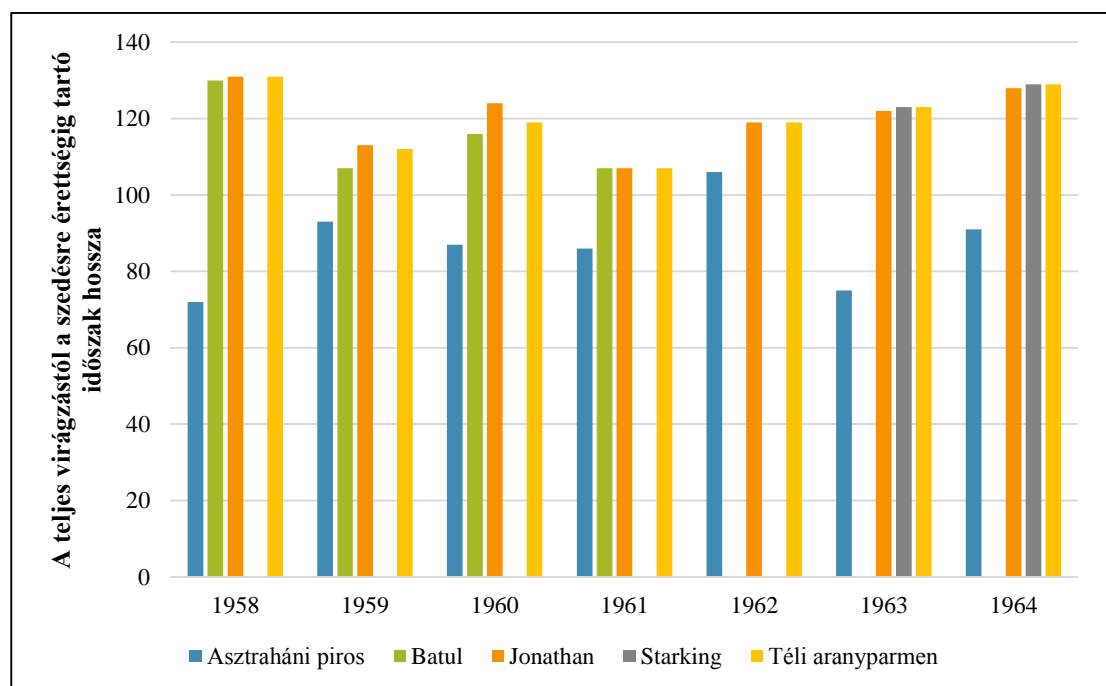
42. táblázat: A teljes virágzást követő 40 napos időszak hőösszege 5,1 °C-os biológiai nullponttal számolva, és az ezzel való lineáris kapcsolat erőssége

Fajta	Hőösszeg	Pearson-féle korrelációs együttható
Asztraháni piros	439,65 °C	-0,479**
Batul	449,53 °C	-0,341**
Húsvéti rozmaring	456,27 °C	-0,416**
Jonathan	459,66 °C	-0,430**
Nyári fontos	432,09 °C	-0,312**
Starking	468,97 °C	-0,446**
Téli aranyparmen	458,71 °C	-0,415**

** : $p < 0,01$ szignifikancia szint mellett

5.7.5 Egy adott termőhely vizsgálata

A szedésre érettség termőhelyi alakulását ugyancsak Újfehértó példáján keresztül szemléltetem. Kiugró értéket nem találunk az adatsorban (62. ábra), a szedésre érettség időpontjai a fajták tulajdonságainak megfelelően alakultak.



62. ábra: A szedésre érettség Újfehértón

Újfehértóról három fajta ('Asztraháni piros', 'Jonathan' és 'Téli aranyparmen') estén állt rendelkezésre hosszabb feljegyzés. Ezek esetében meghatároztam a teljes virágzástól a szedésre érettségig terjedő időszak, valamint a

teljes virágzást követő 40 nap hőösszegének hatását. A számítások alapján beigazolódott, hogy a szüret időpontját nagyban meghatározza a teljes virágzás után felhalmozódott hőösszeg nagysága. Minél melegebb ez az időszak, annál korábban szüretelhető a gyümölcs. A kapcsolat kevésbé egyértelmű a nyári ‘Asztraháni piros’ esetén. A teljes időszak alatt felhalmozódott hőösszeg szerepe elhanyagolható a szüret utáni 40 nap szerepéhez képest.

43. táblázat: A teljes virágzást követő 40 nap, és egészen a szüretig terjedő időszak alatt felhalmozódó hőösszeg hatása a szüret időpontjára

	Teljes időszak	Pearson-féle korrelációs együttható
Asztraháni piros	0,673	-0,642
Jonathan	0,272	-0,966**
Téli aranyparmen	-0,187	-0,852*

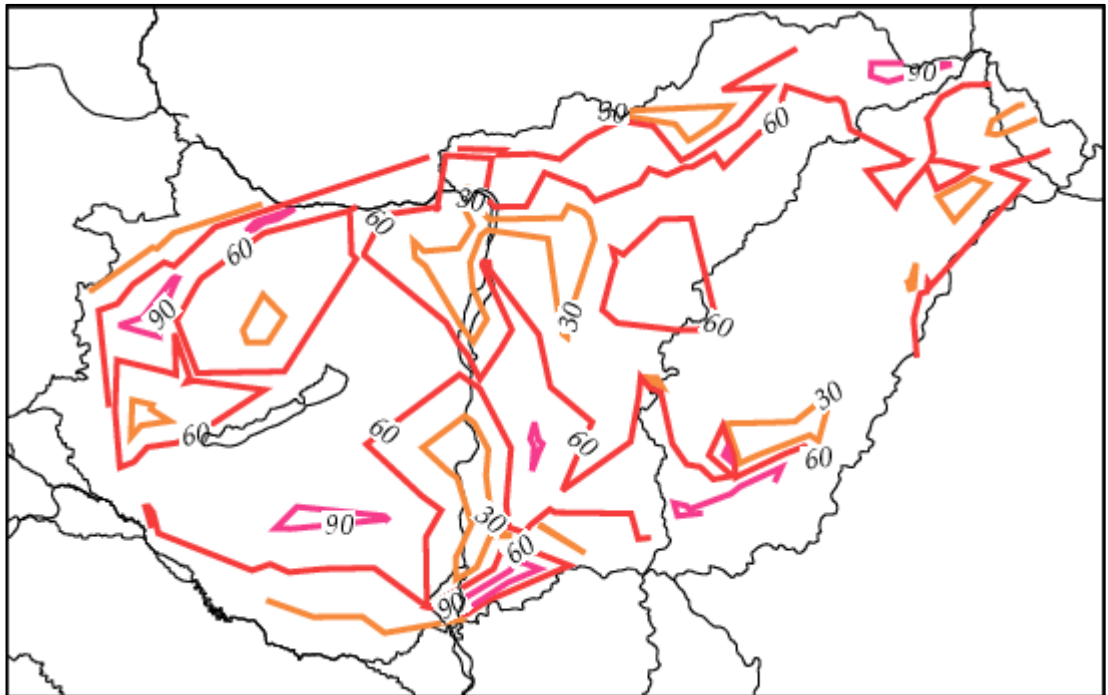
*: $p < 0,05$ szignifikancia szint mellett

** : $p < 0,01$ szignifikancia szint mellett

5.8 A termés hozam

A termés hozamról 2099 megfigyelés állt rendelkezésre az adatbázisban. Az adatelemzés során 113 adatot (az adatok 5,38 %-át) nyilvánítottam kiugró értéknek, így az alapstatisztikák kiszámításakor és a térkép szerkesztésekor 1986 megfigyelt értékkel dolgoztam.

A termés hozamok átlaga 57,93 kg volt termőfaegységre vonatkoztatva, melynek területi változékonyságát a 63. ábra szemlélteti. Az adatok szórása 37,54. Bizonyos években a kedvezőtlen környezeti feltételeknek köszönhetően több ültetvényben 0 kg-os termés hozamot jegyeztek fel.



63. ábra: A termés hozam átlagos nagysága

A termés hozam átlagos területi eloszlása nem követi az éghajlati körzetek határait, területi jellegzetességeket az átlagos nagyságot szemléltető térképről nehéz leolvasni.

Az ország déli részén, a Kisalföld egyes területein, illetve az északkeleti országrészben is találunk olyan vidékeket, ahol kiemelkedően magas a termés hozam, de néhány km-re ezektől a területektől már alacsony hozamot jegyeztek fel.

5.8.1 A fajták szerinti változékonyság

A fajták szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2099 adatból 1992 adat került az elemzésbe, míg az adatok 5,10%-át kiugró értéknek jelöltem.

A terméshozamok fajták szerinti átlagos nagyságát a 44. táblázat tartalmazza, a terméshozamok nagyságának területi különbségeit a hét fajtára bontva a 15. melléklet térképei szemléltetik.

44. táblázat: A terméshozam átlagos nagysága fajták szerint
 $F(6;1985) = 3,863; p = 0,001$

Fajta	Átlag	Szórás	Terjedelem	Elemzés	Post hoc teszt*
Asztraháni piros	50,9	31,02	128	154	a
Batul	65,0	42,28	178	265	b
Húsvéti rozmaring	63,3	38,08	175	300	b
Jonathan	59,3	36,89	164	610	ab
Nyári fontos	52,3	35,18	149	136	a
Starking	63,9	47,05	209	170	b
Téli aranyparmen	61,0	36,87	159	357	ab

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

A legkisebb terméshozam a nyári fajtákat jellemzi. Jól teljesített a 'Batul', a 'Húsvéti rozmaring' és a 'Starking'. Ugyanakkor a szórás adatokból igazolódott a 'Batul' legnagyobb hajlama a szakaszos terméshozásra (alternanciára). Területi különbségeket az évjáratok összemosódása miatt nehéz felfedezni.

5.8.2 Az évek szerinti változékonyság

Az évek szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2099 adatból 2001 adat került az elemzésbe, míg az adatok 4,67%-át kiugró értéknek jelöltem.

A terméshozamok évek szerinti átlagos nagyságát a 45. táblázat tartalmazza, míg a terméshozamok nagyságának területi különbségeit 1953 és 1964 között évekre bontva a 16. melléklet térképein tekinthetjük meg.

45. táblázat: A terméshozam átlagos nagysága évek szerint
 $F(12;1989) = 34,381; p < 0,001$

Évek	Átlag	Szórás	Terjedelem	Elemzés	Post hoc teszt*
1952					
1953	55,2	30,36	134	185	ab
1954	43,1	24,53	107	159	a
1955	78,4	43,38	179	193	d
1956	53,5	30,86	139	183	ab
1957	50,4	31,79	127	166	ab
1958	49,9	30,47	132	176	ab
1959	63,5	39,80	149	182	bc
1960	45,4	29,09	120	183	a
1961	71,2	40,69	179	162	cd
1962	50,7	34,52	139	137	ab
1963	102,2	65,84	257	144	e
1964	82,5	45,12	184	131	d

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

Az 1952-es évből egyetlen ültetvényre vonatkozóan sem állt rendelkezésre terméshozamra vonatkozó adat. Rosszabb terméshozamok jellemzik az 1954-es és 1960-as évet. Kiemelkedően magas terméshozamot sikerült elérni viszont az 1963-as évben. Ekkor az ország északnyugati csücskét és a középső területeket leszámítva mindenhol 30 kg fölötti terméshozamokat jegyeztek föl termőfaegységre vonatkoztatva.

Orosz - Kovács (2001) szerint az előző évi magas terméshozam negatív hatással van az aktuális év hozamára. Az adatsor alapján ez nem bizonyítható, az 1963-as év kiemelkedően magas terméshozama után, az 1964-es évben is átlagon felüli terméshozamot láthatunk.

5.8.3 Az éghajlati körzetek szerinti változékonyság

Az éghajlati körzetek szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2099 adatból 1990 adat került az elemzésbe, míg az adatok 5,19%-a kiszűrésre került.

A terméshozamok éghajlati körzetek szerinti átlagos nagyságát a 46. táblázat tartalmazza.

46. táblázat: A termés hozam átlagos nagysága régiók szerint
 $F(5;1984) = 9,910$; $p < 0,001$

Éghajlati körzetek	Átlag	Szórás	Terjedelem	Elemszám	Post hoc teszt*
Dbf	67,2	40,78	182	741	c
Cbfxz	54,6	35,41	169	326	ab
Cbfx	52,1	33,81	151	284	a
Cafx	57,8	38,04	150	414	abc
Cbfx''	63,1	32,13	135	99	bc
Cbfx''z	55,6	36,98	177	126	ab

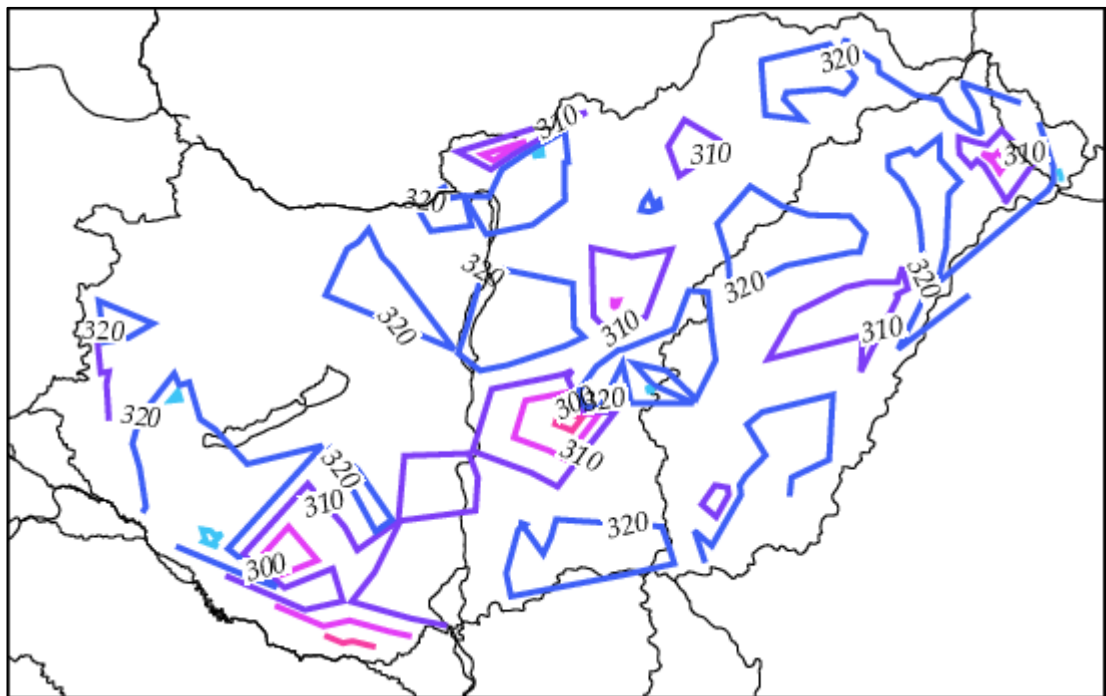
*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

A legmagasabb termés hozamok az ország leghidegebb területeit jellemzik. Magasabb hozamot láthatunk a Kisalföld egyes részein (Cbfx''). A legkisebb értékeket a Cbfx jelölésű területeken – az ország középső részén – figyelhetjük meg.

5.9 A lombhullás vége

A lombhullás végéről 2099 megfigyelés állt rendelkezésre az adatbázisban. Az adatelemzés során 113 adatot (az adatok 5,38%-át) nyilvánítottam kiugró értéknek, így az alapstatisztikák kiszámításakor és a térkép szerkesztésekor 1986 megfigyelt értékkel dolgoztam.

A lombhullás végének átlagos időpontja az év 318. napja, melynek területi változékonyságát a 64. ábra szemlélteti. Az adatok szórása 9,6, az adatsor terjedelme 46, azaz másfél hónap eltérés mutatható ki a vegetációs időszak befejeződésének időpontjában.



64. ábra: A lombhullás végének átlagos időpontja

A legkorábbi lombhullás a Dunántúl legdélebbi részén, és a Duna-Tisza köze középső területein figyelhető meg. Az említett helyektől kis távolságra akár több mint egy hónappal későbbi időpontokat is feljegyeztek. Ennek oka részben az lehet, hogy egyes mikrokörzetekben az első korai fagyok vitték le a lombot a fákról. Az ilyen fagyeseemények kialakulásában a domborzatnak és a talajadottságoknak is kiemelkedő szerepe van.

5.9.1 A fajták szerinti változékonyság

A fajták szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2099 adatból 1997 adat került az elemzésbe, míg az adatok 5,81%-át kiugró értéknek jelöltem.

A lombhullás végének átlagos időpontját fajták szerint a 47. táblázat tartalmazza, a lombhullás végének területi különbségeit a hét fajtára bontva a 17. melléklet térképei szemléltetik.

47. táblázat: A lombhullás végének átlagos időpontja fajták szerint
 $F(6;1970) = 19,438; p < 0,001$

Fajta	Átlag	Dátum	Szórás	Terjedelem	Elemszám	Post hoc teszt*
Asztraháni piros	313	november 8.	10,3	46	157	a
Batul	317	november 12.	8,9	43	270	bc
Húsvéti rozmaring	318	november 13.	8,7	39	293	bcd
Jonathan	319	november 14.	9,3	43	607	cd
Nyári fontos	313	november 8.	11,3	47	139	a
Starking	320	november 15.	8,9	39	168	d
Téli aranyparmen	317	november 12.	9,4	48	343	b

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

A két nyári fajta esetében tapasztaljuk a legkorábbi időpontokat, már november első dekádjában végéhez érkezik a lombhullás. Az amerikai fajták esetén mindez egy héttel később következik be.

5.9.2 Az évek szerinti változékonyság

Az évek szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2099 adatból 1970 adat került az elemzésbe, míg az adatok 6,15%-át kiugró értéknek jelöltem.

A lombhullás végének átlagos időpontját évek szerint a 48. táblázat tartalmazza, míg a lombhullás végének területi különbségeit 1953 és 1964 között évekre bontva a 18. melléklet térképei szemléltetik.

48. táblázat: A lombhullás végének átlagos időpontja évek szerint
 $F(12;1957) = 29,415; p < 0,001$

Évek	Átlag	Dátum	Szórás	Terjedelem	Elemszám	Post hoc teszt*
1952	316	november 11.	15,0	40	8	b
1953	319	november 14.	9,3	41	157	b
1954	319	november 14.	10,5	46	169	b
1955	321	november 16.	8,8	42	169	b
1956	319	november 14.	10,6	48	173	b
1957	316	november 11.	8,5	36	177	b
1958	320	november 15.	7,2	33	186	b
1959	307	november 2.	7,8	40	183	a
1960	320	november 15.	9,1	43	176	b
1961	319	november 14.	10,2	49	157	b
1962	317	november 12.	6,2	32	143	b
1963	318	november 13.	7,2	38	145	b
1964	320	november 15.	9,5	43	127	b

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

Az 1959-es év szignifikánsan eltérő volt, rendkívül korán véget ért a vegetációs időszak, már november elején befejeződött a lombhullás, ezzel szemben az összes többi évben november 11-e és 15-e között történt meg mindez.

5.9.3 Az éghajlati körzetek szerinti változékonyság

Az éghajlati körzetek szerinti változékonyság vizsgálatánál a 2099 adatból 1973 adat került az elemzésbe, míg az adatok 6,00%-a kiszűrésre került.

A lombhullás végének éghajlati körzetek szerinti átlagos időpontját a 49. táblázat tartalmazza.

49. táblázat: A lombhullás végének átlagos időpontja régiók szerint
 $F(5;1967) = 7,873; p < 0,001$

Éghajlati körzetek	Átlag	Dátum	Szórás	Terjedelem	Elemszám	Post hoc teszt*
Dbf	317	november 12.	9,2	45	738	a
Cbfxz	317	november 12.	10,0	46	337	ab
Cbfx	320	november 15.	9,9	44	261	c
Cafx	316	november 11.	9,9	41	419	a
Cbfx''	320	november 15.	10,2	44	95	bc
Cbfx''z	317	november 12.	5,8	28	123	a

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

A lombhullás átlagosan az Alföld déli felén ért véget legkorábban. Ezen a területen nagyobb valószínűséggel alakulnak ki kora őszi fagyok. A levelek korai hullásához a területre jellemző gyakran száraz nyárvégi, ősze eleji időszak is hozzájárul. Az ország leghidegebb területein, illetve azon vidékein, ahol őszi másodmaximum figyelhető meg a csapadékban, egy nappal később ért véget a lombhullás. A legkésőbbi időpontokat azokon a területeken figyelhetjük meg, ahol $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatt marad a júliusi középhőmérséklet és nincs másodlagos csapadékmaximum.

5.10 A vegetációs időszak

A vegetációs időszak hossza 1992 esetben számítható az adatbázisból a virágzás kezdetének és a szíromhullás végének ismeretében. Az adatelemzés során 99 adatot (az adatok 4,97%-át) nyilvánítottam kiugró értéknek, így az alapstatisztikák kiszámításakor 1893 megfigyelt értékkel dolgoztam.

A vegetációs időszak hossza átlagosan 222 nap. Az adatok szórása 12,80, az adatsor terjedelme 59, azaz a legrövidebb és leghosszabb vegetációs időszak között majdnem két hónapnyi eltérés figyelhető meg.

5.10.1 A fajták szerinti változékonyság

A fajták szerinti változékonyság vizsgálatánál az 1992 adatból 1895 adat került az elemzésbe, míg az adatok 4,87%-át kiugró értéknek jelöltem.

A vegetációs időszak hosszának fajták szerinti átlagos értékét az 50. táblázat tartalmazza.

50. táblázat: A vegetációs időszak hossza fajták szerint
 $F(6;1888) = 4853; p < 0,001$

Fajta	Átlag	Szórás	Terjedelem	Elemzés	Post hoc teszt*
Asztraháni piros	220,1	12,71	54	143	ab
Batul	221,6	12,92	57	261	abc
Húsvéti rozmaring	221,6	13,16	59	287	abc
Jonathan	223,9	12,54	59	587	c
Nyári fontos	218,8	14,66	59	132	a
Starking	223,7	11,61	55	156	bc
Téli aranyparmen	221,1	12,43	55	329	abc

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

A vegetációs időszak fajták szerinti átlagos hosszában csupán néhány nap különbséget figyelhetünk meg. A legrövidebb vegetációs időszak a 'Nyári fontos' fajtát jellemzi, csupán 1 nappal hosszabb az 'Asztraháni piros' vegetációs ideje, megközelítőleg 5 nappal hosszabb a 'Starking' és 'Jonathan' fajtájé.

5.10.2 Az évek szerinti változékonyság

Az évek szerinti változékonyság vizsgálatánál az 1992 adatból 1885 adat került az elemzésbe, míg az adatok 5,37%-át kiugró értéknek jelöltem.

A vegetációs időszak hosszának évek szerinti átlagos értékét az 51. táblázat tartalmazza.

51. táblázat: A vegetációs időszak hossza évek szerint
 $F(12;1872) = 56,598; p < 0,001$

Évek	Átlag	Szórás	Terjedelem	Elemszám	Post hoc teszt*
1952	228,5	15,70	38	8	de
1953	230,9	9,15	41	109	ef
1954	218,6	12,66	55	153	abc
1955	222,0	12,66	55	163	cd
1956	215,3	13,80	60	168	ab
1957	230,5	10,47	45	170	ef
1958	217,7	9,21	42	181	abc
1959	221,7	10,69	48	183	bc
1960	229,3	12,36	54	179	ef
1961	235,2	13,38	61	160	f
1962	214,0	8,73	40	145	a
1963	215,2	8,87	41	140	ab
1964	219,4	11,50	49	126	abc

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

A legrövidebb vegetációs időszak az 1962-es évet jellemzi, ekkor átlagosan mindössze 214 nap telt el a rügyattanás kezdete és a lombhullás vége között. Az ezt megelőző 1961-es évben 235 napos volt a vegetációs időszak. A vegetációs időszak átlagos éves hosszában 21 nap különbség figyelhető meg a vizsgált 13 évben.

Brózik és Nyéki (1974) 19 nap eltérést mutatott ki a vegetációs időszak átlagos hosszában az 1954-es és 1957-es év között. Az elemzett adatok alapján az 1957-es évben 12 nappal volt hosszabb a vegetációs időszak, mint 1954-ben. Bár az eltérés mértéke nem egyezik, az elemzett adatok alapján is kimutatható a szignifikáns különbség a két év között.

5.10.3 Az éghajlati körzetek szerinti változékonyság

Az éghajlati körzetek szerinti változékonyság vizsgálatánál az 1992 adatból 1889 adat került az elemzésbe, míg az adatok 5,17%-a kiszűrésre került.

A vegetációs időszak hosszának átlagos értékét éghajlati körzetek szerint az 52. táblázat tartalmazza.

52. táblázat: A vegetációs időszak hossza éghajlati körzetek szerint
 $F(5;1883) = 12,275; p < 0,001$

Éghajlati körzetek	Átlag	Szórás	Terjedelem	Elemszám	Post hoc teszt*
Dbf	221,6	11,74	54	711	ab
Cbfxz	224,3	12,87	60	312	b
Cbfx	225,2	15,76	70	252	b
Cafx	218,7	12,60	55	409	a
Cbfx''	225,2	11,36	45	80	b
Cbfx''z	223,5	11,58	49	125	b

*: a legalább egy azonos betűt tartalmazó kóddal jelölt átlagok nem különböznek egymástól $p < 0,05$ szinten

A legrövidebb vegetációs időszak a Cafx-szel jelölt, legmelegebb területeket jellemzi. Az ország leghidegebb területein (Dbf) átlagosan 3 nappal hosszabb a vegetációs időszak. Még ennél is hosszabb vegetációs időszak jellemzi az ország további területeit.

5.10.4 A vegetációs időszak meteorológiai viszonyai

A meteorológiai paraméterek átlagos értékét, illetve a lineáris kapcsolat erősségét a vegetációs időszakra vonatkozóan az 53. táblázat tartalmazza.

53. táblázat: A meteorológiai paraméterek átlagértéke a vegetációs időszak alatt

	Átlaghőmérséklet	Maximum	Minimum	Hőingás
Átlagérték	15,6 °C	21,6 °C	10,1 °C	11,6 °C
Pearson-féle korrelációs együttható	-0,560**	-0,532**	-0,422**	-0,166**

*: $p < 0,01$ szignifikancia szint mellett

Bár szakirodalmi források szerint az almafák azokon a területeken termesztethők sikerrel, ahol a vegetációs időszak átlagos hőmérséklete 18 – 19 °C

(Tóth, 1997), az általam feldolgozott adatsor alapján ennél alacsonyabb értékek mellett is sikeres lehet az almatermesztés.

A hőösszeg és a csapadékösszeg átlagos értékét, és a vegetációs időszak hosszával való kapcsolatát az 54. táblázat szemlélteti.

54. táblázat: A hő-, és csapadékösszeg átlagos értéke és a vegetációs időszak hosszával való kapcsolata

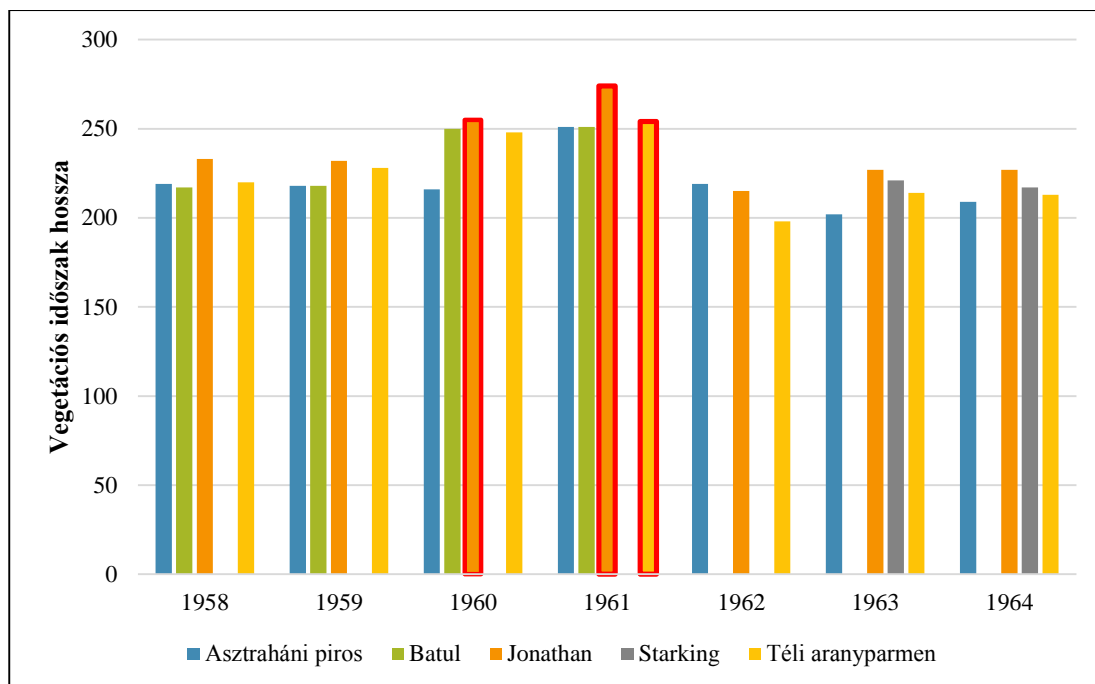
	Hőösszeg ($T_b=5,1$ °C)	Csapadékösszeg
Átlagérték	2408,6 °C	404,0 mm
Pearson-féle korrelációs együttható	0,238**	0,232**

*: $p < 0,01$ szignifikancia szint mellett

A hőösszeg átlagos értéke a vegetációs időszak alatt 2409 °C. A vegetációs időszak alatt átlagosan 404 mm csapadék hullott. Ez az érték kielégíti az almafa vízigényeit. Mérsékleten erős negatív kapcsolat figyelhető meg a vegetációs időszak átlaghőmérséklete és a vegetációs időszak hossza között. Minél nagyobb az átlaghőmérséklet, annál rövidebb a vegetációs időszak. Ugyanilyen jellegű kapcsolat figyelhető meg a maximum, illetve a minimum hőmérsékletek esetén is.

5.10.5 Egy adott termőhely vizsgálata

Az Újfehértón feljegyzett adatok segítségével szemléltetem a vegetációs időszak hosszának alakulását egy adott termőhelyre vonatkoztatva (65. ábra). Az újfehértói adatokban több kiugró értéket is találunk, de az időpontok teljes mértékben illeszkednek az ország teljes területén tapasztaltakhoz.



65. ábra: A vegetációs időszak hossza Újfehértón

A kiugró értékekre a korai rügpattanás mellett a kései lombhullás ad magyarázatot (55. táblázat). Az 1960-as, 1961-es évben az átlagosnál melegebb és csapadékosabb időjárás jellemezte a novembert. 1960-ban 100,1 mm csapadék hullott októberben, 82,9 mm novemberben és 54,0 mm decemberben. Ehhez szokatlanul meleg társult, a novemberi középhőmérséklet 7,0 °C volt, míg a decemberi 3,9 °C. 1960-ban az első fagy november 23-án volt a Nyíregyházán végzett mérések szerint. 1961-ben az októberi csapadékösszeg 12,5 mm volt, a novemberi 72,6 mm, míg a december 45,4 mm. A középhőmérsékletek tekintetében az 1960-as évhez képest az 1961-es nem volt annyira kirívó. A novemberi érték 5,6 C volt, a decemberi -1,4 °C. Az első fagyot Nyíregyházán október 27-én jegyezték fel.

55. táblázat: A rügpattanás és a lombhullás időpontja a rendkívül hosszú vegetációs időszakokkal jellemezhető években

		Rügpattanás	Lombhullás vége
Jonathan	1960	március 30.	december 10.
Jonathan	1961	március 15.	december 14.
Téli aranyparmen	1961	március 17.	november 26.

5.11 Egyes történeti adatsorok összehasonlítása a közelmúltban felvett adatokkal

Az 1952 és 1964 közötti időszakból példátlanul nagy mennyiségű fenológiai megfigyelés érhető el. Napjainkban nem ilyen kiterjedt a fenológiai megfigyelések hálózata, illetve a megfigyelések nem képeznek egy adatbázist, azonban néhány friss fenológiai megfigyeléssel összevethetők a történeti adatok.

Az ‘Asztraháni piros’ fajtához hasonlóan korai virágzású az új ‘Cordelia’. Soroksári megfigyelések (Kovács, & Tóth, 2014) szerint a 2007-től 2010-ig terjedő időszakban, illetve 2014-ben átlagosan április 11-én kezdett virágozni, míg a fővirágzást április 15 – 16-án jegyezték fel. A virágzástartam 13 nap volt.

Az adatbázisban soroksári feljegyzés nem szerepel, a Soroksár közelében ‘Asztraháni piros’ ültetvény Dánszentmiklóson volt. Itt a virágzás kezdete 1952 és 1954 között rendre április 18-án, április 16-án, illetve május 3-án volt. A teljes virágzás időpontja rendre április 21-e, április 21-e, illetve május 6-a volt. 1952-ben és 1953-ban 12 napos virágzástartamot jegyeztek föl, míg 1954-ben 10 naposat.

Szigetcsépi megfigyelések (Tóth, 2005) szerint 2003-ban április 27-én, 2004-ben április 24-én, míg 2005-ben szintén április 24-én kezdődött a ‘Cordelia’ virágzása. A fővirágzást 2003-ban április 28-án, 2004-ben április 27-én, míg 2005-ben április 29. és 30. között figyelték meg. A virágzástartam 2003-ban 6 nap, 2004-ben 8 nap, míg 2005-ben 9 nap volt.

A történeti feljegyzések között szigetcsépi adatok nem találunk az ‘Asztraháni piros’ fajtára vonatkozóan. Az Szigetcséphez legközelebbi feljegyzés Szalkszentmártonból származik. A virágzás kezdetét 1954-ben május 5-re datálták, a teljes virágzás időpontja május 9-e volt. A virágzás időtartama pedig 11 napot fedett le.

A korai virágzású fajták történeti és közelmúltban felvett adatainak különbsége azt sejteti, hogy a virágzás kezdete és a fővirágzás dátuma egyaránt korábbra tolódott. A szigetcsépi és a szalkszentmártoni adatok összevetése a virágzástartam néhány napos rövidülését sugallja.

Azonos virágzási csoportba sorolható a ‘Jonathan’ és a ‘Starking’. ‘Jonathan’ esetén szigetcsépi megfigyelések (Tóth, 2005) szerint 2003-ban április 28-án kezdett virágozni ez a fajta, 2004-ben pedig április 26-án. A fővirágzást 2003-ban

május 1-én, 2004-ben pedig április 29-én figyelték meg. Az említett két évben a virágzástartam 7, illetve 8 nap volt.

Történeti megfigyelések ‘Jonathan’ és ‘Starking’ ültetvényekről Szigetcséphez legközelebb Százhalombattáról állnak rendelkezésre. A ‘Jonathan’ virágzáskezdését 1963-ban május 3-án figyelték meg, 1964-ben pedig május 4-én, a ‘Starking’ virágzásának kezdete 1963-ban május 2-án, 1964-ben pedig május 5-én volt. A fővirágzás dátuma a ‘Jonathan’ esetén 1963-ban és 1964-ben is május 7-ére tehető, a ‘Starking’ teljes virágzását 1963-ban május 6-án, 1964-ben pedig május 7-én jegyezték föl. A virágzás hossza 1963-ban ‘Jonathan’ esetén 10 nap, ‘Starking’ esetén 11 nap volt, 1964-ben rendre 13, illetve 12 nap.

A történeti feljegyzéseket az elmúlt évek adatival összevetve a virágzáskezdet néhány napos előretolódását sejtethetjük, a virágzástartam rövidülése szintén valószínűsíthető az adatok alapján.

A ‘Starking’ után 1–2 nappal virágzik az új ‘Hesztia’. Soroksári megfigyelések (Kovács & Tóth, 2014) szerint a 2007-től 2010-ig terjedő időszakban, illetve 2014-ben átlagosan április 16-án kezdett virágozni, míg a fővirágzás április 22 – 24-én volt megfigyelhető. A virágzástartam 13 nap volt.

A történeti megfigyelések közül a dászentmiklósiak a legközelebbiek Soroksárhoz. Innen a ‘Jonathan’ fajtát illetően 9 évből áll rendelkezésre adat, s ezeknek az átlaga virágzás kezdetére vonatkozóan április 25-e, a fővirágzásra vonatkozóan április 30-a, míg a virágzástartam átlagos hossza 14 nap. A ‘Starking’ fajta esetén az az átlagos virágzáskezdet április 27-e, a fővirágzás május 1-ére tehető, míg virágzástartama 12 nap.

A soroksári és a dászentmiklósi adatok összevetései a középkései virágzású fajták esetén is a virágzás kezdetének és a fővirágzás dátumának előretolódását sugallja.

Szigetcsépi megfigyelések (Tóth, 2005) szerint 2003-ban április 30-án, 2004-ben április 28-án, míg 2005-ben április 26-án kezdődött a ‘Hesztia’ virágzása. A fővirágzást 2003-ban május 1-e és 2-a, 2004-ben április 30-a és május 1-e, míg 2005-ben április 30-a és május 2-a között jegyezték fel. A virágzástartam 2003-ban 5 nap, 2004-ben 7 nap, míg 2005-ben 9 nap volt.

A szigetcsépi adatokat a fentebb említett százhalombattai adatokkal lehet összehasonlítani, s ebben az esetben is valószínűsíthető a virágzás kezdetének és a

teljes virágzás időpontjának korábbra tolódása, valamint a virágzástartam rövidülése is.

Az adatsor jellege azonban a klímaváltozás hatásaira vonatkozó egzakt következtetések megfogalmazását nem teszi lehetővé, pusztán óvatos kijelentéseket tehetünk az elmúlt évtizedek során a tavaszi fenológiai fázisok időpontjában bekövetkezett változásokról.

6 KÖVETKEZTETÉSEK

Napjaink egyik leginkább kutatott kérdése a klímaváltozás és annak hatásai. Bár számos kutató foglalkozik a klímaváltozás fenológiai folyamatokra gyakorolt hatásának vizsgálatával, a feldolgozott adatok csak korlátozott mértékben alkalmasak a klímaváltozás hatásainak vizsgálatára, hiszen az 1950-es, 1960-as évek óta almatermesztésünk jelentős változásokon ment keresztül. Többek között új fajták kerültek a termesztésbe, az alanyhasználat a gyengébb alanyok felé tolódott el, jelentős változás volt az alkalmazott növényvédőszerrel vonatkozásában és az intenzív termesztés további, a fenológiát módosító elemei is egyre nagyobb teret hódítottak.

A dolgozatban megfogalmazott eredmények sokkal inkább a régi fajták újbóli termesztésbe vonása szempontjából szolgálhatnak hasznos információul.

Az adatsorok feldolgozása alkalmas volt bizonyos korábbi tapasztalatok megerősítésére, de a területi és időbeli változékonyság tekintetében új információk is felszínre kerültek.

Az eredmények felhasználásánál mindenképpen figyelembe kell venni, hogy a megfigyelések az ország különböző tájairól származnak, a fenológiai megfigyelések viszonylagos szubjektivitása miatt az egyes megfigyelések között némi eltérés lehet.

Továbbá a hőmérsékleti értékekkel való kapcsolat vizsgálatánál említést érdemel, hogy pontosabb eredményeket kapnánk, ha minden esetben az ültetvényben elhelyezett meteorológiai mérőeszközökkel mért adatokat vetnénk össze a fenológiai megfigyelésekkel. Bármennyire sűrű csapadékmérő hálózat létezett is az 1950-es, 1960-as években, a fenti állítás fokozottan igaz a csapadékmennyiségi adatokra is, hiszen ezek az adatok térben jóval változékonnyabbak a hőmérsékleti adatoknál, különösen a tenyészidőszakban.

Ültetvény szintű meteorológiai adatok gyűjtésére az adatsor történeti jellege miatt azonban nem volt mód.

7 ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Az 1952-től 1964-ig 13 éves időtartam fenológiai megfigyeléseinek és meteorológiai adatainak feldolgozása alapján az alábbi új tudományos eredményekre jutottam:

1. A rügpattanást megelőző időszakra vonatkozóan a lineáris kapcsolat erőségének mérésével meghatároztam, hogy az 5,1 °C-os hőmérséklet használható az alma biológiai nullpontjaként a hőösszeg számításánál.
2. Hét almafajta 13 éves adatainak értékelése alapján korrelációs számításokkal cáfoltam azt a régi keletű megállapítást, hogy a virágzás vége adott mennyiségű hőösszeg felhalmozódása után következik be. A hosszabb virágzástartam alatt nagyobb mennyiségű hőösszeg halmozódik fel. Kései virágzáskezdethez általában kései szíromhullás társul.
3. Korrelációs számításokkal kimutattam, hogy a fővirágzást követő időszak hőösszegeinek negatív kapcsolata van a szedésre érettség időpontjával, azaz a teljes virágzást követő melegebb időszak korábbra hozza az érést.
4. Az 5,1 °C-os biológiai nullpontot alapul véve meghatároztam a hőösszeg értékét a virágzástartamra és a teljes vegetációs időszakra vonatkozóan. A virágzástartam alatt átlagosan 136 °C, míg a vegetációs időszak alatt 2409 °C hőösszeg halmozódik fel.
5. Magyarország éghajlati körzetei között az egyes fenológiai fázisokra vonatkozóan szignifikáns különbséget mutattam ki, s ezeket izovonalas térképeken jelenítettem meg.

8 ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatásomban az 1952 és 1964 közötti időszak fenológiai megfigyeléseinek elemzését végeztem el hét almafajta, az ‘Asztraháni piros’, a ‘Batul’, a ‘Húsvéti rozmaring’, a ‘Jonathan’, a ‘Nyári fontos’, a ‘Starking’ és a ‘Téli aranyparmen’ esetén.

Meghatároztam az adatbázisban szereplő fenológiai fázisok átlagos időpontját, ezt követően minden fenológiai fázist megvizsgáltam 3 szempont alapján. Egyrészt elemeztem a fajták közötti különbséget, majd az egyes évjáratok hatását, végül az éghajlati hatásokat vizsgáltam.

A fajták közötti különbség vizsgálatánál az adatbázis alapján a legtöbb fenológiai fázis esetén igazolható, hogy a korai fajták (‘Asztraháni piros’, ‘Nyári fontos’) esetén a vizsgált fenológiai fázisok korábban következnek be. Ezzel szemben kései időpontok jellemzik a nem kárpát-medencei eredetű fajtákat.

Az évek közül a legtöbb esetben kitűnik az 1961-es év a fenológiai fázisok korai időpontjával, ugyanígy kitűnik 1954-es és 1958-as év a kései időpontokkal.

Bár a legtöbb esetben a megrajzolt térképekről területi jellemzőket nehéz megállapítani, a statisztikai vizsgálatok eredményei szerint Magyarország egyes éghajlati körzetei között szignifikáns különbséget mutatható ki.

A meteorológiai változók az egyes fenológiai fázisokra vonatkozóan eltérő mértékben hatnak. Kiemelhető a hőösszeg szerepe. A rügyattanást megelőző különböző hosszúságú időszakokra vonatkozó számításokból kiderült, hogy az 5,1-os biológiai nullpont alkalmazásával számolt hőösszegnek van a legnagyobb hatása a rügyattanás időpontjára. Emellett kiemelkedő fontosságú a teljes virágzást követő időszakban felhalmozódott hőösszeg. A nagy csapadékösszeg a legtöbb esetben későbbre tolja a fenológiai fázisok kezdetét, illetve megnyújtja azok tartamát.

Az adatbázis alapján a rügyattanás átlagos időpontja április első dekádjára tehető, szélsőséges esetben ennél jóval korábbi és későbbi időpontok is előfordulhatnak.

A virágzás kezdetének átlagos időpontja április második felére datálható. A meteorológiai tényezők közül a hóingás és a csapadékösszeg hatása kiemelhető. A teljes virágzás általában május legelején következik be. A nyári fajtákat korábbi időpontok jellemzik. A virágzás időtartama nagyjából két hét, a fajták között nagy

eltérés nem mutatható ki, azonban az egyes évek között jelentős különbségek lehetnek.

A júniusi hullás időpontját tekintve említést érdemelnek az évjáratbeli és a területi különbségek.

Az alma fajtától függően a teljes virágzást követően 90 – 150 nappal szedhető. A szüret időpontjának meghatározása szempontjából a fővirágzást követő 40 napos időszak hőösszegeinek szerepe kulcsfontosságú. Termésátlagok tekintetében az évjárat hatása a legjelentősebb a három vizsgált tényező közül, ez okozza a legnagyobb eltéréseket.

A számítások szerint a vegetációs időszak átlagos hossza 222 nap. Ezalatt az almafák átlagosan 2400 °C hőösszegben és 400 mm csapadékban részesülnek. Az említett értékek az almafák éghajlati igényeit kielégítik.

A fenti megállapítások hagyományos termesztésmód mellett, magonc alanyon nevelt almafák fenológiai sajátosságait jellemzik. Bár manapság ezek nem tekinthetők korszerű gyümölcsstermesztési módnak, a régi fajták iránti nosztalgia, a biodiverzitás megőrzése és még számos más ok indokolja a vizsgált fajták újbóli elterjedését, s ennek megvalósulásához a dolgozat eredményei hasznos információul szolgálhatnak.

9 SUMMARY

In my research an analysis of phenological observations from 1952 to 1964 was performed in case of seven old apple varieties: ‘Asztraháni piros’, ‘Batul’, ‘Húsvéti rozmaring’, ‘Jonathan’, ‘Nyári fontos’, ‘Starking’ and ‘Téli aranyparmen’.

The average timing of phenological phases was determined. Differences between varieties, seasons and climatic regions were examined by variation analysis.

When comparing different varieties, it can be clearly seen that in case of summer varieties (‘Asztraháni piros’, ‘Nyári fontos’) most of the phenological phases occur significantly earlier than in case of the remaining varieties. In contrast, non-Carpathian varieties can be described by later phenological dates.

In most cases, 1961 can be described as an extreme year with its early phenological dates. 1954 and 1958 were the opposite with their late phenological phases. The seasonal variety is conspicuous.

Although no spatial characteristics can be observed by analyzing the phenological maps, statistical analysis showed significant differences between Hungary’s main climatic regions.

Weather conditions may have a varying impact on phenological dates. The role of growing degree days is outstanding. Based on the calculation of growing degree days for different periods before the bud break, 5.1 °C seems to be the optimal choice as the start temperature of apples. The higher amount of precipitation usually lengthens the phenological phases.

Based on the examined data, the bud break can be dated to the first part of April, but it can be greatly affected by weather conditions. The values can vary from season to season.

The average date of the beginning of flowering is in the second half of April. Meteorological factors, especially the daily temperature amplitude and the precipitation can markedly change these dates. The full bloom usually occurs in the beginning of May. The duration of flowering is approximately two weeks. The effect of varieties is less important than the impact of seasons.

In the case of the date of June drop large variations between cultivars could be observed, and the seasonal variety of the timing is also notable.

Depending on varieties harvesting maturity can occur 90 – 150 days after full bloom. Growing degree days after full bloom play an important role in the determination of picking date. Among the examined three factors, the effect of the year of observation on production quantity is the most relevant.

According to my calculations the average length of vegetation period is 222 days. During these days the value of growing degree days is 2400 °C, the amount of precipitation was 400 mm. These values are in agreement with the general requirements for apple production.

The above mentioned results hold true for traditional orchard management, they describe the characteristics of apples grown in seedling rootstocks.

Although these methods are not considered to be a modern fruit cultivation technique today, re-spreading of the examined species are justified by several reasons like people's nostalgic feelings for them and their key role in preserving biodiversity. The results of this study can be useful in achieving these mentioned purposes.

10 IRODALOMJEGYZÉK

Abeles, F. B. & Lightner, G. W., 1984. Optimal harvest date equations for West Virginia apples. *Horticultural Science*, 19. kötet, pp. 429-430.

Ács, F. & Breuer, H., 2013. *Biofizikai éghajlat-osztályozási módszerek*. Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem.

Anda, A. & Dunkel, Z., 2000. *Agrometeorológia*. Keszthely: Pannon Agrártudományi Egyetem.

Anda, A. & Kocsis, T., 2010. *Agrometeorológiai és klimatológiai alapismeretek*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.

Anstey, T. H., 1966. Prediction of full bloom date for apple, pear, cherry, peach, and apricot from air temperature data. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 88. kötet, pp. 57-66.

Balázs, A. és mtsai., 2012. Investigation of dietary important components in selected red fleshed apples by GC-MS and LC-MS. *Fitoterapia*, 83 (8). kötet, pp. 1356-1363.

Baráth, C., Ittész, A. & Ugrósdý, Gy., 1996. *Biometria*. Mezőgazda Kiadó: Budapest.

Barden, J. A. & Neilsen, G. H., 2003. Selecting the orchard site. In: D. C. Ferree & I. J. Warrington, szerk. *Apples. Botany, production and uses*. Wallingford, UK: CABI Publishing, pp. 237-265.

Benedek, P., Martinovich, V. & Dévai, Gy., 1972. Megporzási kísérletek háziméhekkkel almagyümölcsösben. *Kertgazdaság*, 4 (4). kötet, pp. 51-58.

Bereczki, M., 1877. *Gyümölcsészeti vázlatok I.* Arad: Réthy Lipót nyomdája.

Bereczki, M., 1882. *Gyümölcsészeti vázlatok II.* Arad: Gyulai István nyomdája.

Bergant, K., Crepinsek, Z. & Kajfez-Bogataj, L., 2001. Flowering prediction of pear tree (*Pyrus communis* L.), apple tree (*Malus domestica* Borkh) and plum tree (*Prunus domestica* L.) – similarities and differences. *Zbornik Biotehniske Fakultete Univerze v Ljubljani Kmetijstvo*, 77 (1). kötet, pp. 3-10.

Blanpied, G. D. & Ben-David, S., 1970. A New York study of 'McIntosh' apple optimum harvest dates. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 95. kötet, pp. 151-154.

- Blasse, W. & Hoffmann, S., 1992. Phänologische Untersuchungen an Sorten von Apfel, Birne und Quitte. *Erwerbsobstbau*, 34. kötet, pp. 140-144.
- Bodor, P., 2009. *Betegség-ellenálló almafajták és fajtajelöltek virágzás-fenológiai és termékenyülés-biológiai sajátosságai*. Budapest: Budapesti Corvinus Egyetem, Doktori értekezés.
- Brózik, S., 1993. *Gyümölcsfajták értékelése és nemesítése*. Budapest: Kandidátusi értekezés.
- Brózik, S. & Nyéki, J., 1974. Fenológia. In: F. Gyúró, szerk. *A gyümölcstermesztés alapjai*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, pp. 299-318.
- Brózik, S. & Nyéki, J., 1975. *Gyümölcstermő növények termékenyülése*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.
- Brózik, S. & Regius, J., 1957. *Termesztett gyümölcsfajtáink I. Almatermésűek*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.
- Brózik, S. & Régius, J., 1959. *Termesztett gyümölcsfajtáink. Almástermésűek. Alma..* Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.
- Brunner, T., 1979. *Különböző növekedési erélyű alanyok hatása az alma termés-önszabályozására*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.
- Bubán, T., 1984. Virágrügy képződés, virágfejlődés, megtermékenyülés. In: F. Pethő, szerk. *Alma*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, pp. 172-197.
- Caprio, J. M. & Quamme, H. A., 1999. Weather conditions associated with apple production in the Okanagan Valley of British Columbia. *Canadian Journal of Plant Science*, 79. kötet, pp. 129-137.
- Challice, J. S. & Westwood, M. N., 1973. Numerical taxonomic studies of the genus *Pyrus* using both chemical and botanical characters. *Botanical Journal of the Linnaen Society*, 67. kötet, pp. 121-148.
- Chmielewski, F. M. és mtsai., 2001. Phenological models for the beginning of apple blossom in Germany. *Meteorologische Zeitschrift*, 20(5). kötet, pp. 487-496.
- Coleman, W. K., 1992. A proposed winter-injury classification for apple trees on the northern fringe of commercial production.. *Canadian Journal of Plant Science*, 72. kötet, p. 507–516.
- Cserhádi, Z., 2004. Az outlierok meghatározása és kezelése gazdaságstatisztikai felvételekben. *Statisztikai szemle*, 8. kötet, pp. 728-746.

Delaunay, B., 1934. Sur la sphère vide. A la mémoire de Georges Voronoï. *Classe des sciences mathématiques et na*, 6. kötet, pp. 793-800.

Dennis, F. G. J., 1994. Dormancy - What we know and don't know. *Horticultural Science*, 1249-1255. kötet, p. 29.

Dennis, F. G. J., 2003. Flowering, pollination and fruit set and development. In: D. C. Ferre & I. J. Warrington, szerk. *Apples: Botany, production and uses*. Wallingford, UK: CABI Publishing, pp. 153-166.

Dorka, D., 2005. *Különböző hőösszegszámítási módszerek vizsgálata a kukoricatermesztésben*. Debrecen: Doktori értekezés.

Eggert, F. G., 1960. The relation between heat unit accumulation and length of time required to mature McIntosh apples in Maine. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 76. kötet, pp. 98-105.

Elzinga, J. A. és mtsai., 2007. Time after time: flowering phenology and biotic interactions. *Trends in Ecology and Evolution*, 22. kötet, pp. 432-439.

FAO, 2015. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. [Online]
Available at: www.faostat.fao.org

Faust, W., 1989. *Physiology of temperate zone fruit trees*. Beltsville: Wiley.

Ferree, D. C. & Warrington, I. J., 2003. *Apples: Botany, Production and Uses*. Wallingford, United Kingdom: CABI Publishing.

Fitter, A. H., Fittwr, R. S. R., Harris, I. T. B. & Williamson, M. H., 2007. Trends and temperature response in the phenology of crops in Germany. *Global Change Biology*, 13. kötet, pp. 1737-1747.

Flore, J. A. & Howell, G. S., 1987. Environmental and physiological factors that influence cold hardiness. *International Conference on Agrometeorology*, pp. 139-150.

Foster, J., Johnston, R. & Seleznyova, A., 2003. A morphological and quantitative characterization of early floral development in apple (*Malus × domestica* Borkh.). *Annals of Botany*, 92. kötet, pp. 199-206.

Games, P. A. & Howell, J. F., 1976. Pairwise Multiple Comparison Procedures with Unequal N's and/or Variances: A Monte Carlo Study. *Journal of Educational Statistics*, 1(2). kötet, pp. 113-125.

Gonda, I., 2013. Művelési rendszerek. In: M. Höhn & M. Tóth, szerk. *Az alma*. Budapest: Agroinform Kiadó, pp. 223-227.

Grab, S. & Craparo, A., 2011. Advance of apple and pear tree full bloom dates in response to climate change in the southwestern Cape, South Africa: 1973–2009. *Agricultural and Forest Meteorology*, 151(3). kötet, pp. 406-413.

Grausland, J., 1996. Flowering dates of pome and stone fruit cultivar - 10 years results. *Acta Horticulturae*, 423. kötet, pp. 31-37.

Guak, S. & Neilsen, D., 2013. Chill unit models for predicting dormancy completion of floral buds in apple and sweet cherry. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 54 (1). kötet, pp. 29-36.

Guédon, Y. & Legave, J. M., 2008. Analyzing the time-course variation of apple and pear tree dates of flowering stages in the global warming context. *Ecological Modelling*, 219. kötet, pp. 189-199.

Hall, J. W. & Quamme, H. A., 1994. Winter freezes of fruit trees in the Okanagan Valley, British Columbia: relationship with Pacific North America teleconnection and the El Niño/Southern Oscillation. *Canadian Journal of Plant Science*, 74. kötet, p. 841–846.

Hámoriné Szabó, J., 1974. A gyümölcs fejlődése és érése. In: F. Gyúró, szerk. *A gyümölcstermesztés alapjai*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, pp. 369-396.

Harding, P. H., Cochrane, J. & Smith, L. P., 1976. Forecasting the flowering stages of apple varieties in Kent, England, by the use of meteorological data. *Agricultural Meteorology*, 17 (1). kötet, pp. 49-54.

Hortobágyi, T., 1979. *Növényrendszertan*. Tankönyvkiadó: Budapest.

Illés, A. és mtsai., 2010. *Egy dunántúli és egy nyírségi gyümölcsös almafajtáinak virágzás fenológiai és szabadtermékenyülési összehasonlító elemzése*. Keszthely, Pannon Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, pp. 1-8.

Inántsy, F., 2001. *Almatermesztés integrált módszerekkel*. Nyíregyháza: Almatermesztők Szövetsége.

Jackson, J. E., Hamer, P. J. C. & Wickenden, M. F., 1983. Effect of early spring temperatures on the set of fruit Cox's Orange Pippin apple and year-to-year variation in its yields. *Acta Horticulturae*, 139. kötet, pp. 75-82.

Juhász, Á. és mtsai., 2013. Water consumption of sweet cherry trees estimated by sap flow measurement. *Scientia Horticulturae*, 164. kötet, pp. 41-49.

- Juhász, Á., Sepsi, P., Tőkei, L. & Hrotkó, K., 2012. Transpiration of high density sweet cherry orchard. *Acta Horticulturae*, 951. kötet, pp. 251-258.
- Juniper, B. E., Watkins, R. & Harris, S. A., 1998. The origin of the apple. *Acta Horticulturae*, 484. kötet, pp. 27-34.
- Kállay, T., 2002. Genetic determination of maturation processes in climacteric fruits. *Acta Alimentaria*, 31 (2). kötet, pp. 169-177.
- Kása, K., Hevesi, M. & Tóth, M., 2005. Evaluation of traditional Hungarian cultivars as sources of resistance to fire blight. *Acta Horticulturae*, 663 (1). kötet, pp. 225-228.
- Király, I., 2013. *Kárpát-medencei almafajták jellemzése pomológiai vizsgálatokkal és mikroszatellit alapú molekuláris markerezéssel*. Budapest: Budapesti Corvnius Egyetem: Doktori értekezés.
- Király, I., Nagyistván, O., Szabóné, E. É. & Tóth, M., 2011. *Identification of synonyms by old Hungarian apple cultivars using morphological and molecular markers*. Warsaw, Poland, XIII. Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics.
- Király, I. és mtsai., 2015. Régi magyar almafajták ökológiai termesztésre való alkalmasságának értékelése. *Gradus*, 2(2). kötet, pp. 275-282.
- Korban, S. S., 1986. Interspecific hybridization in *Malus*. *HortScience*, 21. kötet, pp. 41-48.
- Kovács, Sz., & Tóth, M., 2014. *Az új fajták virágzási ideje, termékenyülésbiológiai sajátosságok, fajtatársítási javaslatok*. Budapest: „Rezisztens Zamatalma – hazai fajták, hazai termesztésre” .
- Köppen, W., 1936. Das geographische System der Klimata. In: W. Köppen, R. Geiger, I. Band & C. Teil, szerk. *Handbuch der Klimatologie*. Berlin: Borntraeger, p. 44.
- Kronenberg, H. G., 1988. Temperature requirements for growth and ripening of apples. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 36. kötet, pp. 23-33.
- Lakso, A. N., 2003. Water relations of apples. In: D. C. Ferree & I. J. Warrington, szerk. *Apples: botany, production and uses*. Wallingford, UK: CABI Publishing, pp. 167-194.

Legave, J. M. és mtsai., 2013. A comprehensive overview of the spatial and temporal variability of apple bud dormancy release and blooming phenology in Western Europe. *International Journal of Biometeorology*, 57(2). kötet, pp. 317-331.

Legave, J. M., Farrara, I., Almeras, T. & Calleja, M., 2008. Selecting models of apple flowering time and understanding how global warming has had an impact on this trait. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 83(1). kötet, pp. 76-84.

Lenti, I., 2011. *Kertészet*. Nyíregyháza: Nyíregyházi Főiskola.

Luton, M. T. & Hamer, J. C., 1983. Predicting the optimum harvest dates for apples using temperature and full-bloom records. *Journal of Horticultural Science*, 58(1). kötet, pp. 37-44.

Łysiak, G., 2012. The sum of active temperatures as a method of determining the optimum harvest date of 'Šampion' and 'Ligol' apple cultivars. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 11 (6). kötet, pp. 3-13.

Mahalanobis, P. C., 1936. On the generalised distance in statistics. *Proceedings of the National Institute of Sciences of India*, 2(1), pp. 49-55.

McMaster, G. S. & Wilhelm, W. W., 1997. Growing degree-days: one equation, two interpretations. *Agricultural and Forest Meteorology*, 87. kötet, pp. 291-300.

Meier, U. és mtsai., 1994. Phänologische Entwicklungsstadien des Kernobstes (*Malus domestica* Borkh. und *Pyrus communis* L.), des Steinobstes (*Prunus*-Arten), der Johannisbeere (*Ribes*-Arten) und der Erdbeere (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 46. kötet, pp. 141-153.

Menzel, A., 2000. Trends in phenological phases in Europe between 1951 and 1996. *International Journal of Biometeorology*, 44. kötet, pp. 76-81.

Morgan, J. & Richards, A., 1993. *The Book of Apples*. Ebury Press: London.

Nagy, J., 2013. A nemes alma rendszertani helye és rokonsága. In: M. Tóth, szerk. *Az alma*. Agroinform Kiadó: Budapest, pp. 21-40.

Narasimham, P. és mtsai., 1988. Effect of meteorological factors on fruit maturation and the prediction of optimum harvest for apples. *Scientia Horticulturae*, 35 (3-4). kötet, pp. 217-226.

- Nyéki, J., Soltész, M. & Szabó, Z., 2002. *Fajtatársítás a gyümölcsültetvényekben*. Mezőgazda Kiadó: Budapest.
- Orosz-Kovács, Z., Bubán, T. & Scheidné Nagy Tóth, E., 2001. Az almavirágok morfológiája. In: Orosz-Kovács, Zs., szerk. *Az alma virágzásbiológiája*. Pécs: Almatermesztők Szövetsége, pp. 28-46.
- Palmer, J. W., Privé, J. P. & Tustin, D. S., 2003. Temperature. In: *Apples. Botany, production and uses*. Wllingford, UK: CABI Publishing, pp. 217-236.
- Papp, D. és mtsai., 2011. Kárpát-medencei régi almafajták beltartalmi értékei és perspektívái a XXI. század hazai nemesítésében. *Kertgazdaság*, 43. kötet, pp. 23-27.
- Papp, D., Király, I. & Tóth, M., 2015. Suitability of old apple varieties in organic farming, based on their resistance against apple scab and powdery mildew. *Organic Agriculture*, p. In print.
- Papp, J. és mtsai., 2003. *Gyümölcstermesztési alapismeretek I.* Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Péczely, Gy., 1979. *Éghajlattan*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Perry, K. B., Blankenship, S. M. & Unrath, C. R., 1987. Predicting harvest date of 'Delicious' and 'Golden Delicious' apples. Predicting harvest date of 'Delicious' and 'Golden Delicious' apples using heat unit accumulations. *Agricultural and Forest Meteorology*, 39 (1). kötet, pp. 81-88.
- Pethő, F., 1969. *Almatermesztés*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.
- Pethő, F., 1984. *Az alma*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.
- Racskó, J., 2008. *Bioklimatikus hidegigény-modell az alma virágzáskezdet időpontjának becslésére*. Debrecen: PhD értekezés.
- Rea, R. & Eccel, E., 2006. Phenological models for blooming of apple in a mountainous region. *Internationlal Journal of Biometeorology*, 51. kötet, pp. 1-16.
- Réthly, A., 1933. Kísérlet Magyarország klímaterképének szerkesztésére a Köppen-féle klímabeosztás értelmében. *Időjárás*, pp. 105-115.
- Richardson, E. A., Seeley, S. D. & Walker, D. R., 1974. A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. *Horticultural Science*, 9. kötet, pp. 331-332.

Shaltout, A. S. & Unrath, C. R., 1983. Rest completion prediction model for 'Starkrimson delicious' apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 108. kötet, p. 957.

Simon, T., 1979. Rózsavirágúak-Rosales. In: *Növényrendszertan*. Budapest: Tankönyvkiadó, pp. 455-464.

Sisler, G. P. & Overholser, E. L., 1943. Influence of climatic conditions on date of full bloom of delicious apples in the Wenatchee Valley. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 43. kötet, pp. 29-34.

Soltész, M., 1992. *Virágzásfenológiai adatok és összefüggések hasznosítása az alamültetvények fajtatársításában*. Budapest: MTA, Doktori értekezés.

Soltész, M., 1997. *Integrált gyümölcstermesztés*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.

Soltész, M., 2002. Alma. In: J. Nyéki, M. Soltész & Z. Szabó, szerk. *Fajtatársítás a gyümölcstültetvényekben*. Mezőgazda Kiadó: Budapest, pp. 72-150.

Soltész, M., Szabó, T. & Nyéki, J., 1980. Az alma. In: J. Nyéki, szerk. *Gyümölcsfajták virágzásbiológiája és termékenyülése*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, pp. 116-167.

Sparks, T. H. & Carey, P. D., 1995. The responses of species to climate over two centuries: an analysis of the Marsham phenological record. *Journal of Ecology*, 22. kötet, pp. 169-171.

Sparks, T. H., Heffere, E. P. & Jeffere, C. E., 2000. An examination of the relationship between flowering times and temperature at the national scale using long-term phenological records from the UK. *International Journal of Biometeorology*, 44. kötet, pp. 82-87.

Stanley, C. J., Stokes, J. R. & Tustin, D. S., 2001. *Acta Horticulturae. Early prediction of apple fruit size using environmental indicators*, pp. 441-446.

Stégerné, M. M., 2013. Élelmiszeripari felhasználás. In: M. Höhn & M. Tóth, szerk. *Az alma*. Budapest: Agroinform Kiadó, pp. 326-337.

Stoeckli, S. & Samietz, J., 2015. Simplified modelling of apple flowering phenology for application in climate change scenarios. *Acta Horticulturae*, 1068. kötet, pp. 153-160.

Sunley, R. J., Atkinson, C. J. & Jones, H. G., 2006. Chill unit models and recent changes in the occurrence of winter chill and spring frost in the United

Kingdom. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81. kötet, pp. 949-958.

Surányi, D., 1990. Az alföldi szőlők és szórványgyümölcsösök pomológiai értékei. *Kertgazdaság*, 22 (6). kötet, pp. 46-63.

Surányi, D., 2002. *Gyümölcsöző sokféleség. Biodiverzitás a gyümölcsstermesztésben*. Cegléd: Akcident Nyomdaipari Kft.

Szabó, T., 2007. Az alma fajtahasználata alakulása Magyarországon. *Agrofórum*, 18(19). kötet, pp. 11-14.

Szabó, T., 2014. Magyar gyümölcsfajták génbanki megőrzésének jelenlegi helyzete és feladatai. In: M. Soltész, szerk. *Magyar gyümölcsfajták*. Budapest: Mezőgazda kiadó, pp. 29-34.

Szalay, L., 2013. A vegetatív és generatív fejlődés élettana. In: M. Höhn & M. Tóth, szerk. *Az alma*. Budapest: Agroiinform Kiadó, pp. 159-174.

Szalay, S., Németh, Sz., Timon, B. & Végvári, Gy., 2012. Frost hardiness of peach and apricot flower buds. *Acta Horticulturae*, 962. kötet, pp. 291-296.

Szász, G. & Tőkei, L., 1997. *Meteorológia mezőgazdáknek, kertészeknek, erdészeknek*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.

Terpó, A., 1987. *Növényrendszertan az ökonómbotanika alapjaival 1-2.* Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.

Tomcsányi, P., Bödecs, L. & Majoros, L., 1982. *Almagyümölcsűek és bogyósok*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.

Tooke, F. & Battey, N. H., 2010. Temperate flowering phenology. *Journal of Experimental Botany*, 61 (11). kötet, pp. 2853-2862.

Tóth, M., 1982. *Almafajták termesztés és áruértéke*. Budapest: MTA, Kandidátusi értekezés.

Tóth, M., 1997. *Gyümölcsészet*. Nyíregyháza: Primom Vállalkozásélénkítő Alapítvány.

Tóth, M., 2001. *Gyümölcsészet Második bővített kiadás*. Nyíregyháza: Primom Kiadó.

Tóth, M., 2005. A Kárpát-medence régi almafajtáinak felderítése és megmentése. *Kertgazdaság*, 37 (2). kötet, pp. 24-29.

Tóth, M., 2005. Új fajtajelöltek a hazai almaválaszték megújításához. In: M. Tóth, szerk. *A fajtaválaszték fejlesztése a kertészetben*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó Kft., pp. 7-22.

Tóth, M., 2009. *Gyümölcsfaj- és fajtaimeret*. Budapest: Budapesti Corvinus Egyetem.

Tóth, M., 2013a. *Magyarország kultúrflórája - Az alma*. Budapest: Agroinform Kiadó.

Tóth, M., 2013b. Régi gyümölcsfajták szerepe a modern gyümölcészetben. In: G. Tolnay, szerk. *Bereczki Máté és Dörgő Dániel levelzése*. Szolnok: Versegly Ferenc Könyvtár és Művelődési Központ, pp. 19-48.

Tóth, M., 2013c. A szüret idejének meghatározása. In: J. Papp, szerk. *Gyümölcstermesztési alapismeretek*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, pp. 393-396.

Tóth, M. & Békefi, Zs., 2013. Az alma fenológiája. In: M. Tóth, szerk. *Az alma*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, pp. 125-134.

Tóth, M. & Ficzek, G., 2013. Az almagyümölcs beltartalmi anyagai. In: M. Höhn & M. Tóth, szerk. *Az alma*. Budapest: Agroinform Kiadó, pp. 175-196.

Tóth, M., Hudák, K. & Geiszler, J., 2007. *Gyümölcsfajta-kutatás az Aggteleki Nemzeti Park területén*. XIII. Növénynevelési Tudományos Napok, Budapest.

Tukey, H. B., 1942. Time interval between full bloom and fruit maturity for several varieties of apples, pears, peaches and cherries. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 40. kötet, pp. 133-140.

Tukey, J., 1949. Comparing Individual Means in the Analysis of Variance. *Biometrics*, 5(2). kötet, pp. 99-114.

Valentini, N., Me, G., Ferrero, R. & Spanna, F., 2001. Use of bioclimatic indexes to characterize phenological phases of apple varieties in Northern Italy. *International Journal of Biometeorology*, 45 (4). kötet, pp. 191-195.

Varga, B. & Szilágyi, R., 2011. *Kvantitatív információképzési technikák*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.

Warrington, I. J., Fulton, T. A., Halligan, E. A. & de Silva, H. N., 1999. Apple Fruit Growth and Maturity are Affected by Early Season Temperatures. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124(5). kötet, pp. 468-477.

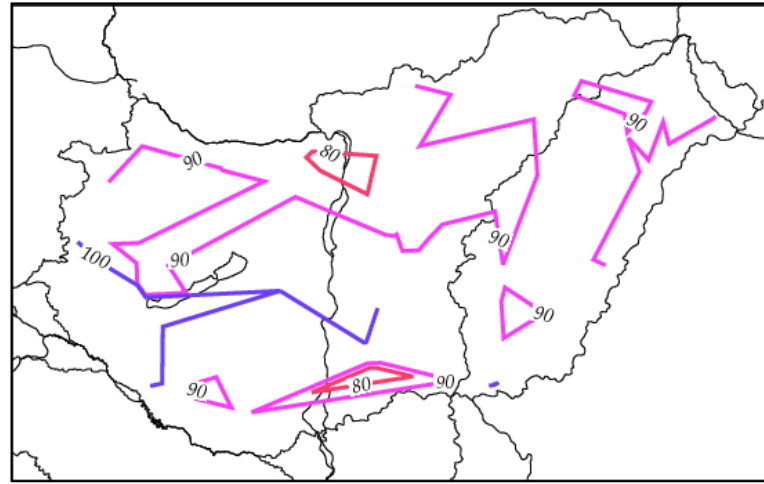
Warrington, L. J., Fulton, T. A., Halling, E. A. & de Silva, H. N., 1999. Apple Fruit Growth and Maturity are Affected by Early Season Temperatures. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124 (5). kötet, pp. 468-477.

Yazdanpanah, H., Ohadi, D. & Tabar, M. S., 2010. Forecasting Different Phenological Phases of Apple Using Artificial Neural Network. *Journal of Research in Agricultural Science*, 6 (2). kötet, pp. 97-106.

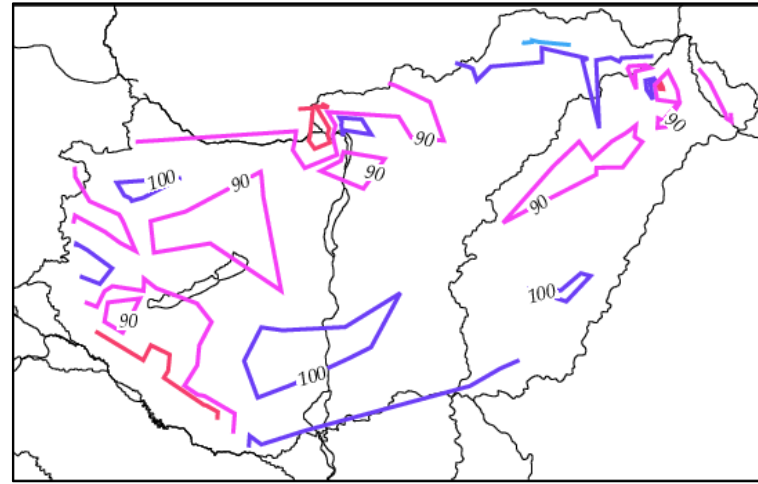
Young, E., 1992. Timing of High Temperature Influences Chilling Negation in Dormant Apple Trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 117(2). kötet, pp. 271-272.

Zatykó, I., 1986. Különböző időszakokban bekövetkezett fagyok termés csökkentő hatása az almánál. *Gyümölcs-Inform*, 86 (3). kötet, pp. 108-112.

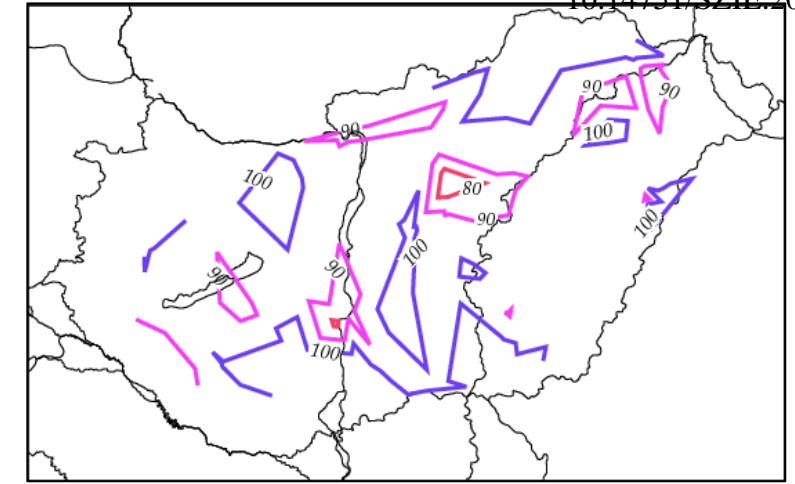
1. melléklet A rügpattanás időpontja fajták szerint



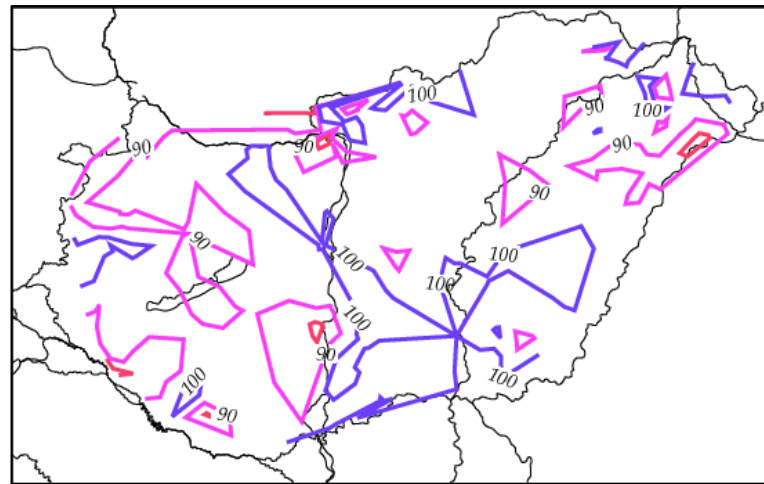
Asztraháni piros



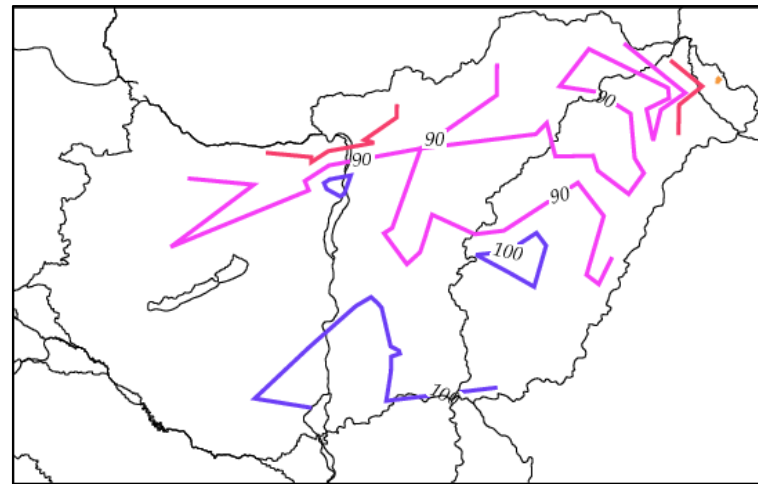
Batul



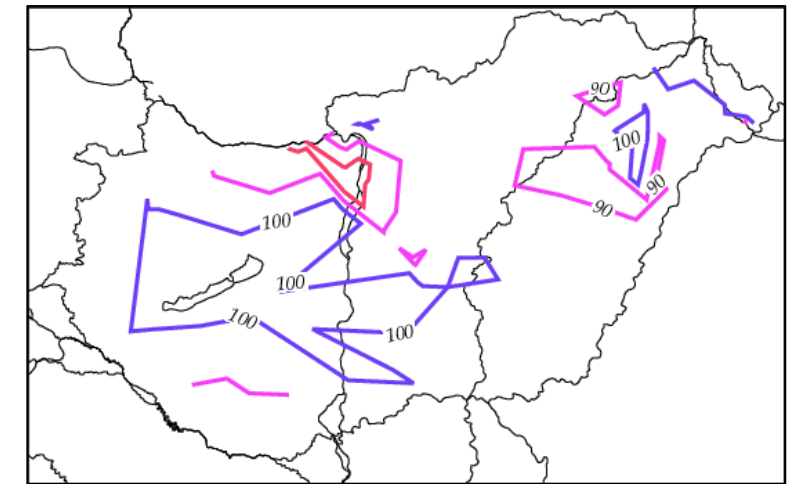
Húsvéti rozmaring



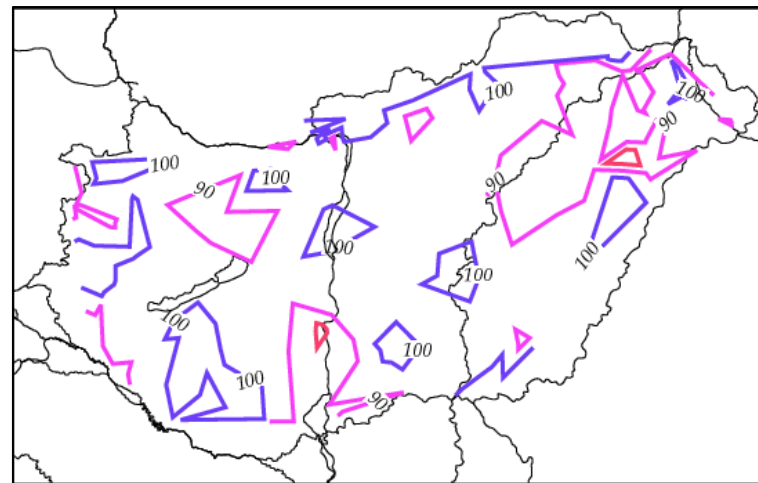
Jonathan



Nyári fontos

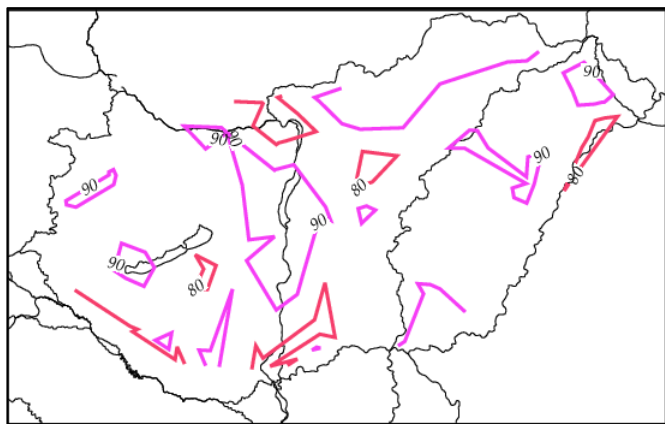


Starking

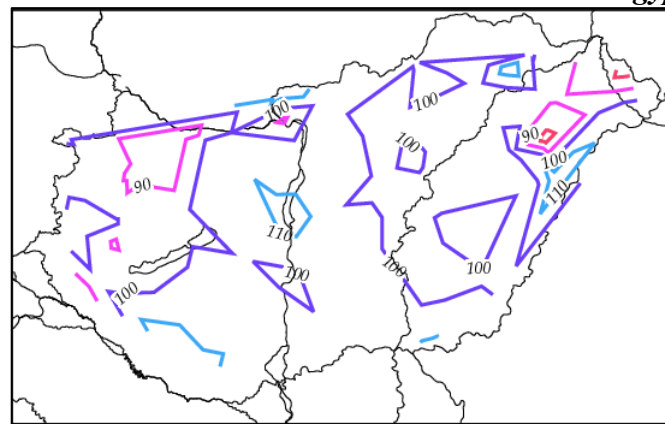


Téli aranyparmen

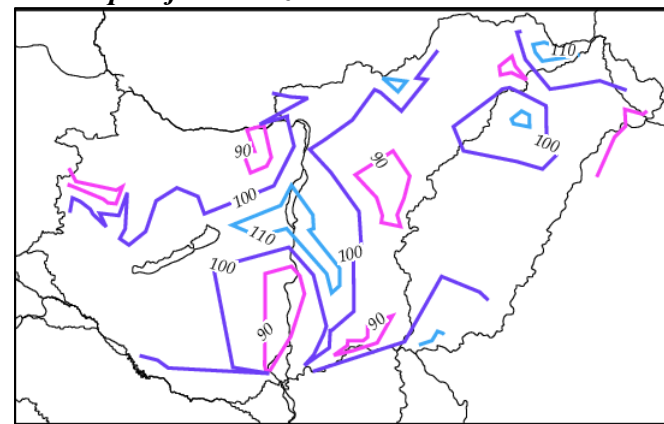
2. melléklet A rügyattanás időpontja évek szerint



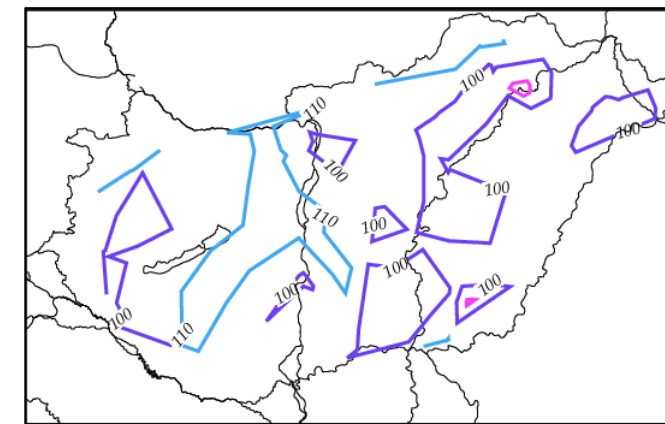
1953



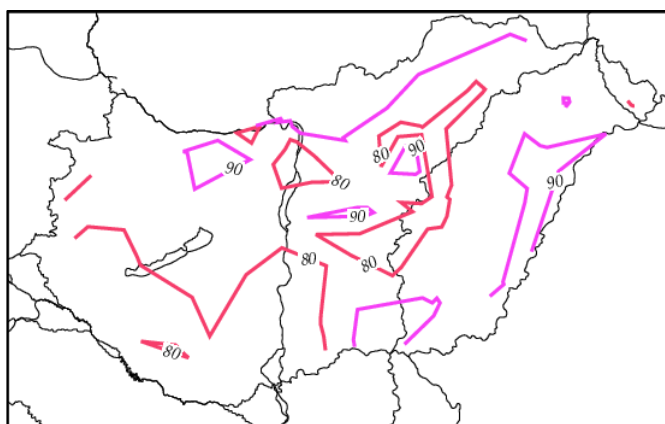
1954



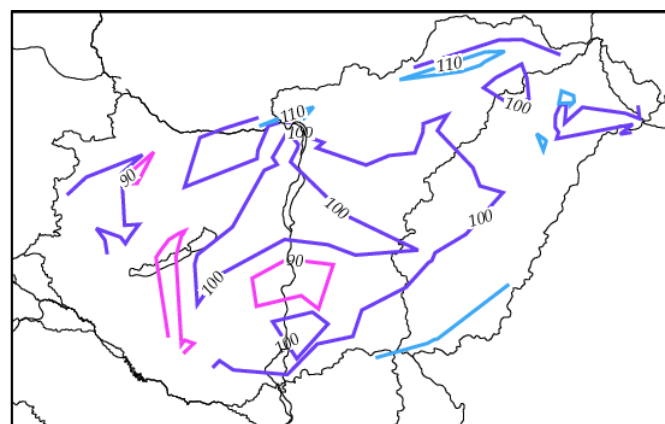
1955



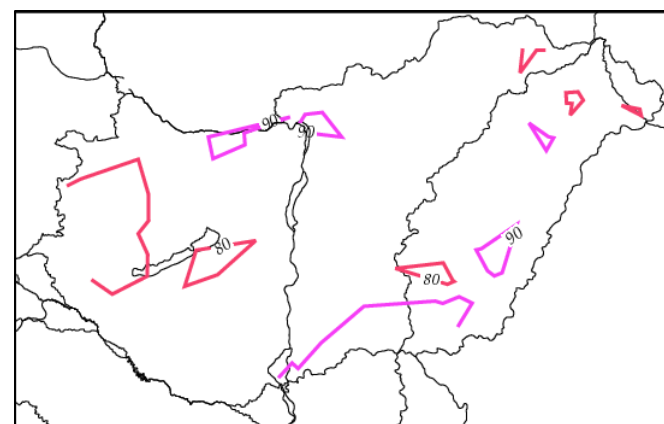
1956



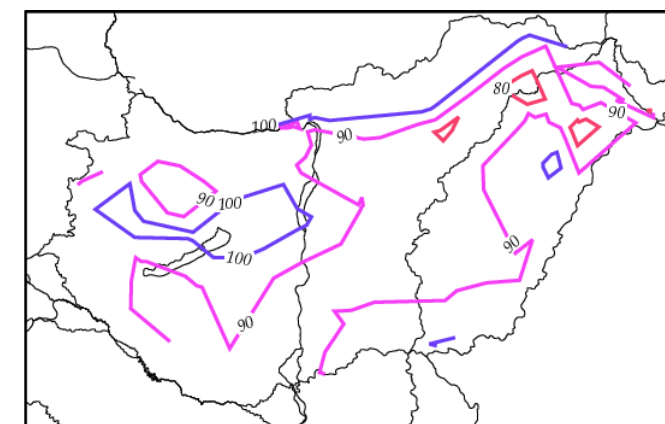
1957



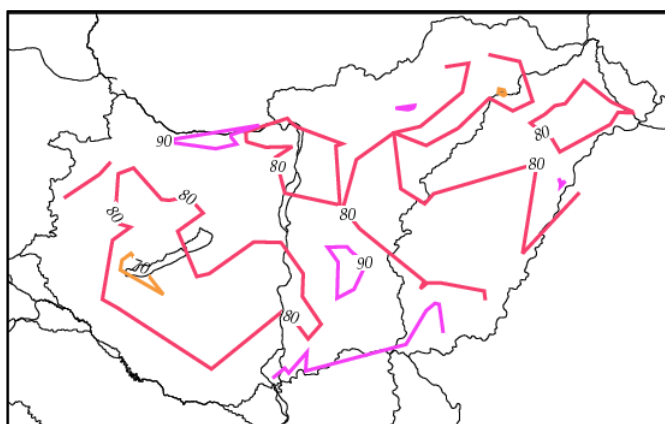
1958



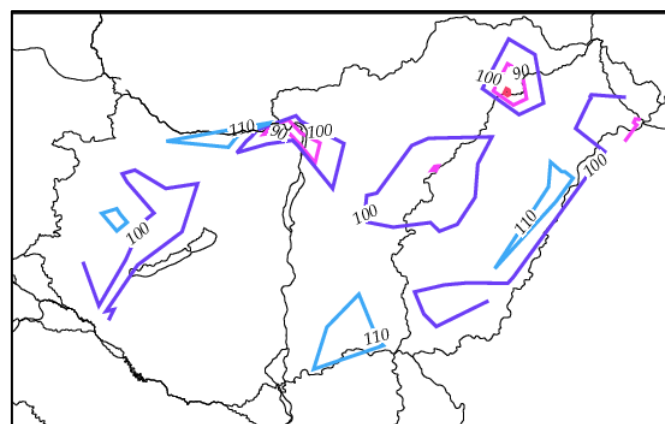
1959



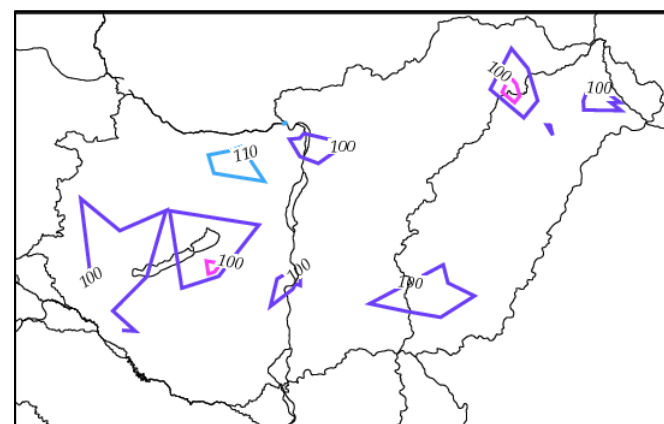
1960



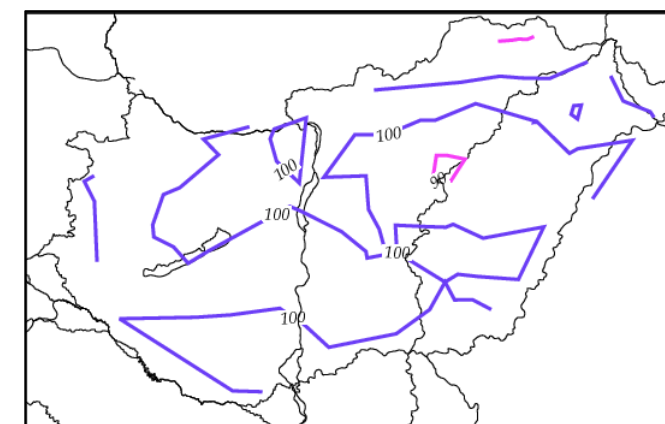
1961



1962

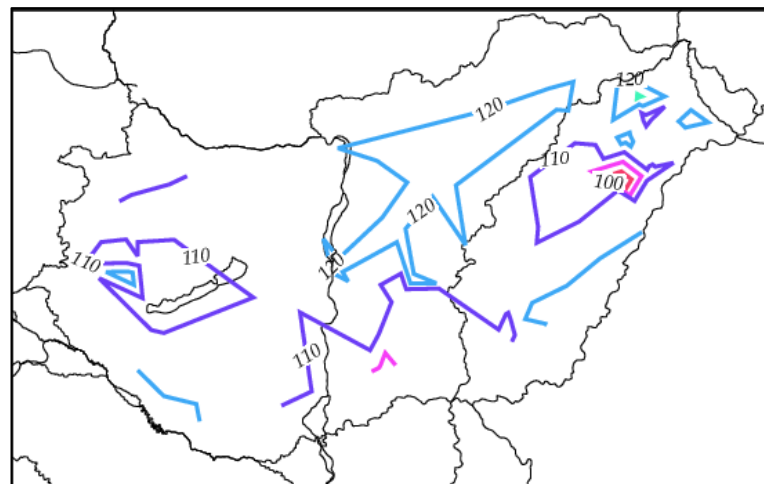


1963

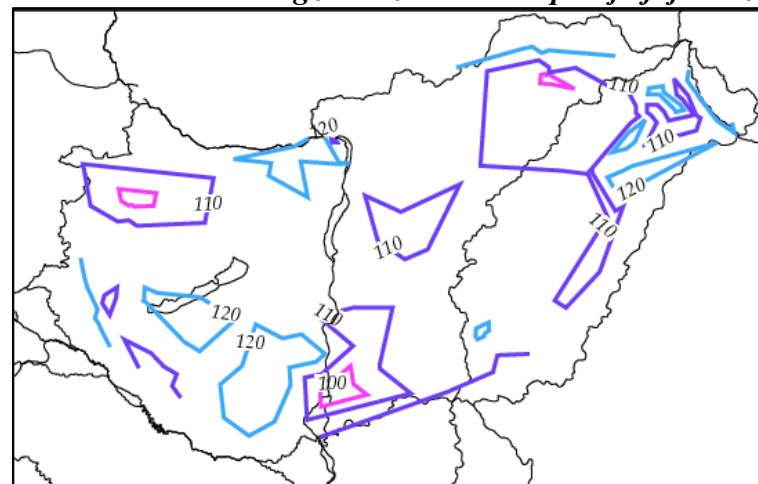


1964

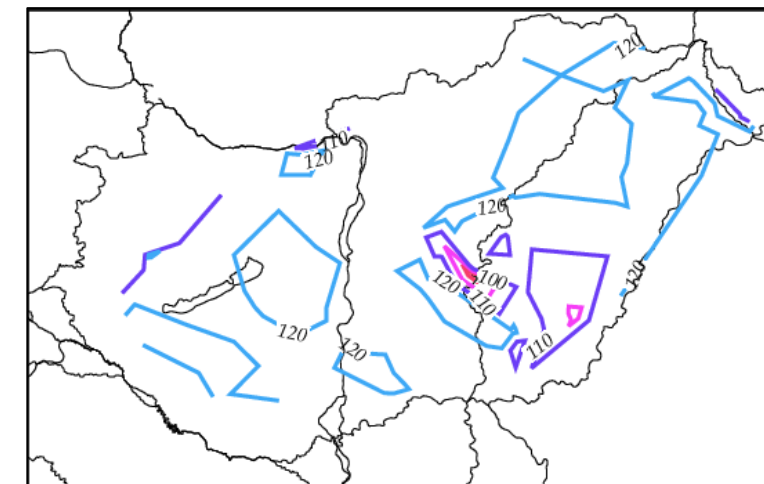
3. melléklet *A virágzás kezdetének időpontja fajták szerint*



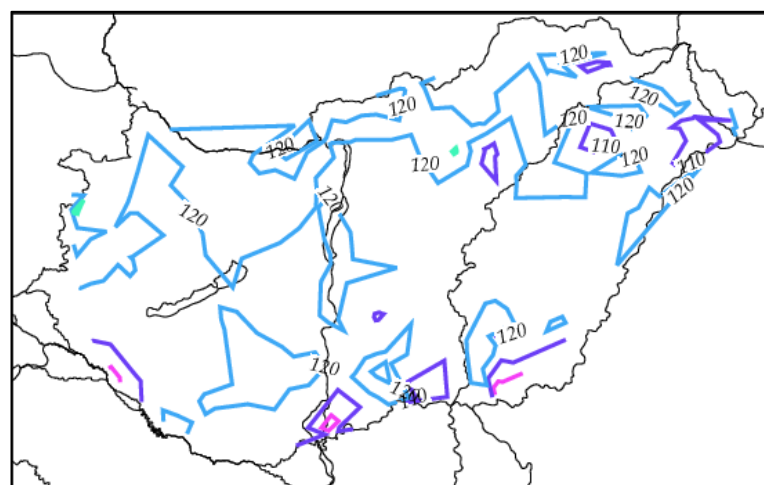
Asztraháni piros



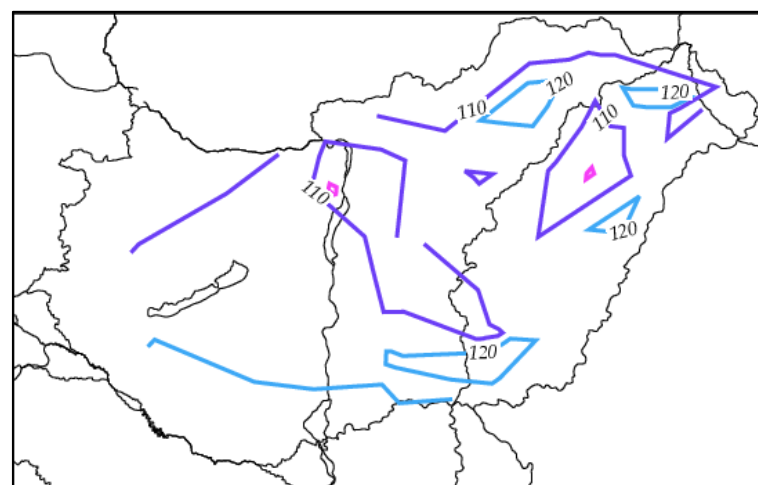
Batul



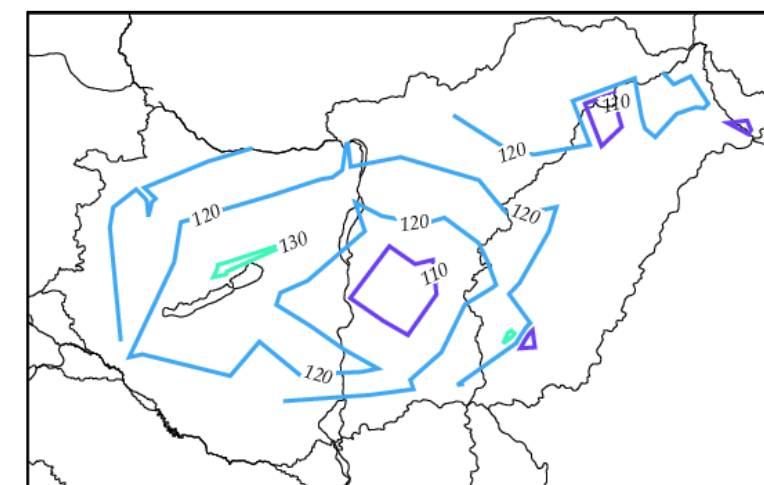
Húsvéti rozmaring



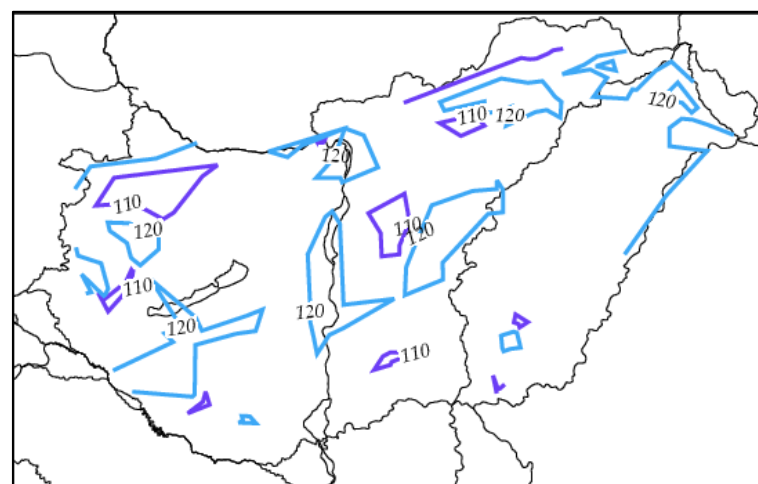
Jonathan



Nyári fontos

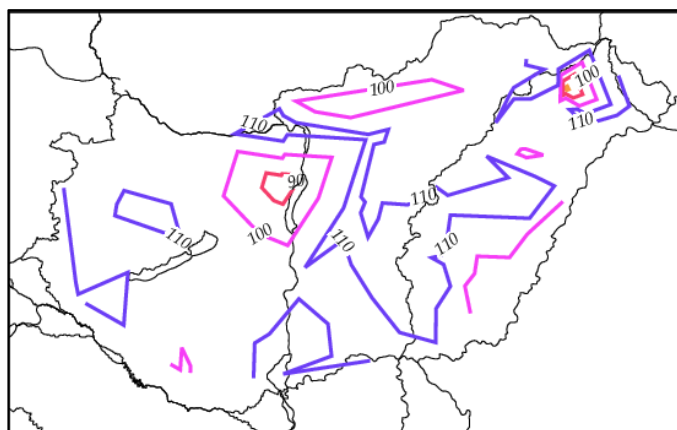


Starking

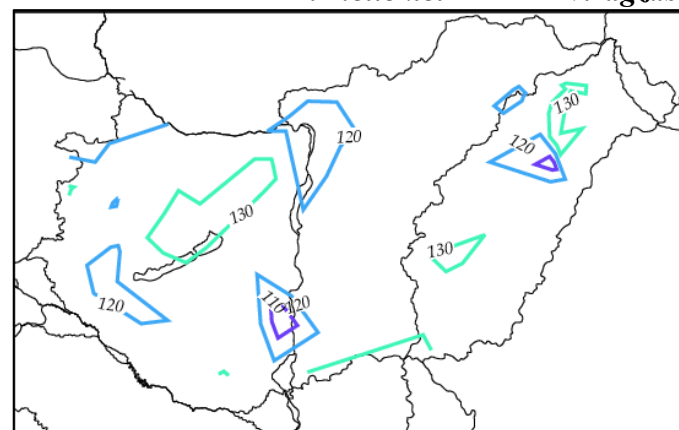


Téli aranyparmen

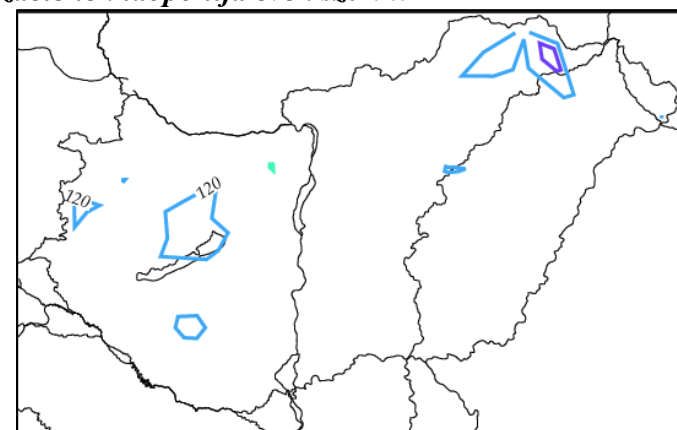
4. melléklet A virágzás kezdetének időpontja évek szerint



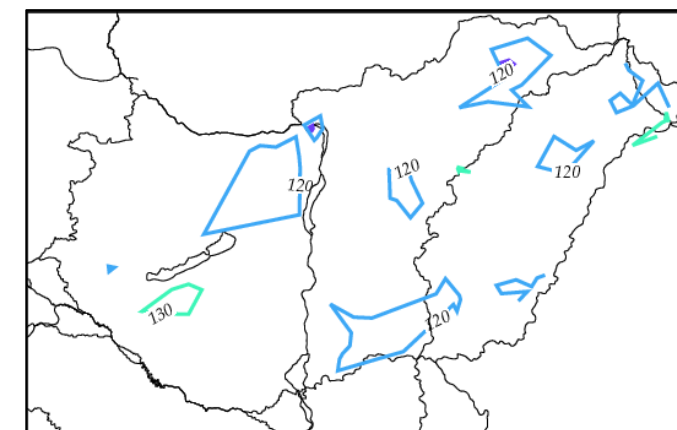
1953



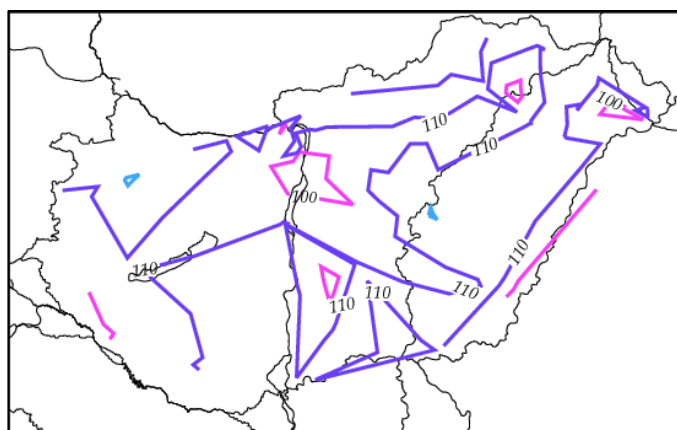
1954



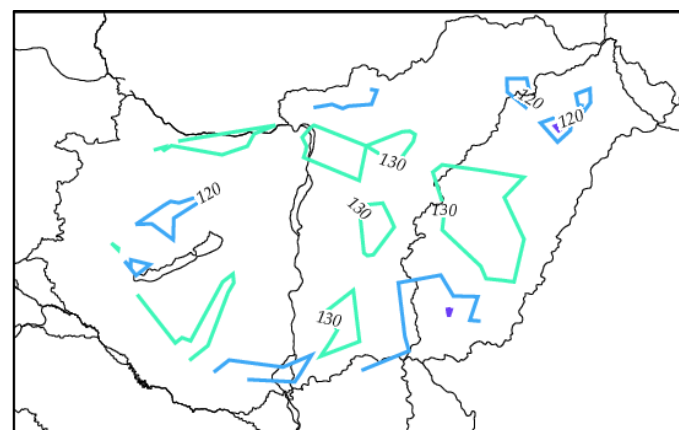
1955



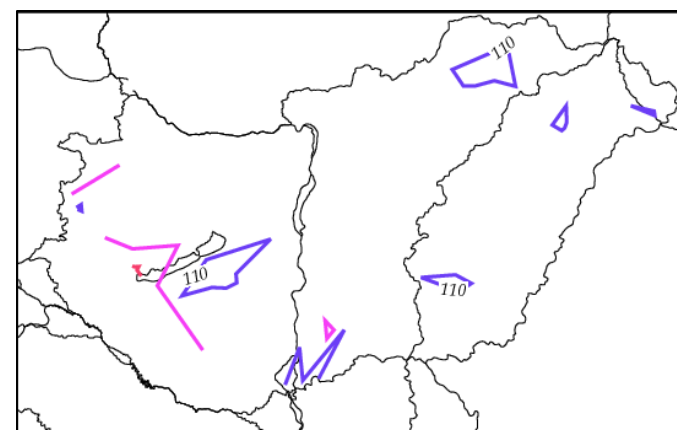
1956



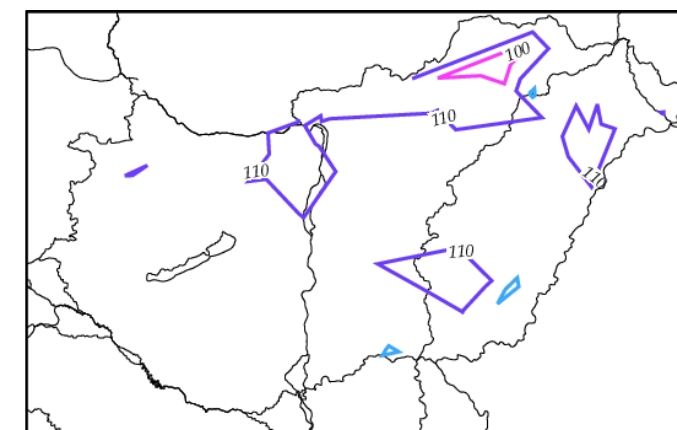
1957



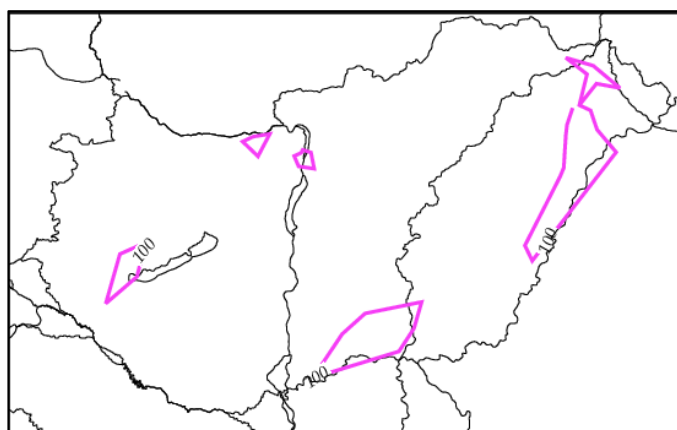
1958



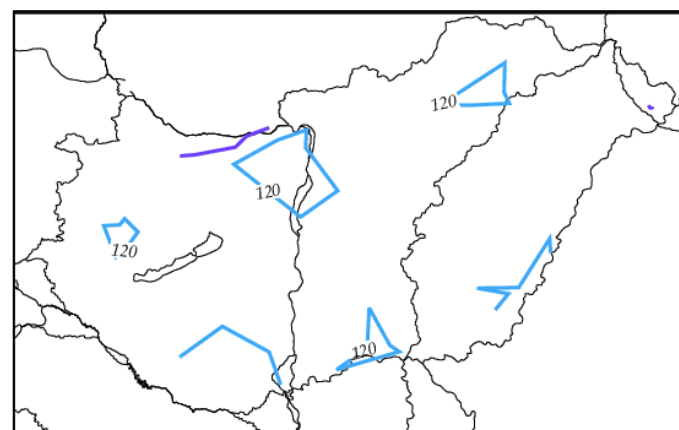
1959



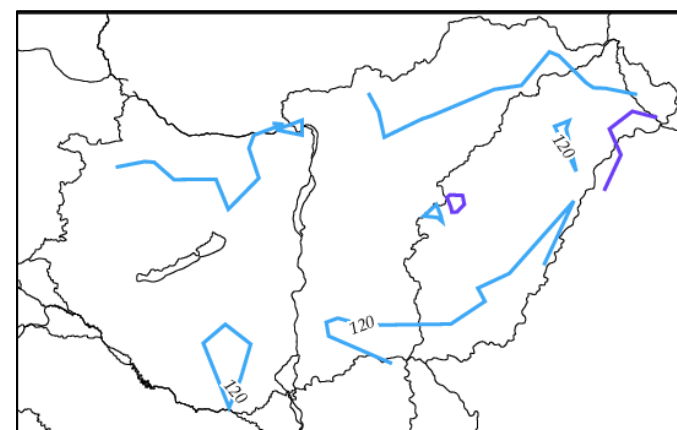
1960



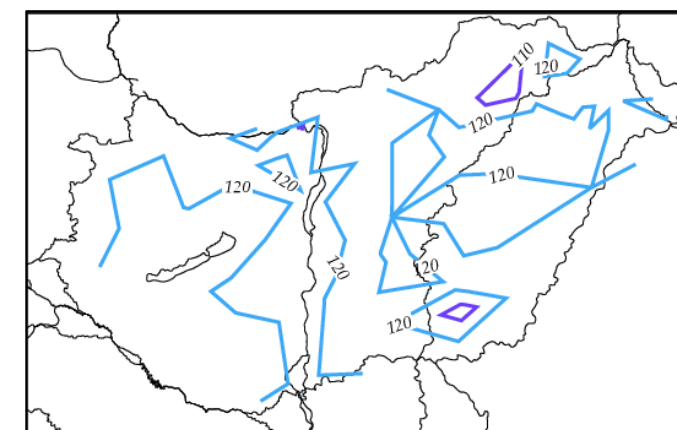
1961



1962

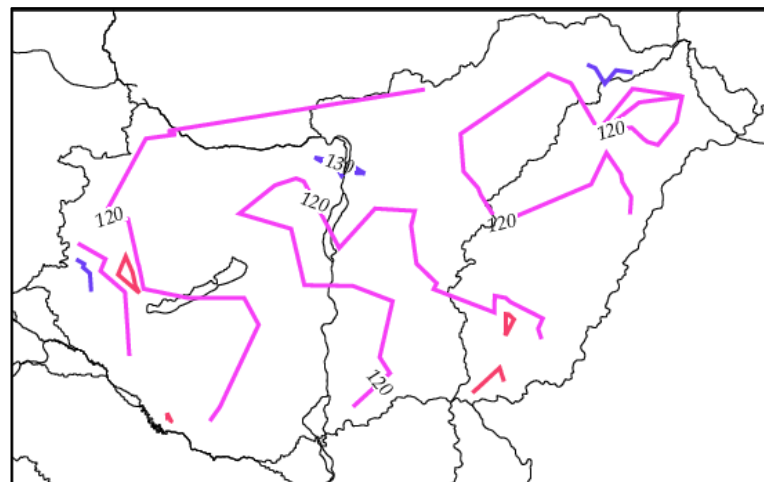


1963

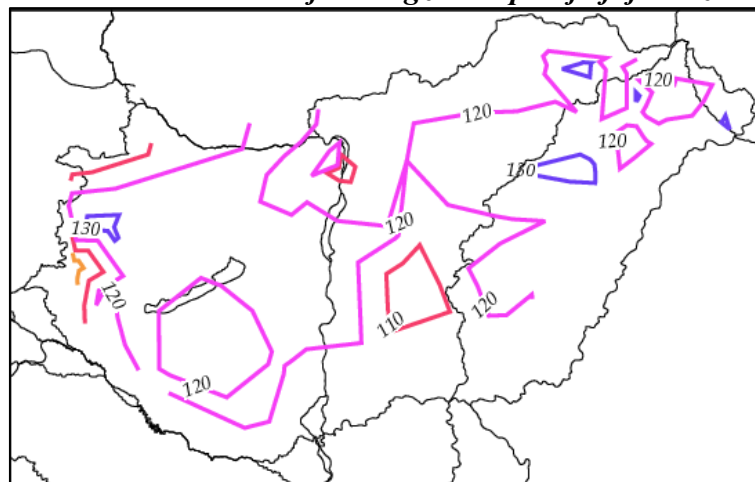


1964

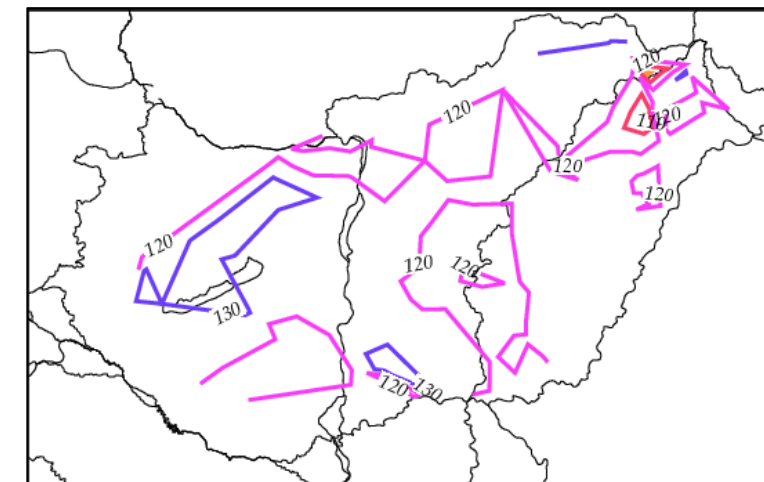
5. melléklet *A teljes virágzás időpontja fajták szerint*



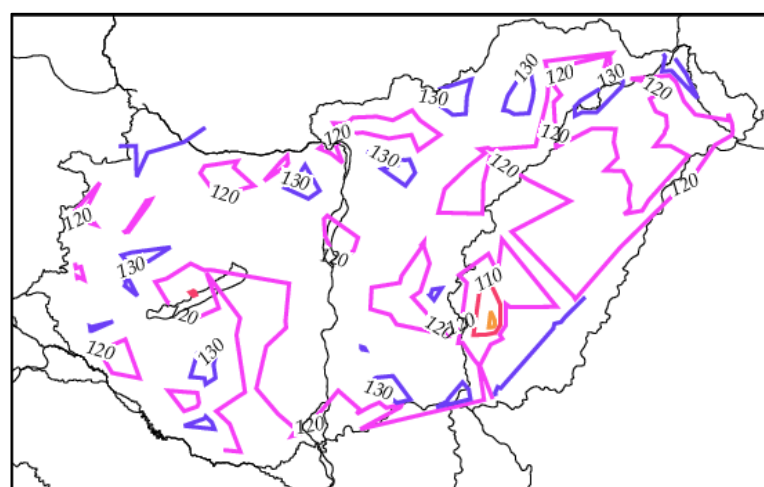
Asztraháni piros



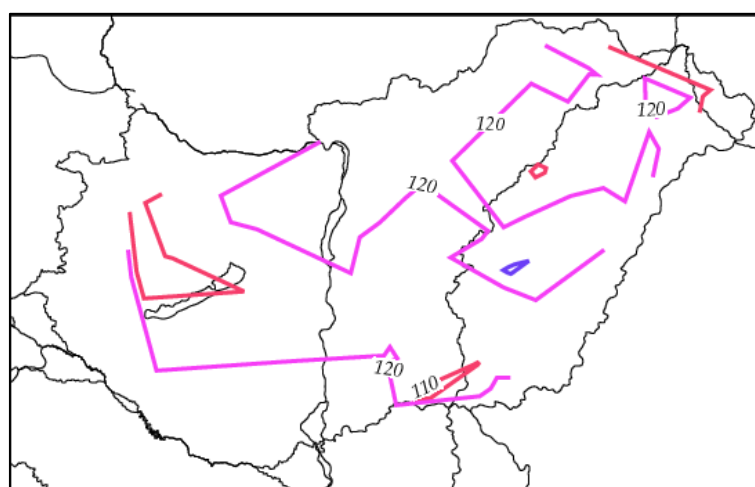
Batul



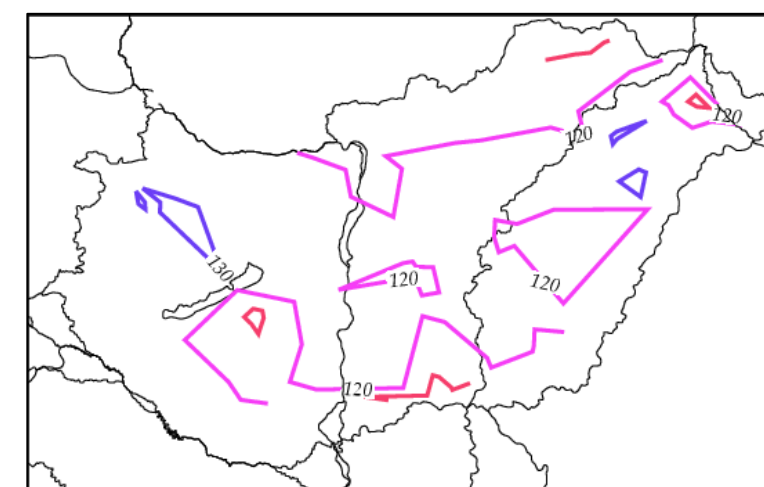
Húsvéti rozmaring



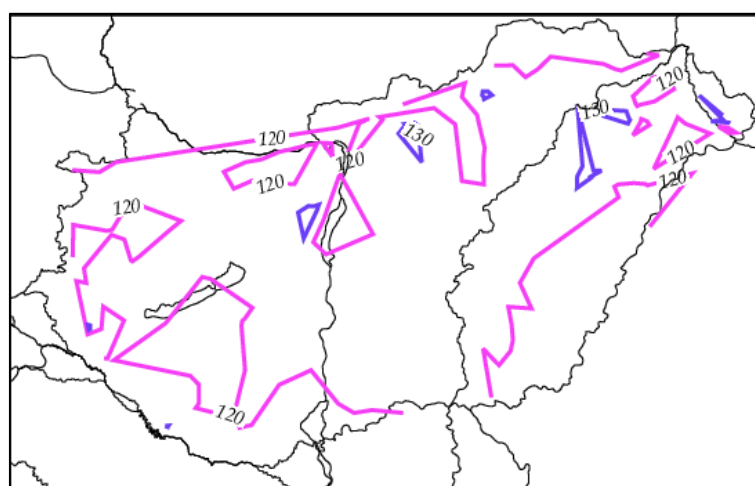
Jonathan



Nyári fontos

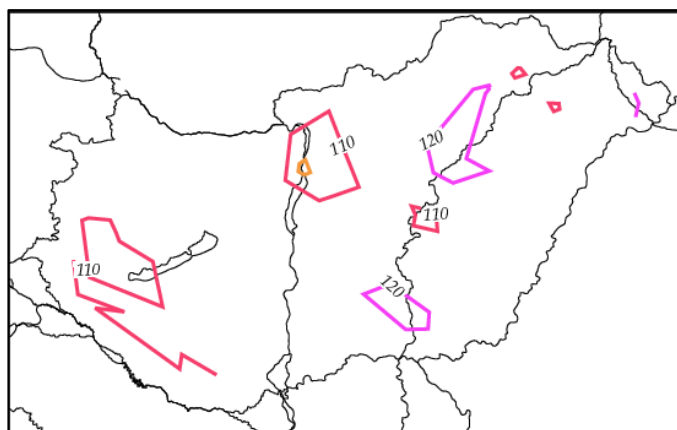


Starking

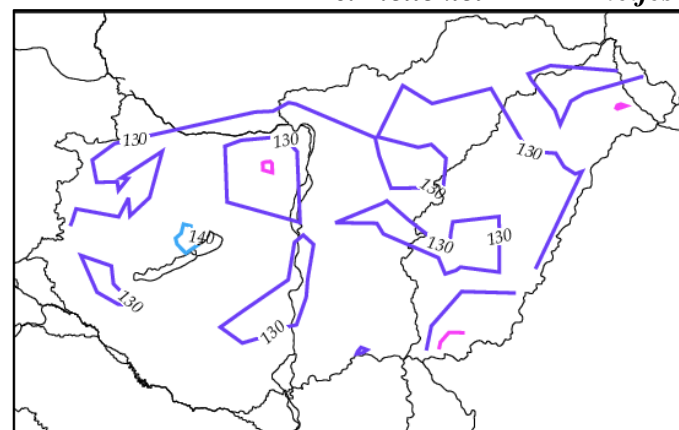


Téli aranyparmén

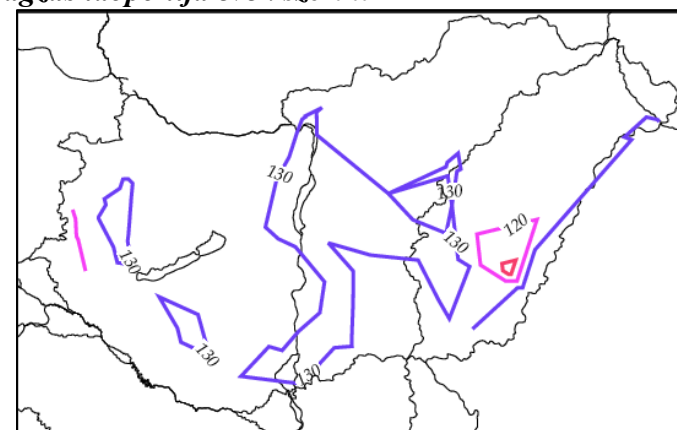
6. melléklet A teljes virágzás időpontja évek szerint



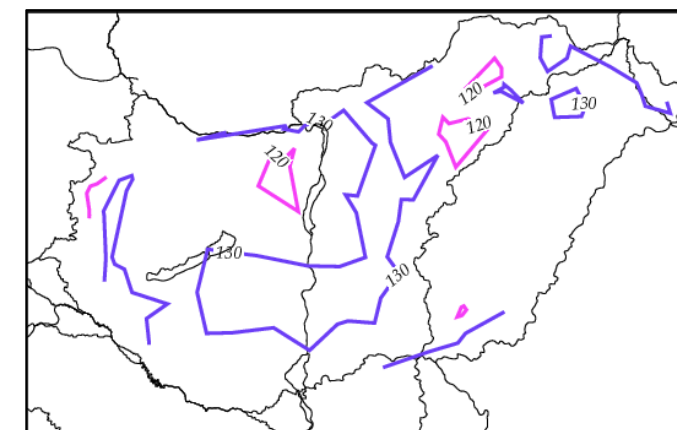
1953



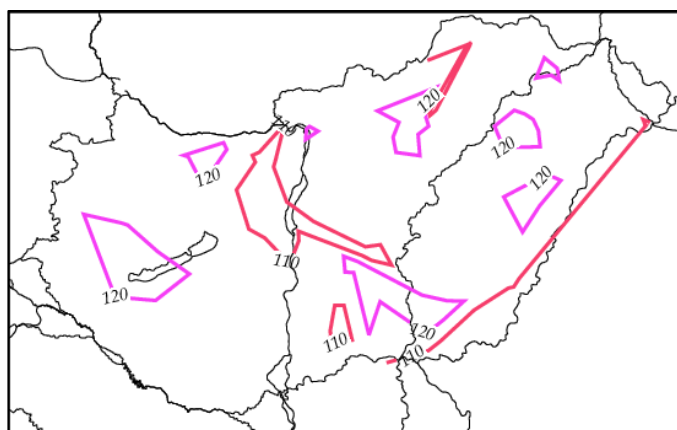
1954



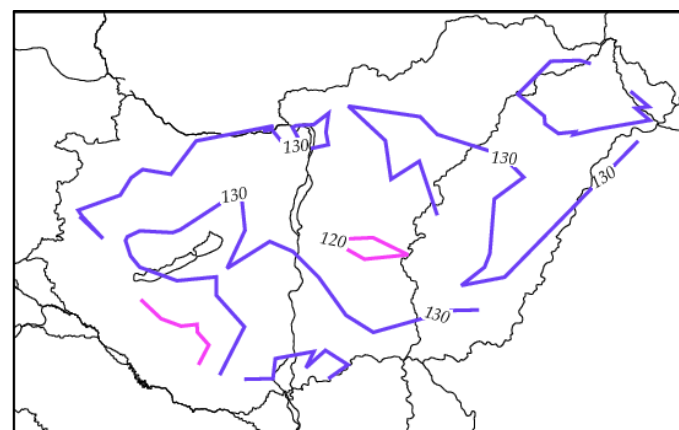
1955



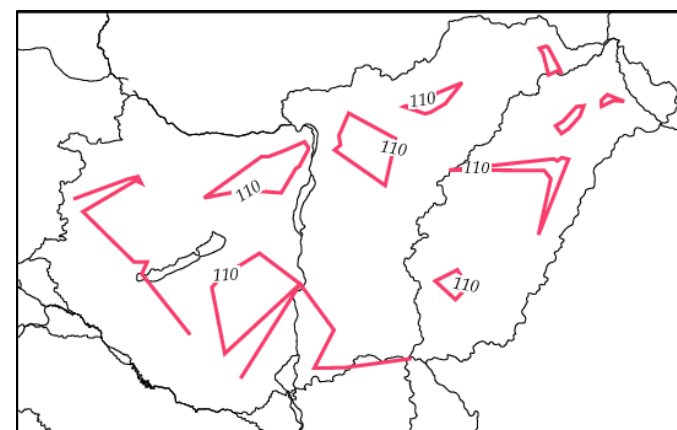
1956



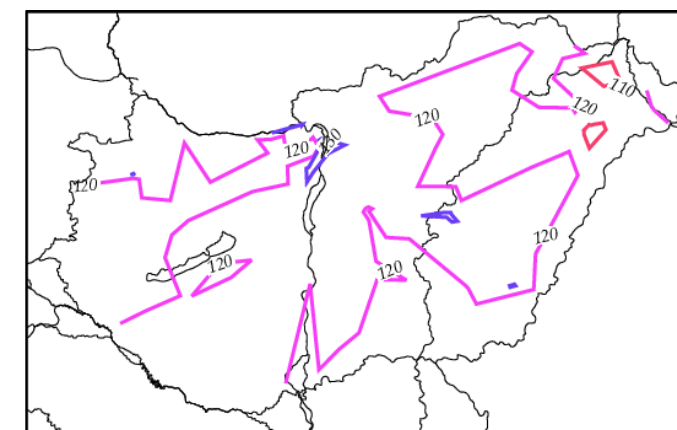
1957



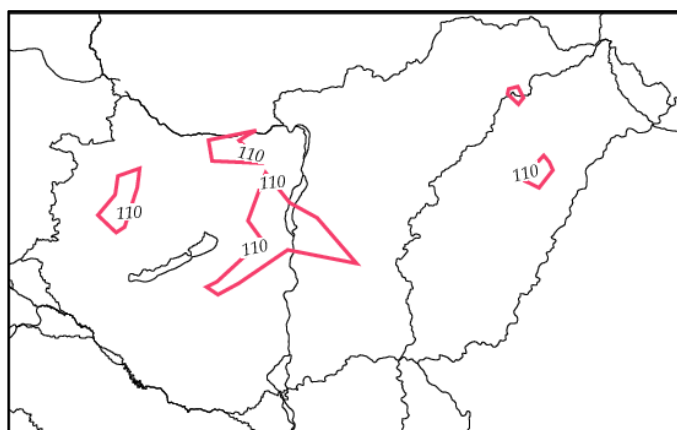
1958



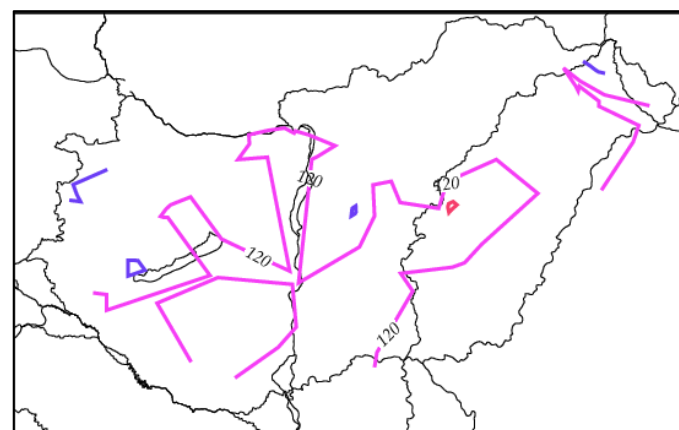
1959



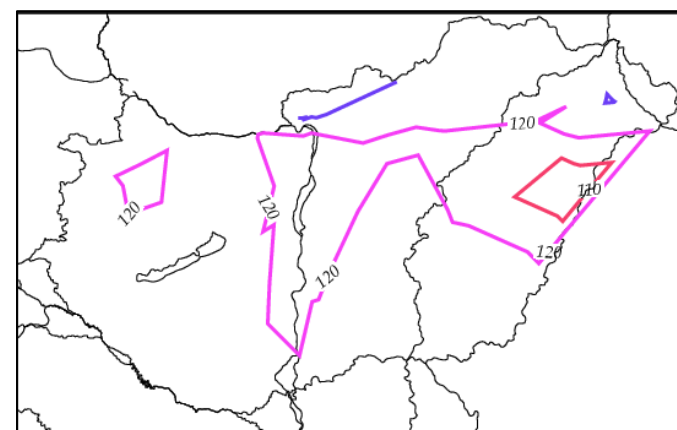
1960



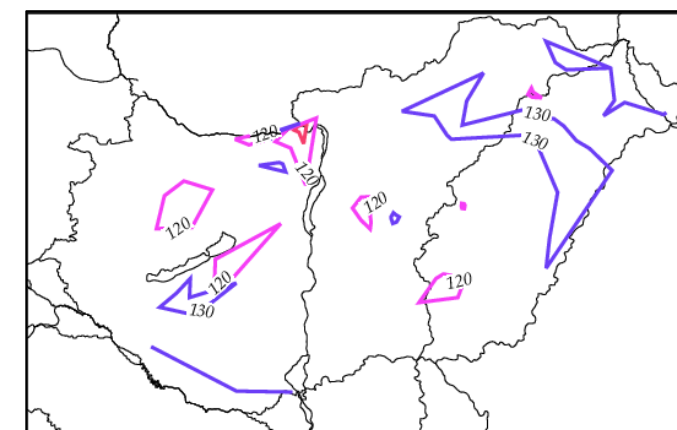
1961



1962

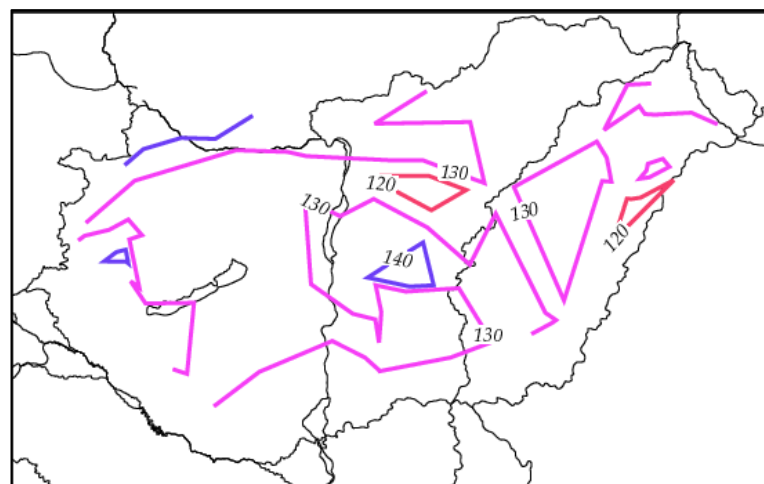


1963

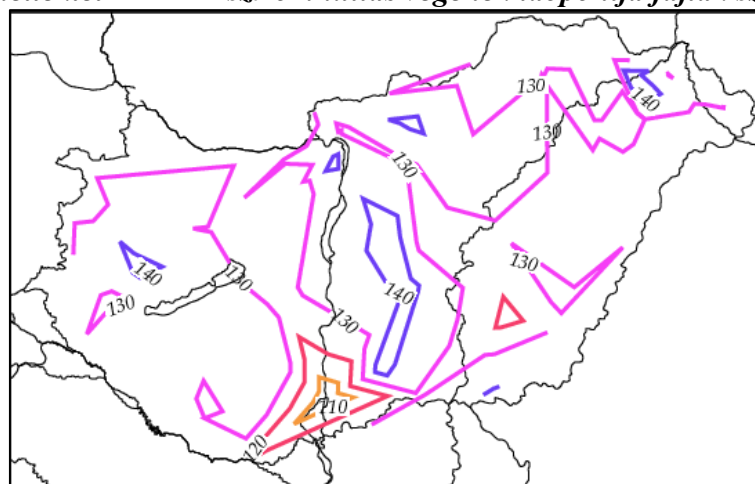


1964

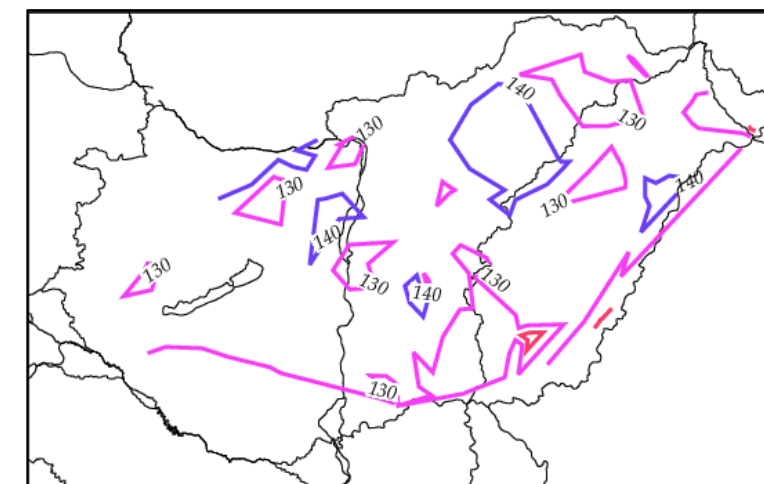
7. melléklet *A szíromhullás végének időpontja fajták szerint*



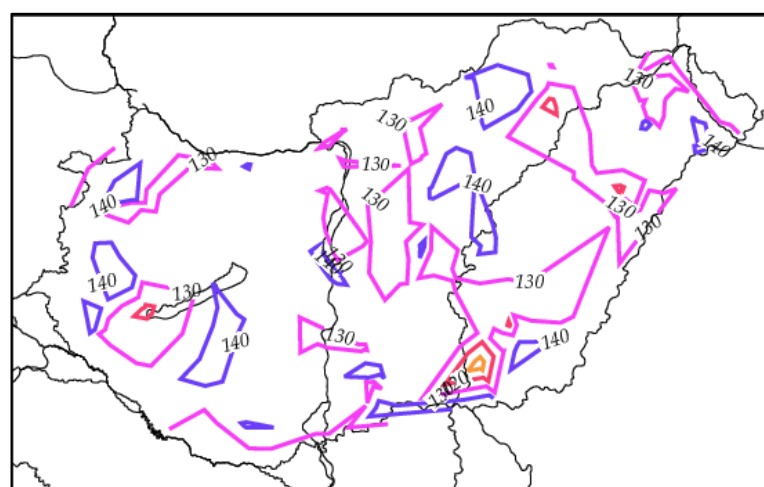
Asztraháni piros



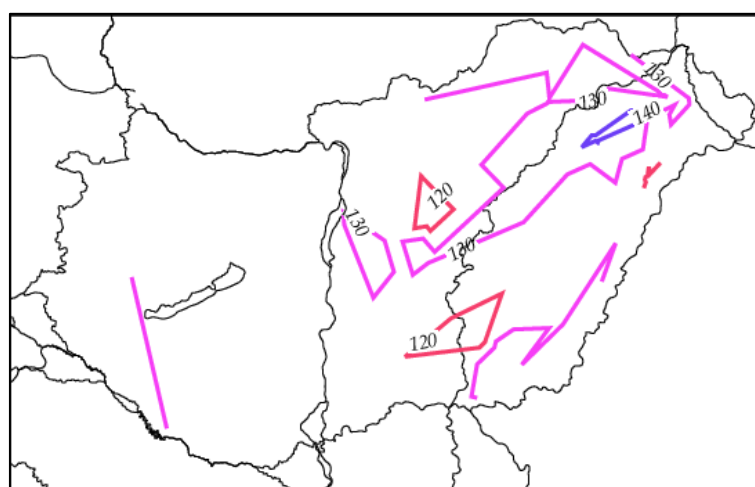
Batul



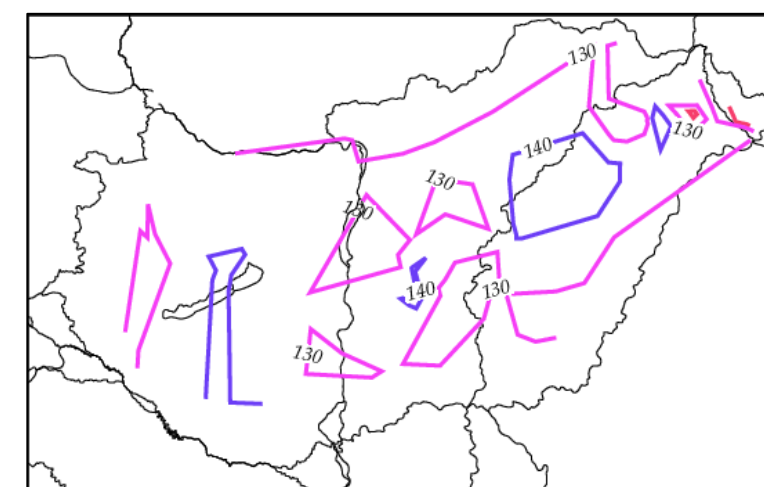
Húsvéti rozmaring



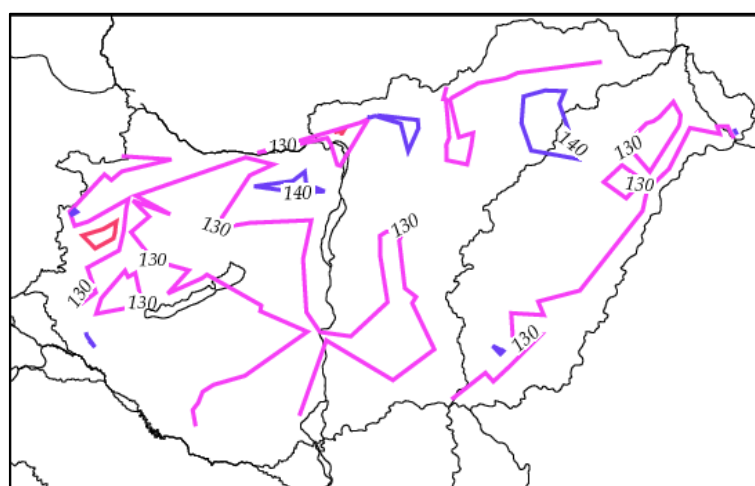
Jonathan



Nyári fontos

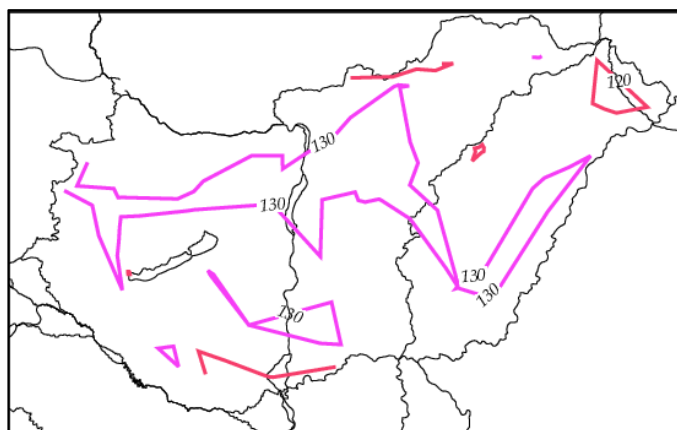


Starking

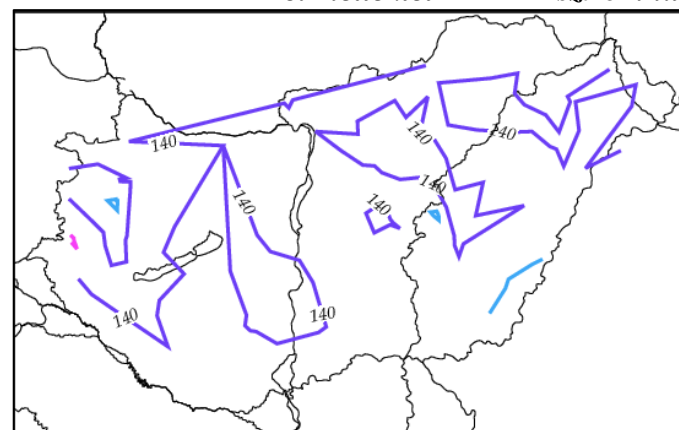


Téli aranyparmen

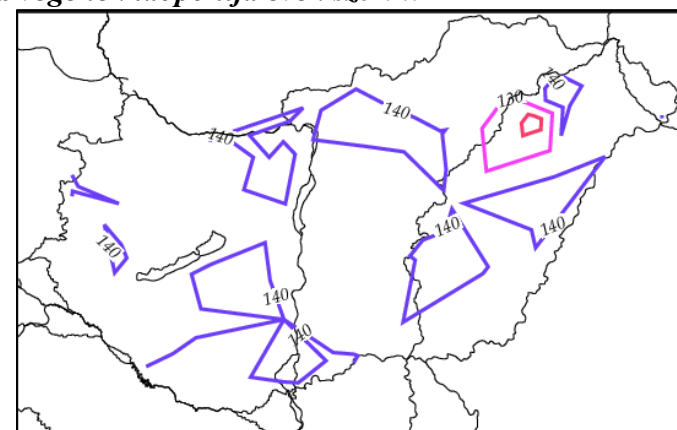
8. melléklet A szíromhullás végének időpontja évek szerint



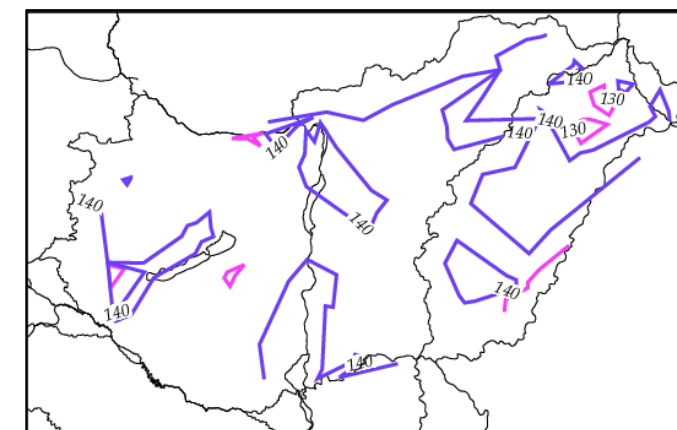
1953



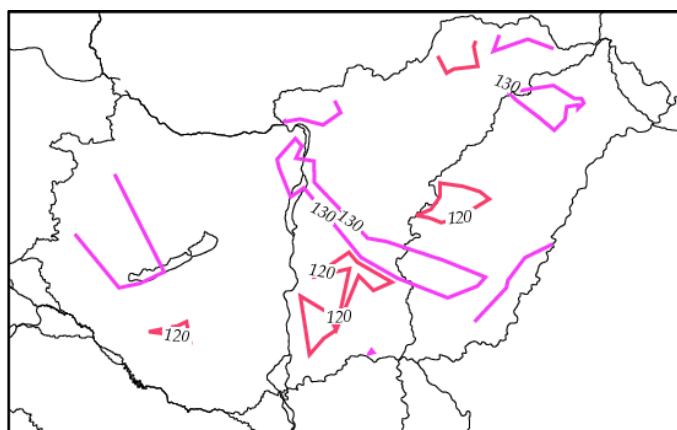
1954



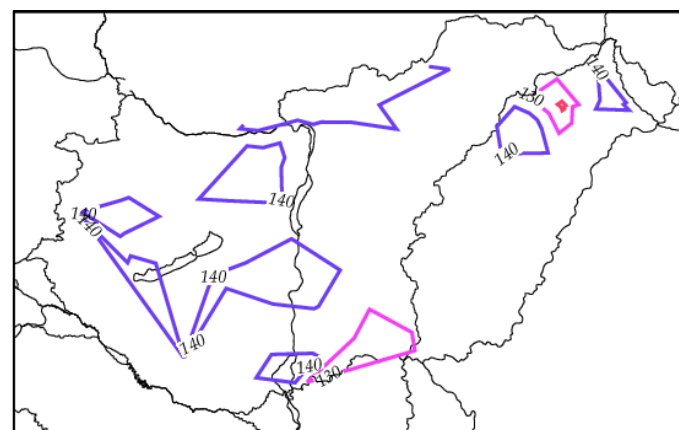
1955



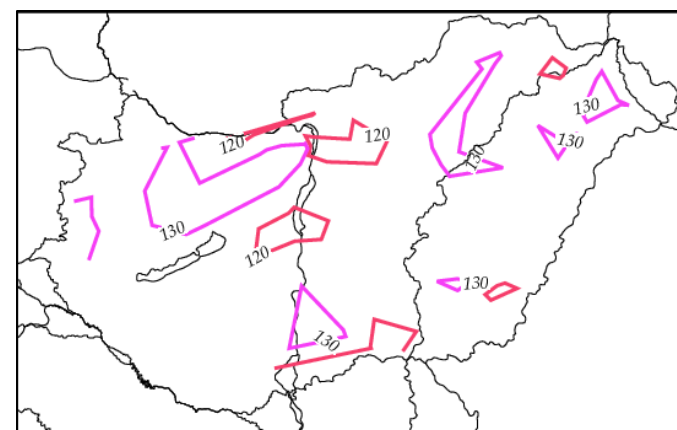
1956



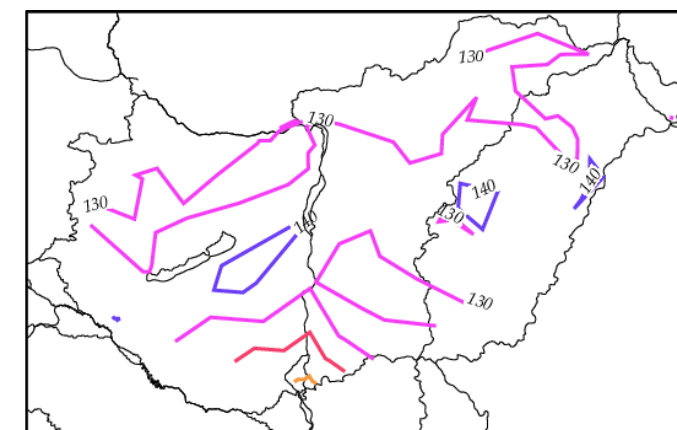
1957



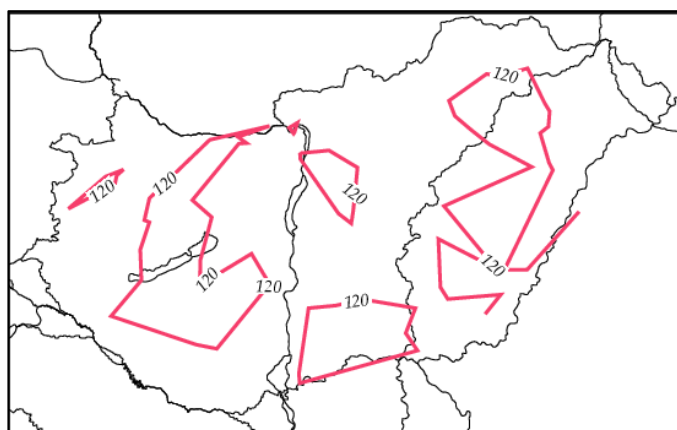
1958



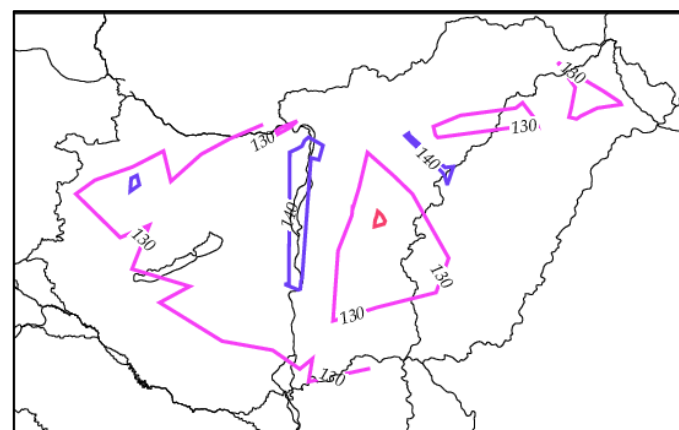
1959



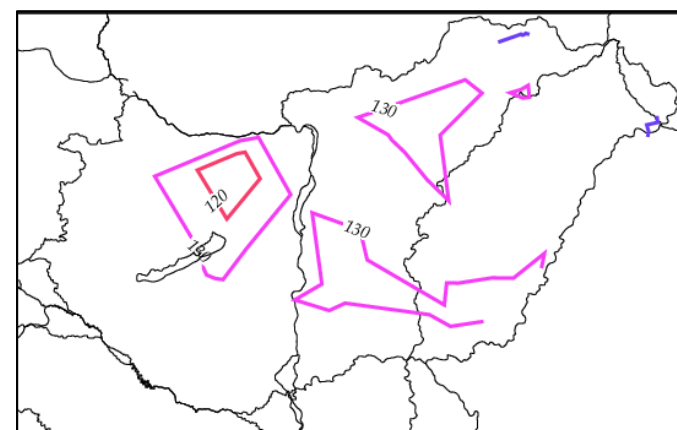
1960



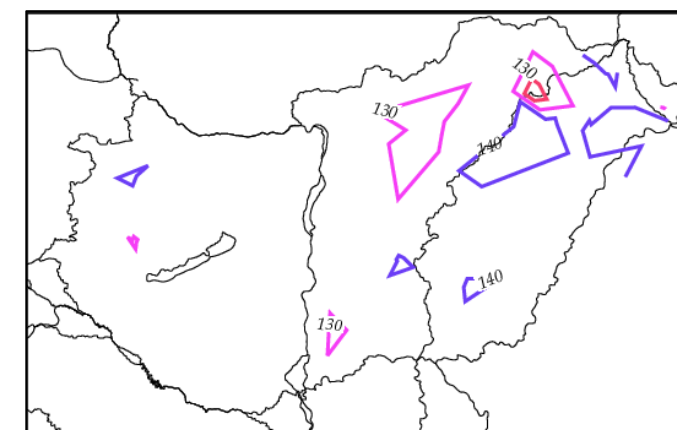
1961



1962

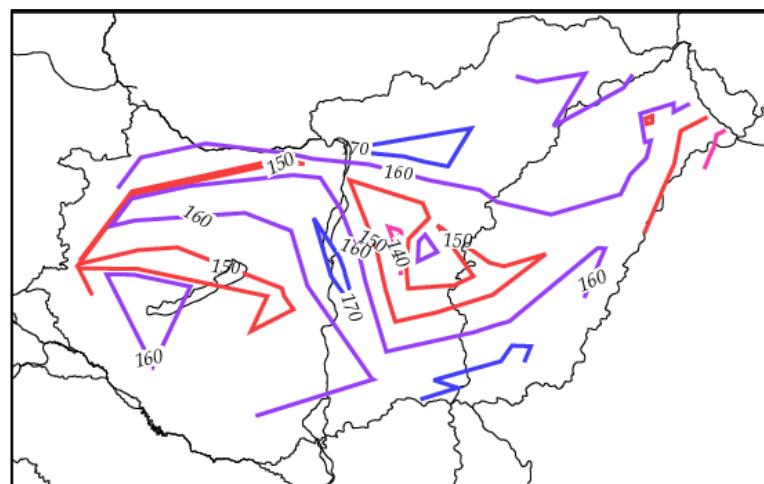


1963

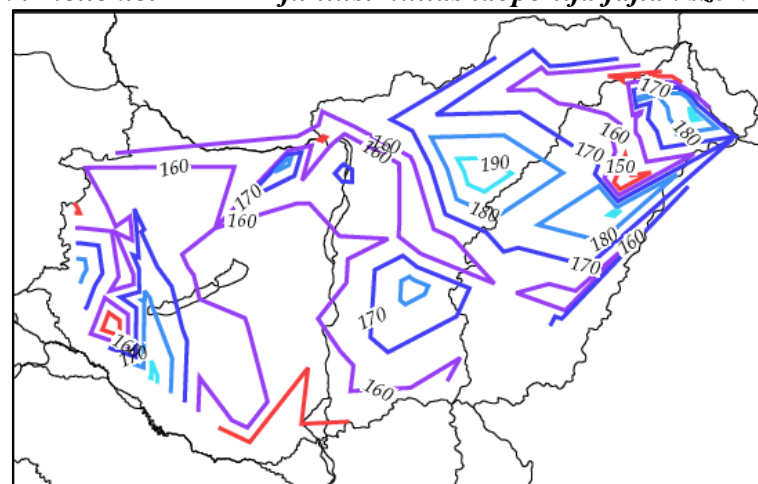


1964

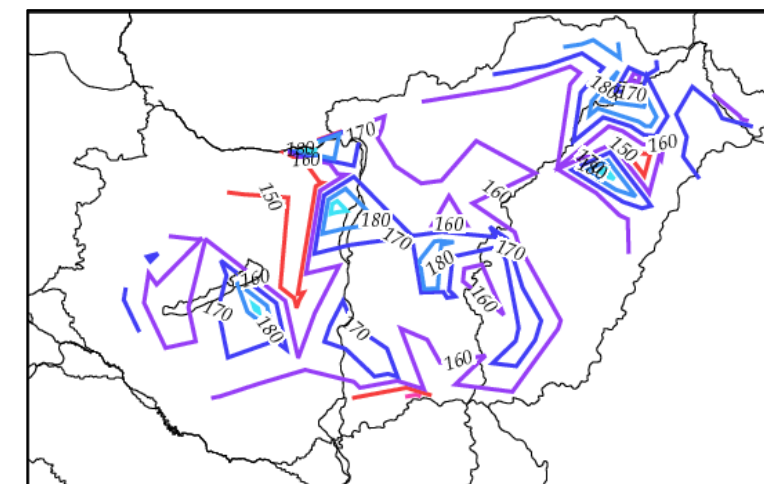
9. melléklet *A júniusi hullás időpontja fajták szerint*



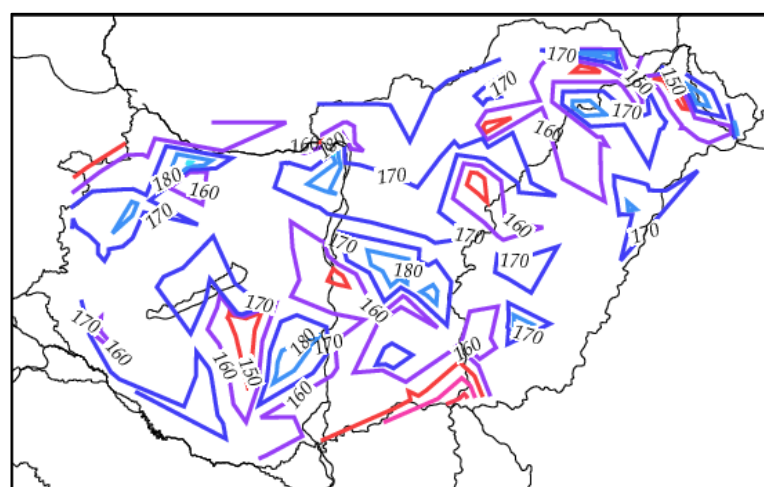
Asztraháni piros



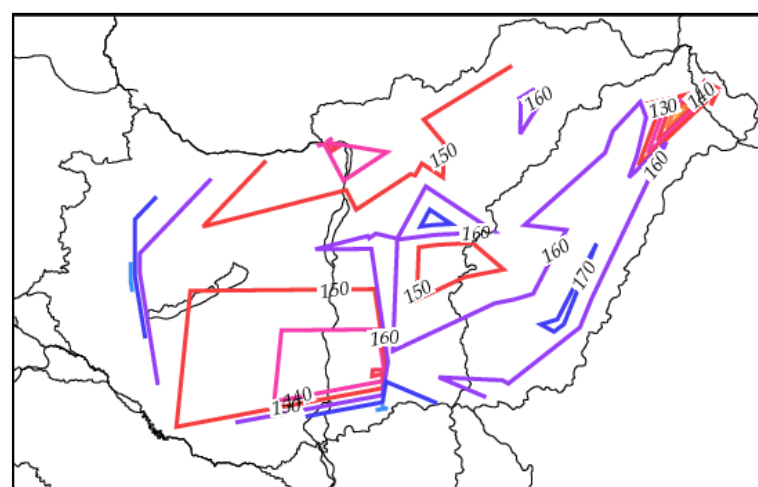
Batul



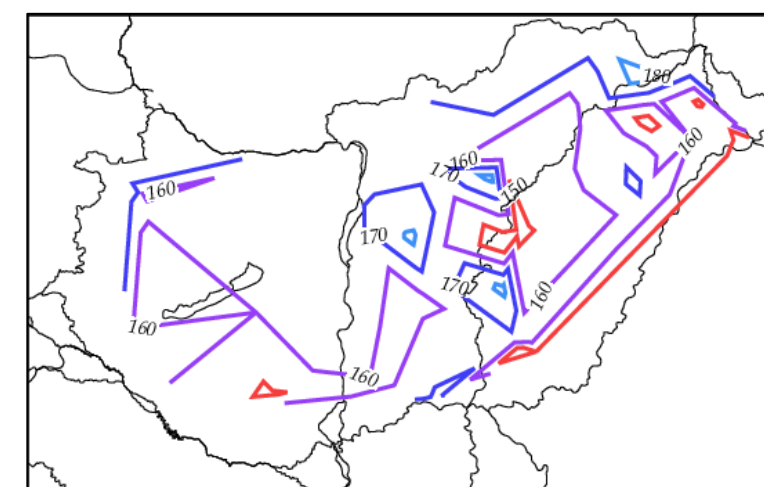
Húsvéti rozmaring



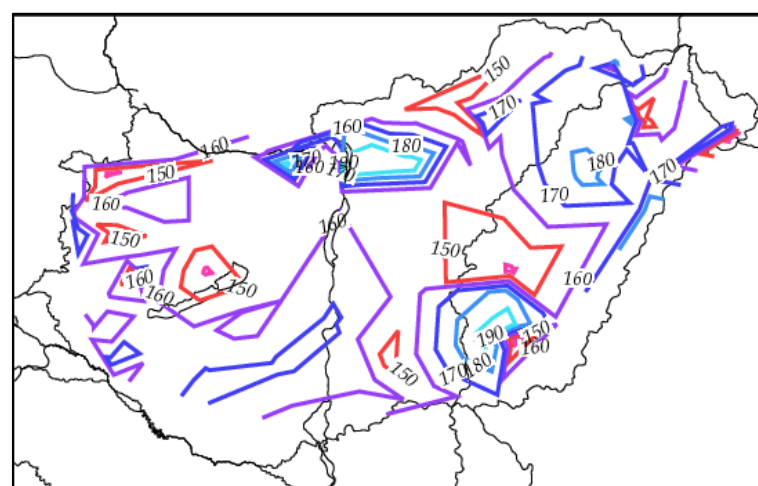
Jonathan



Nyári fontos

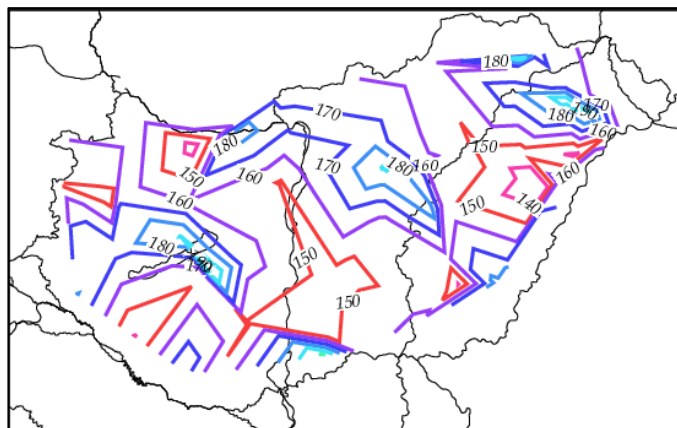


Starking

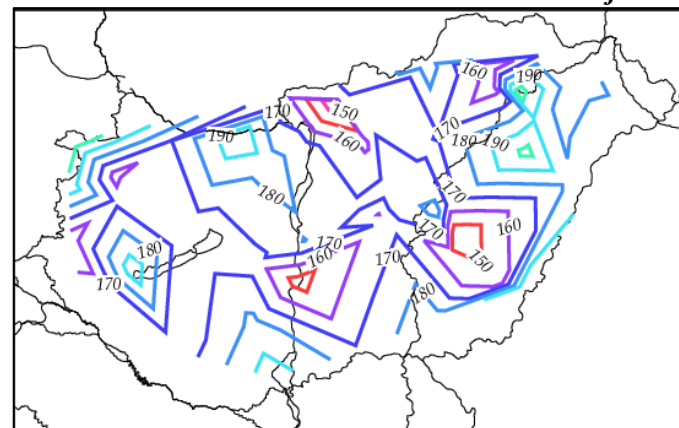


Téli aranyparmen

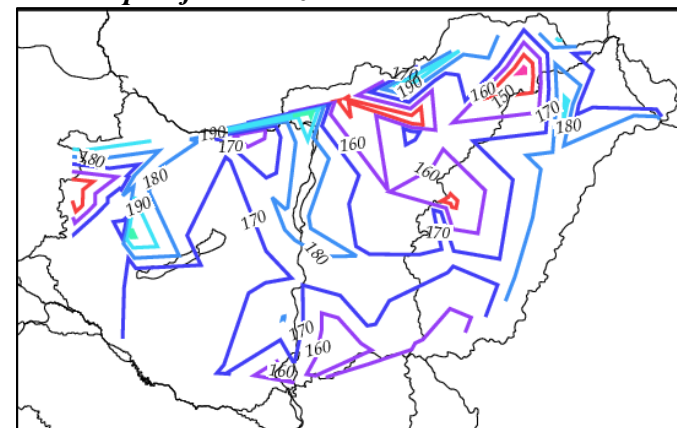
10. melléklet A júniusi hullás időpontja évek szerint



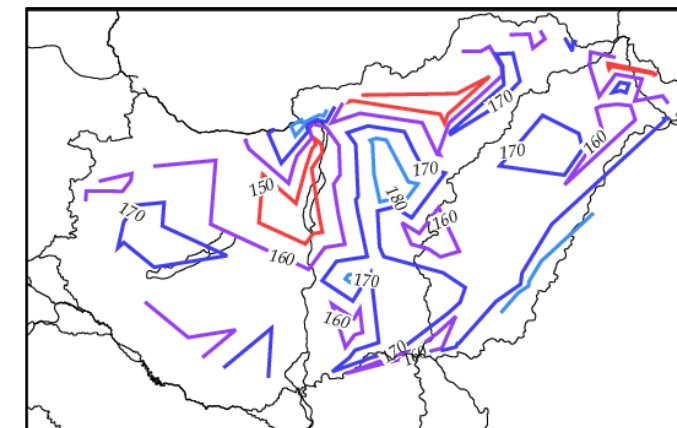
1953



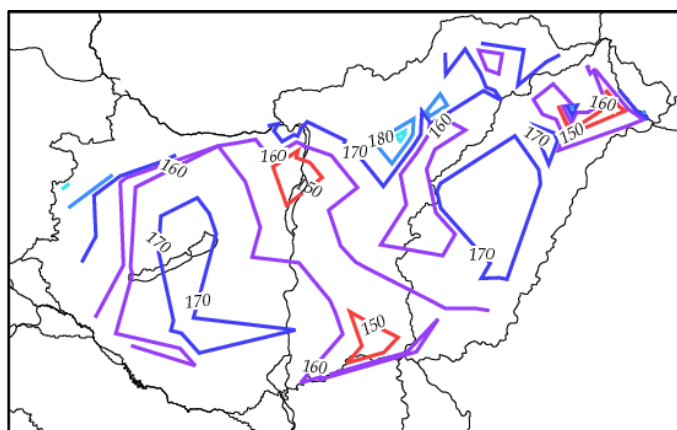
1954



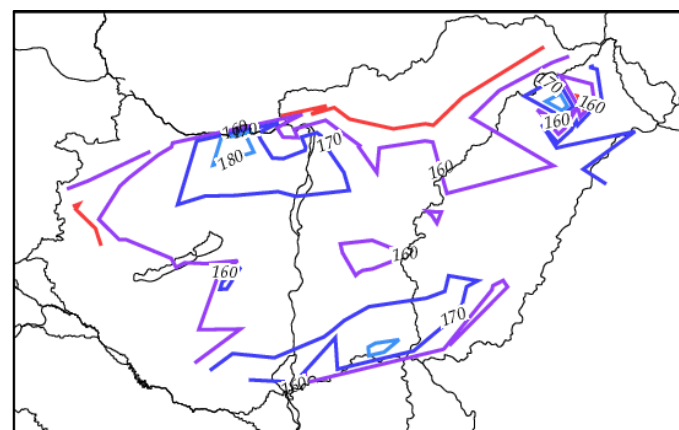
1955



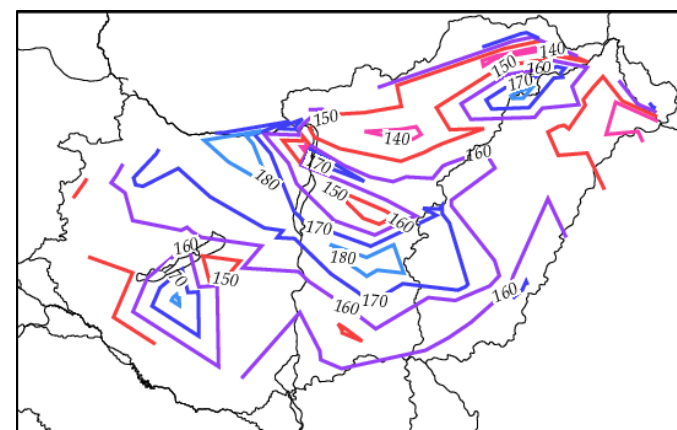
1956



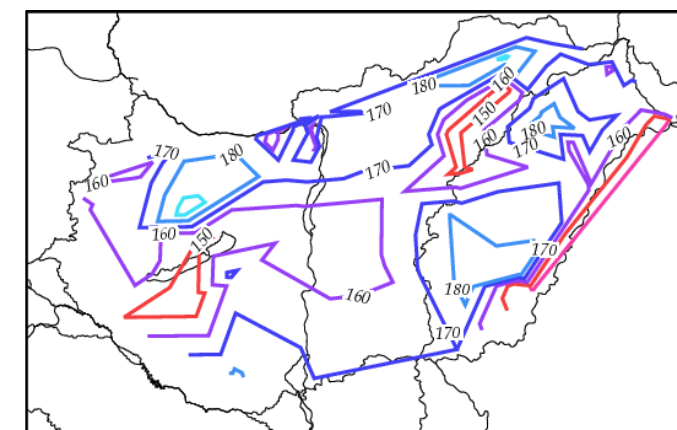
1957



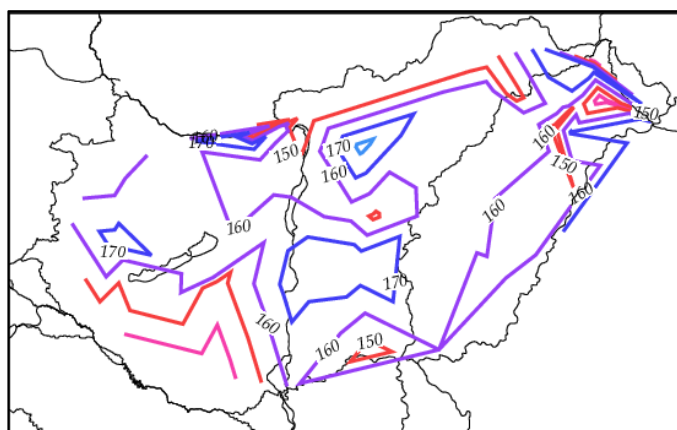
1958



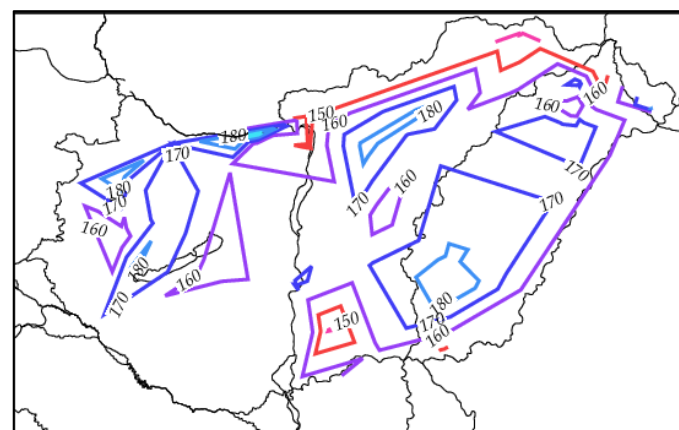
1959



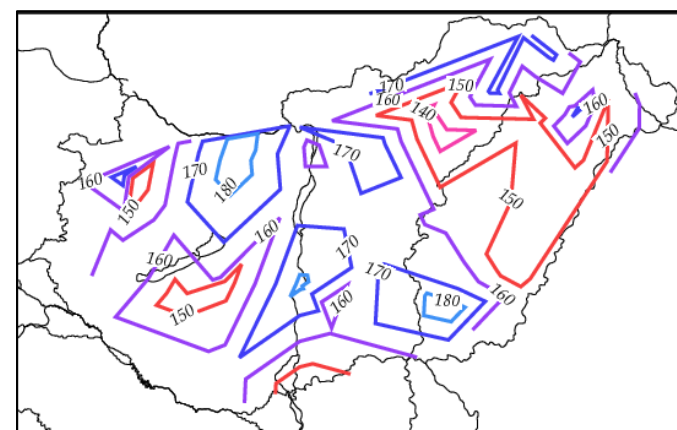
1960



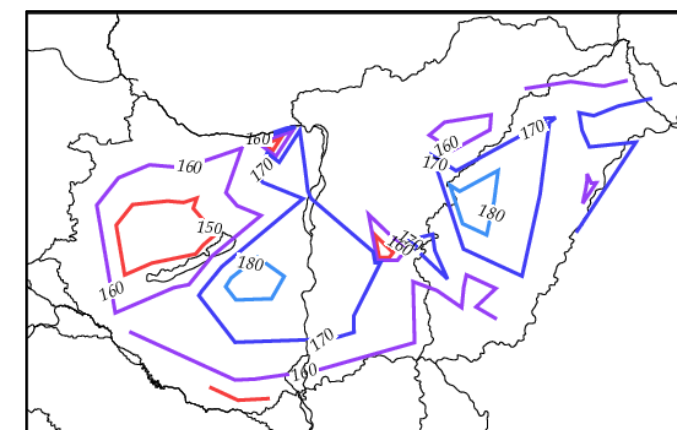
1961



1962

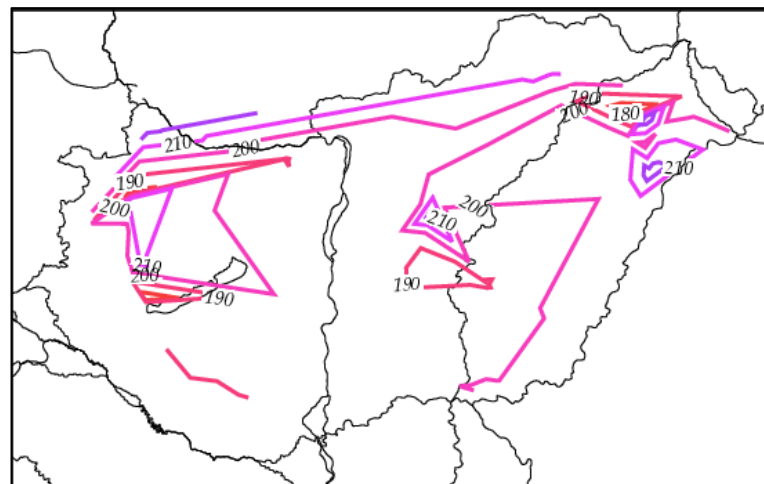


1963

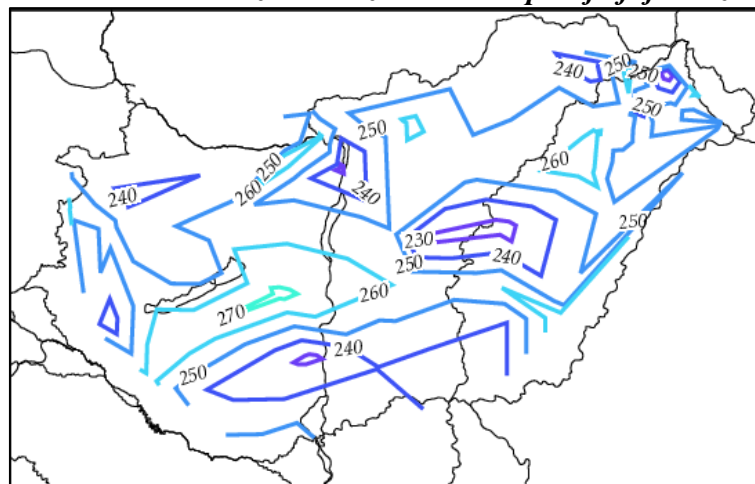


1964

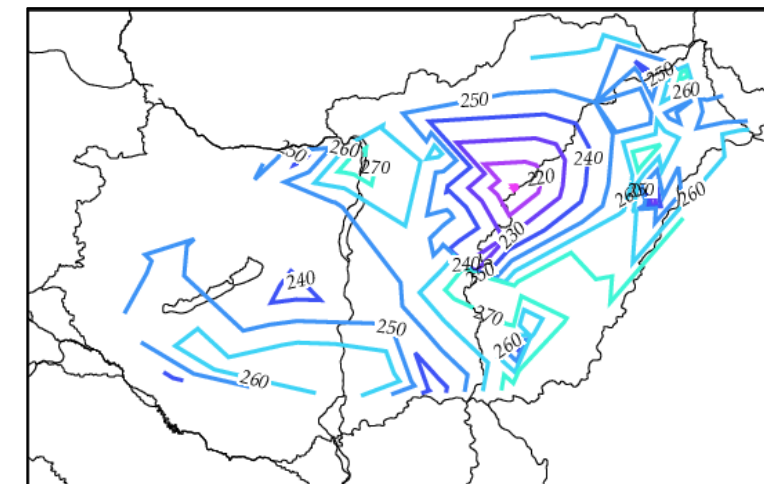
11. melléklet Az érés kezdetének időpontja fajták szerint



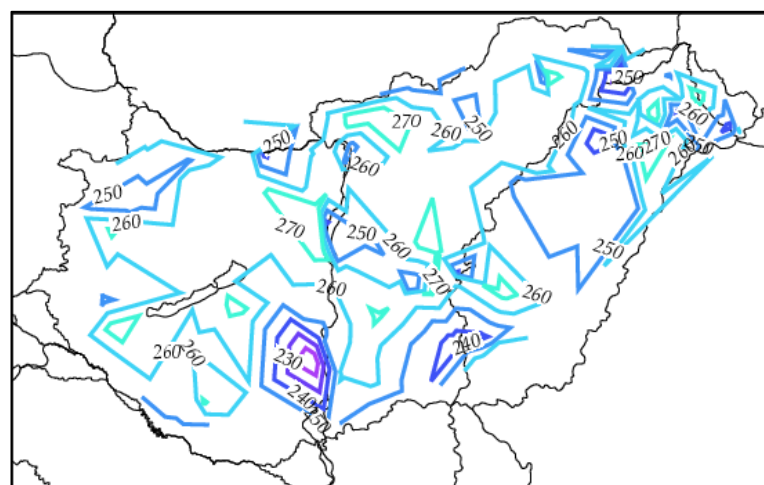
Asztraháni piros



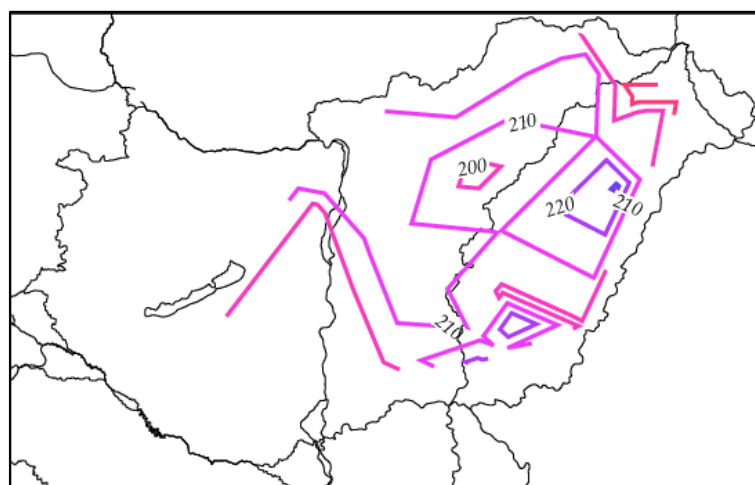
Batul



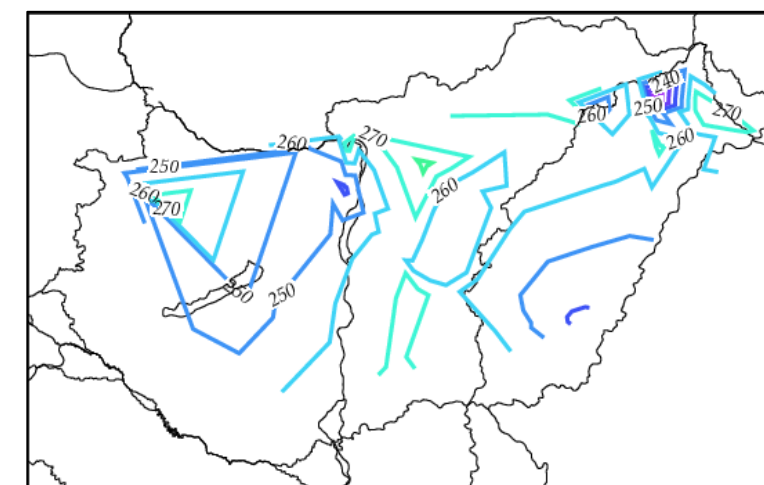
Húsvéti rozmaring



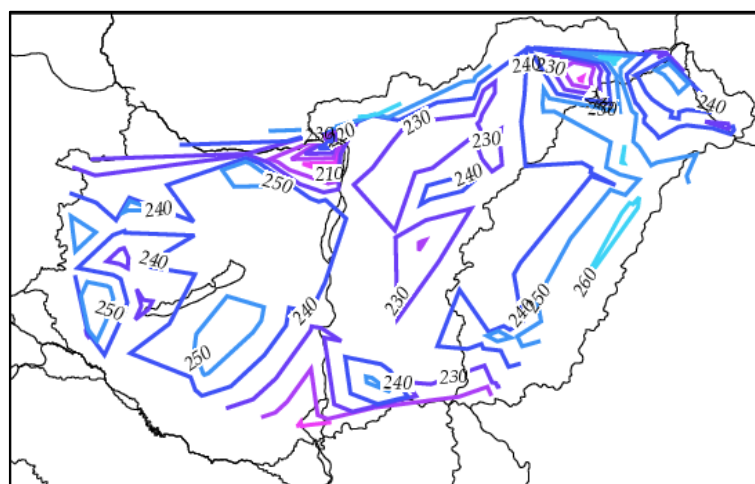
Jonathan



Nyári fontos

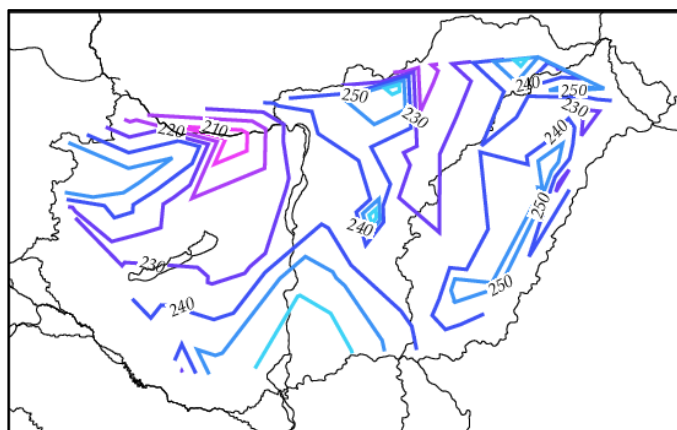


Starking

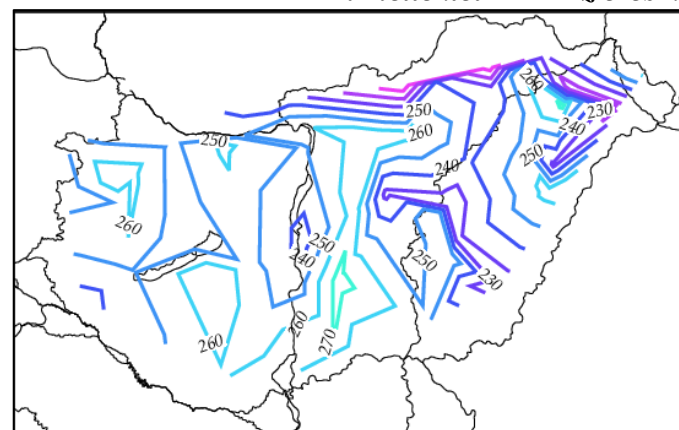


Téli aranyparmén

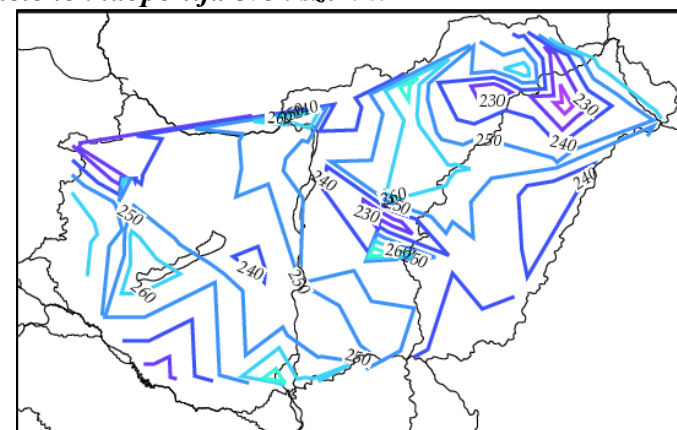
12. melléklet Az érés kezdetének időpontja évek szerint



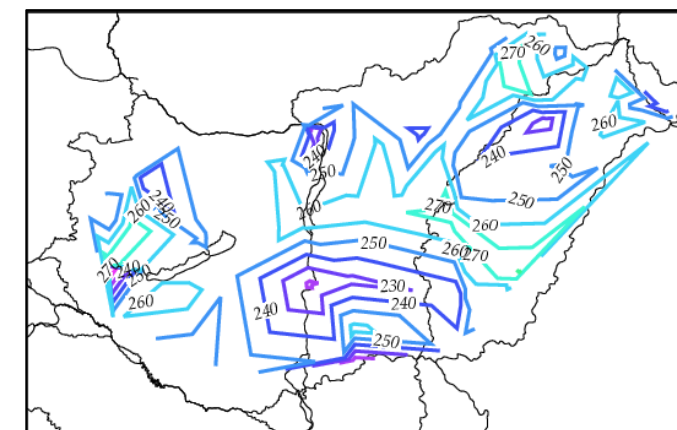
1953



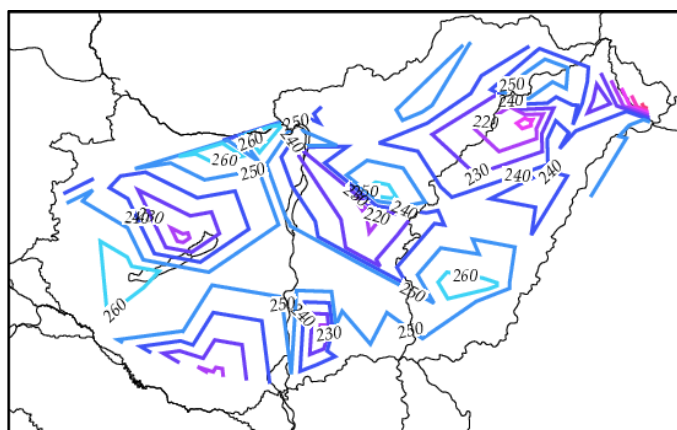
1954



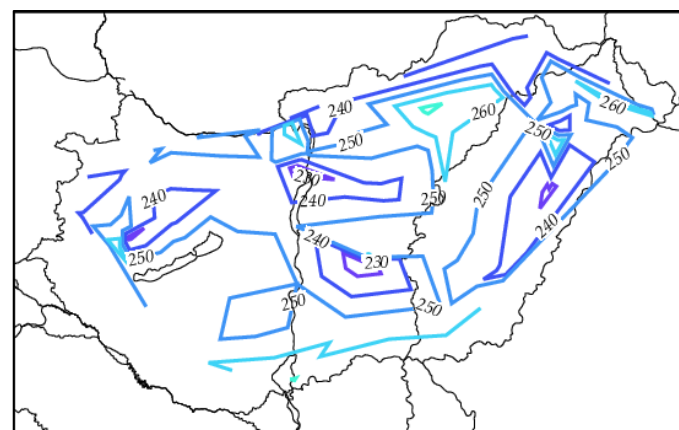
1955



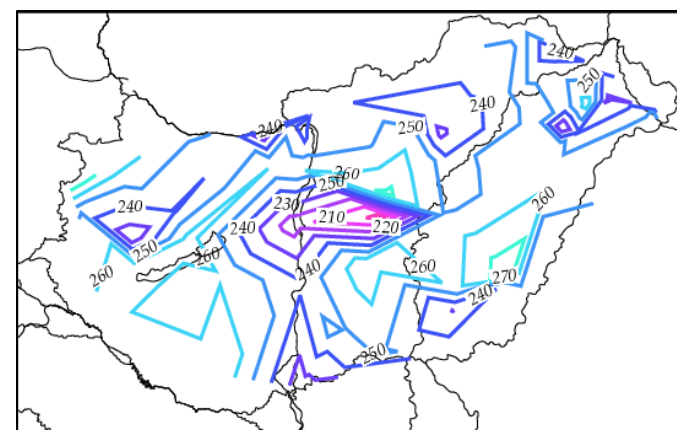
1956



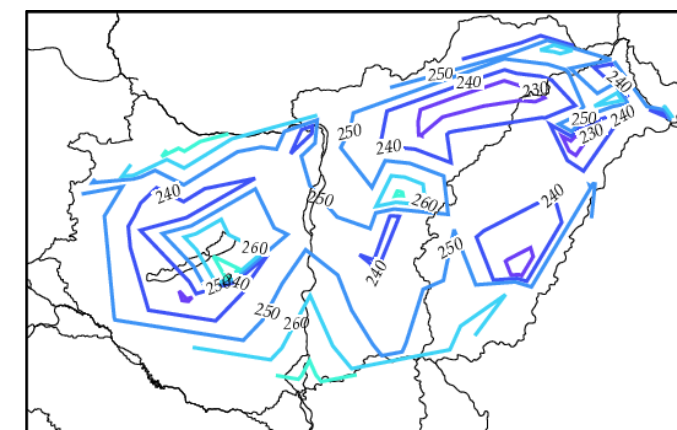
1957



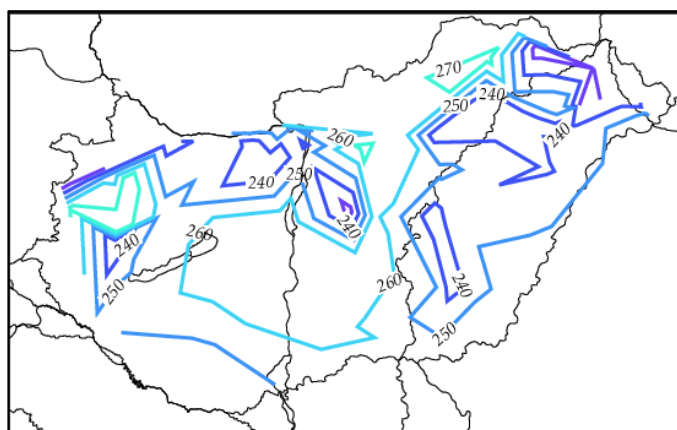
1958



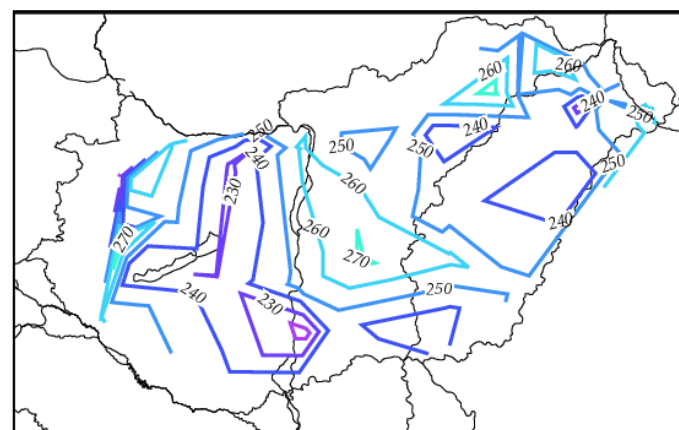
1959



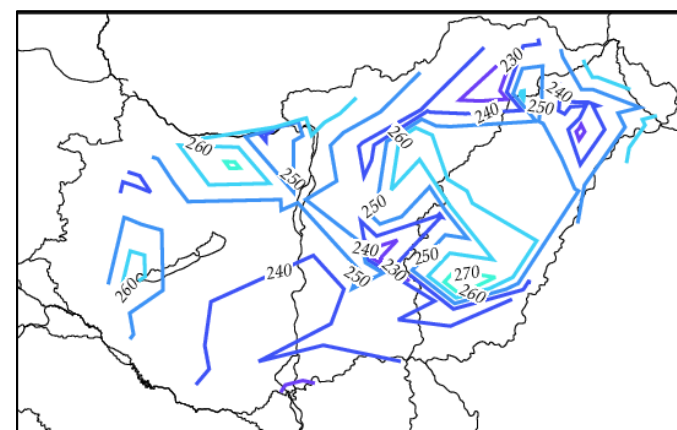
1960



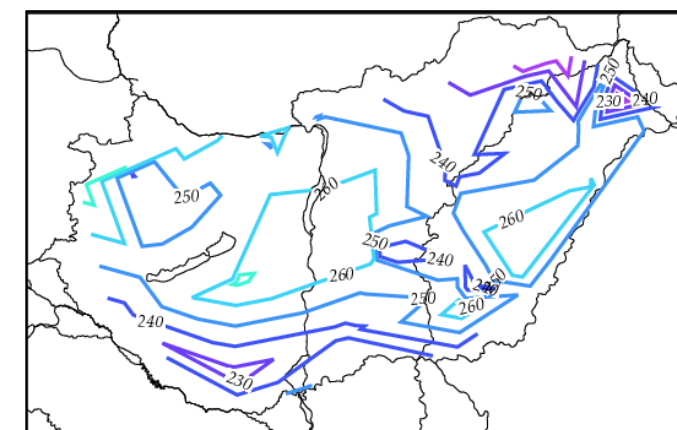
1961



1962

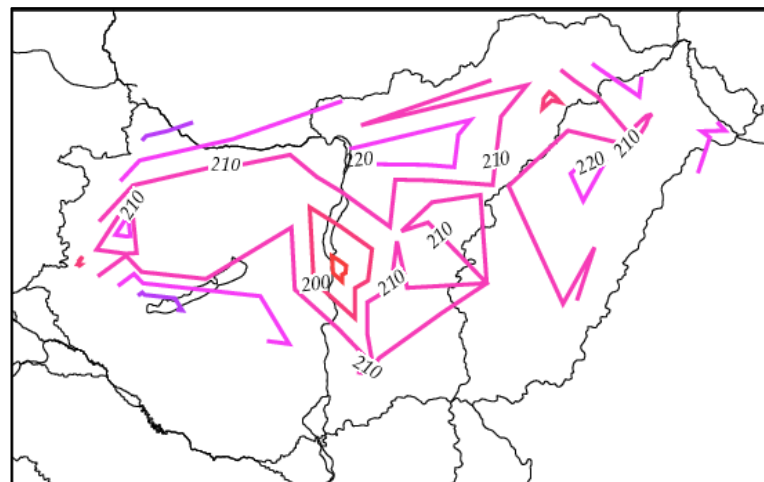


1963

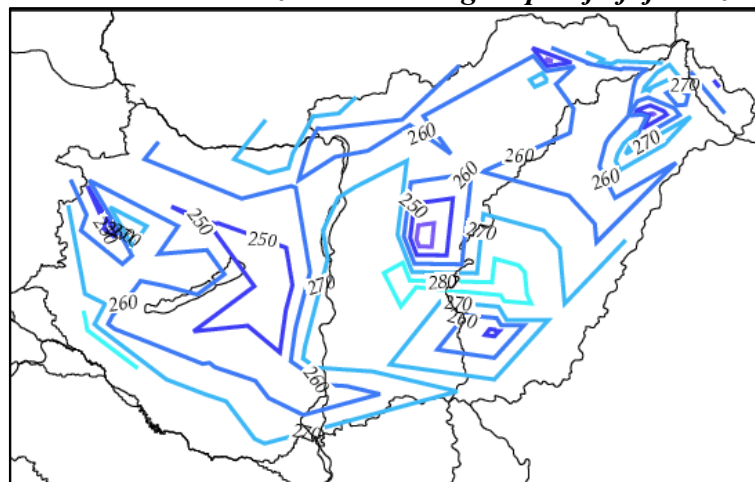


1964

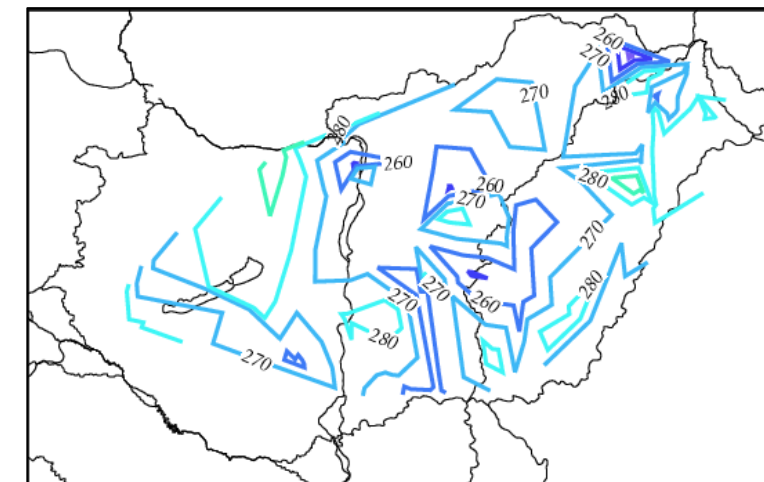
13. melléklet A szedésre érettség időpontja fajták szerint



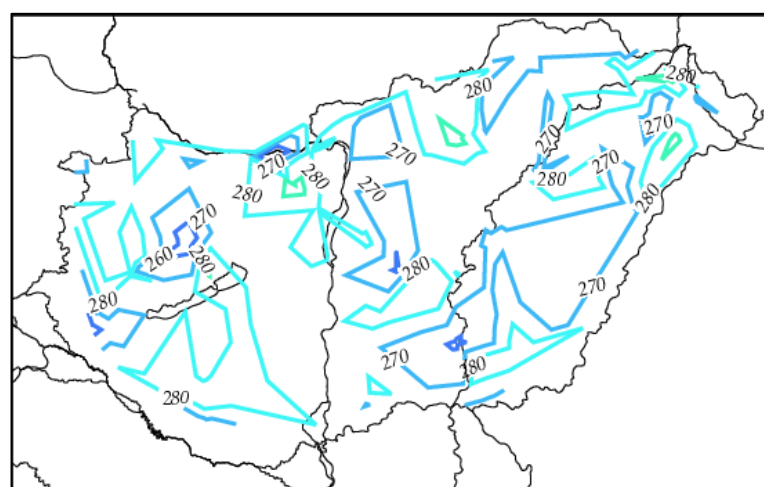
Asztraháni piros



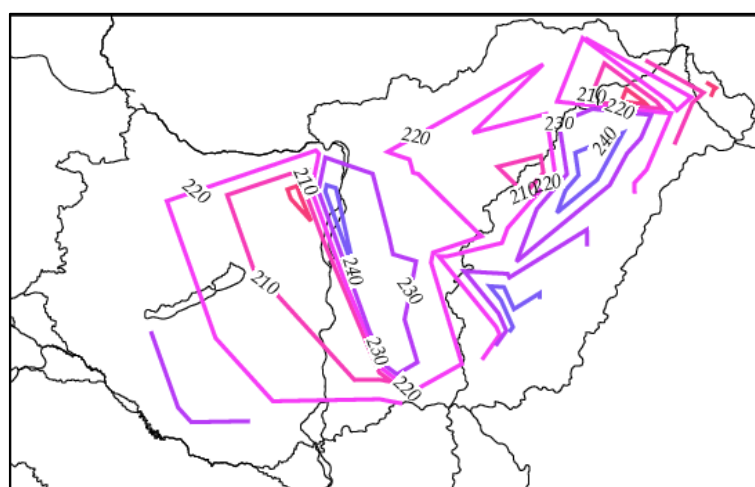
Batul



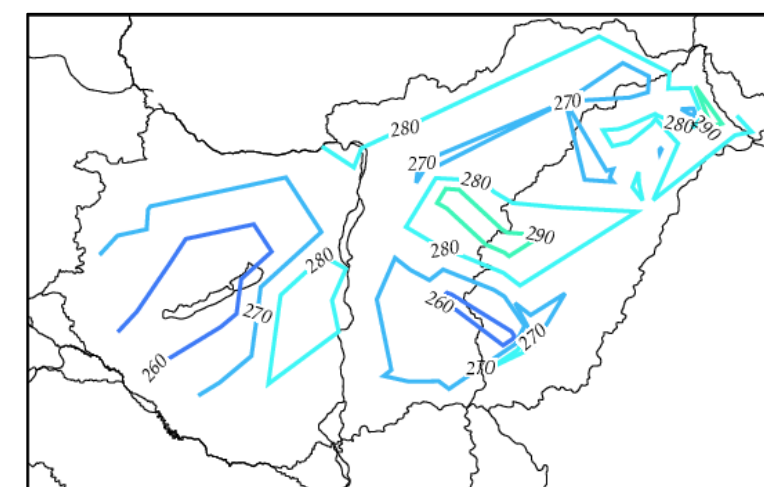
Húsvéti rozmaring



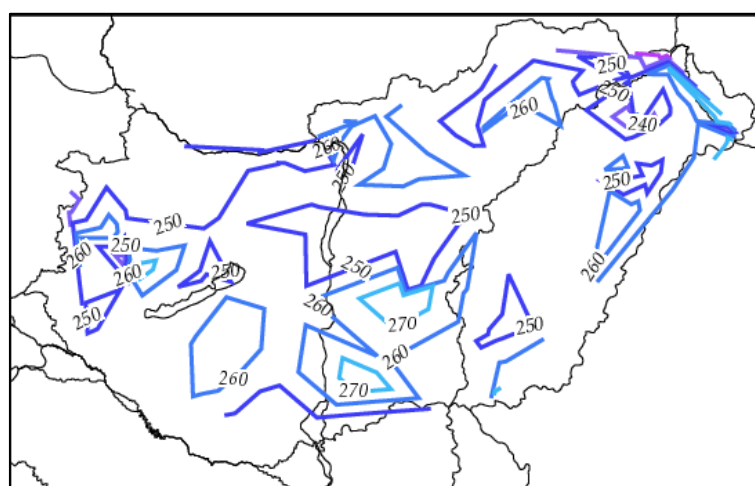
Jonathan



Nyári fontos

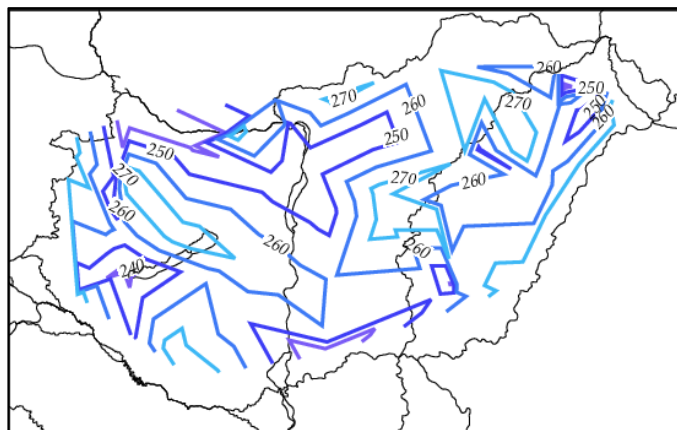


Starking

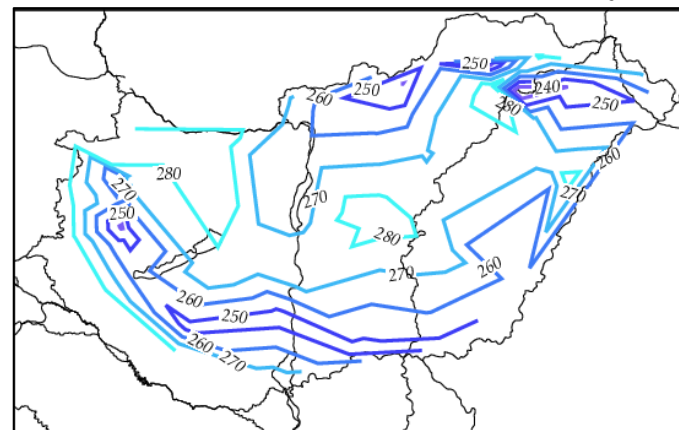


Téli aranyparmen

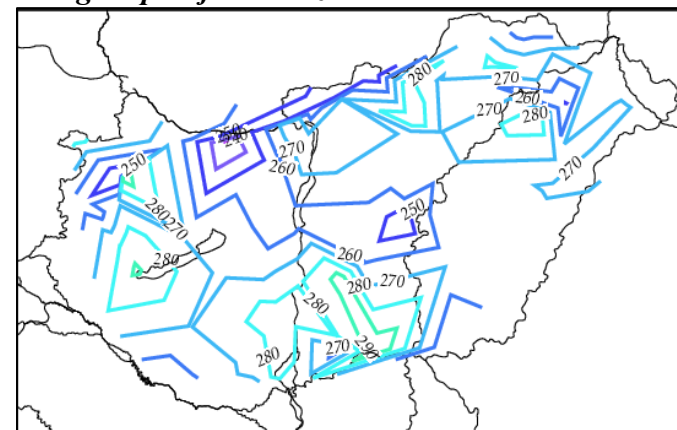
14. melléklet A szedésre érettség időpontja évek szerint



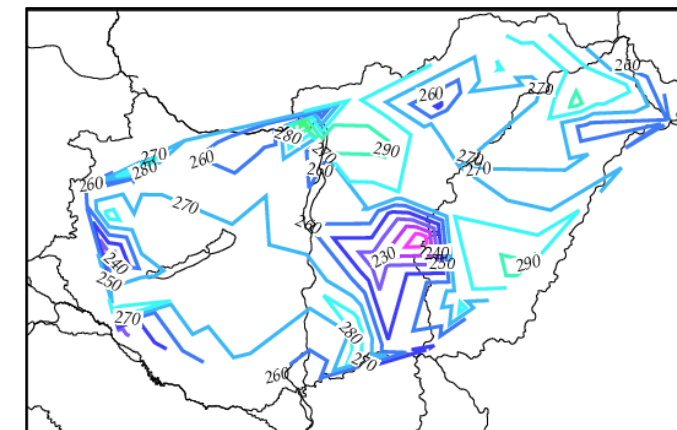
1953



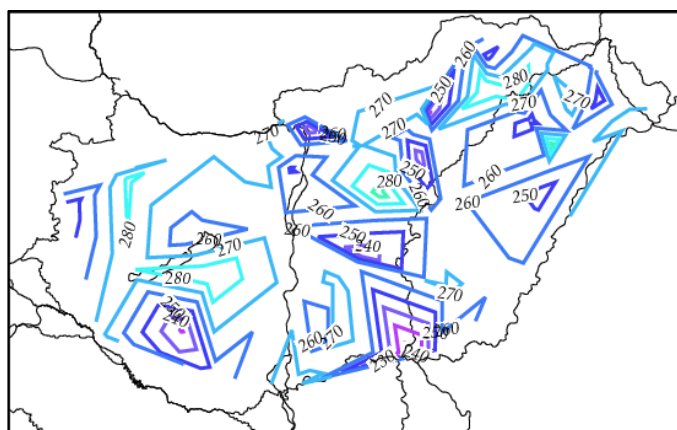
1954



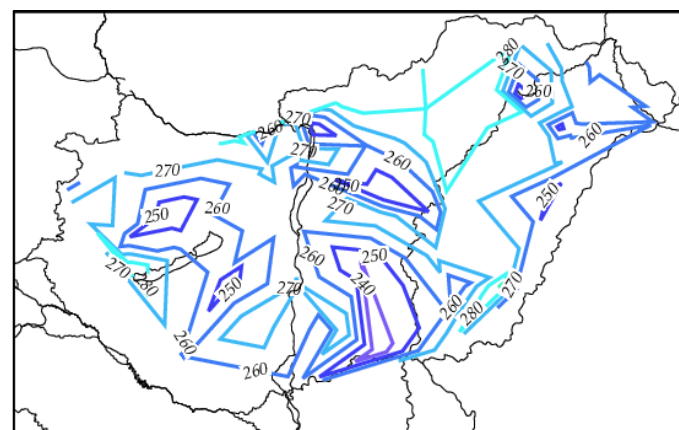
1955



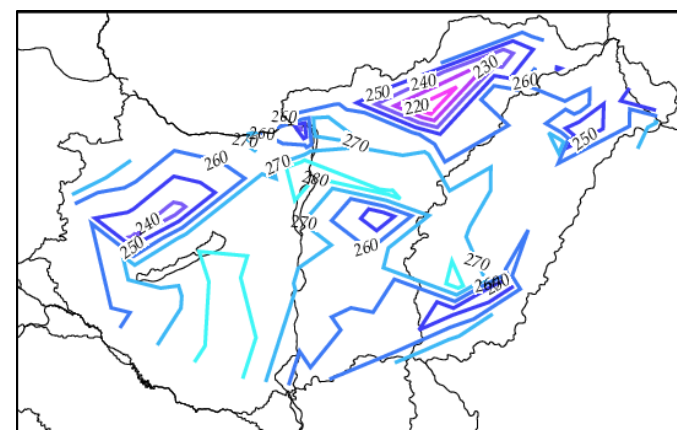
1956



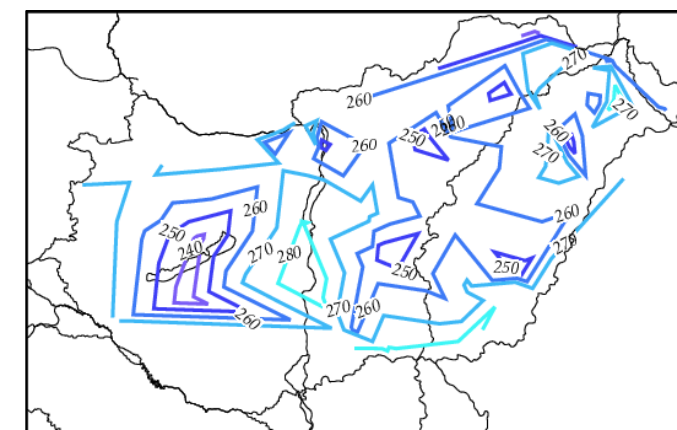
1957



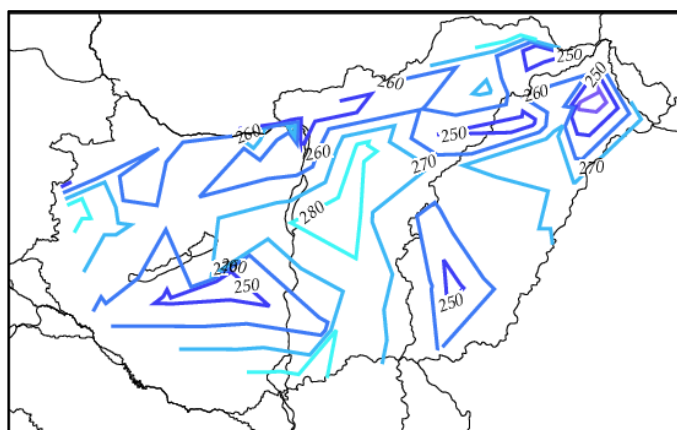
1958



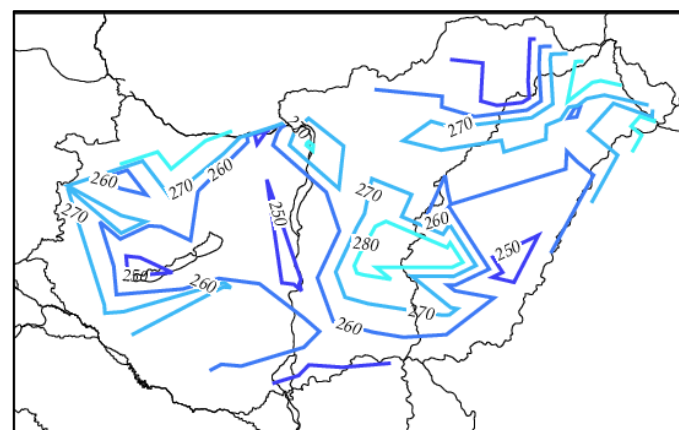
1959



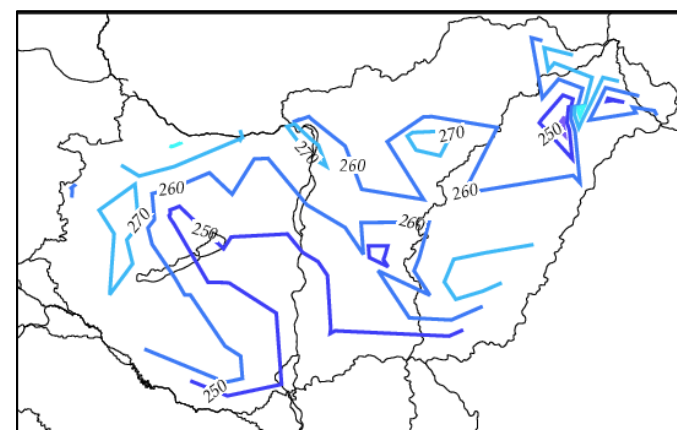
1960



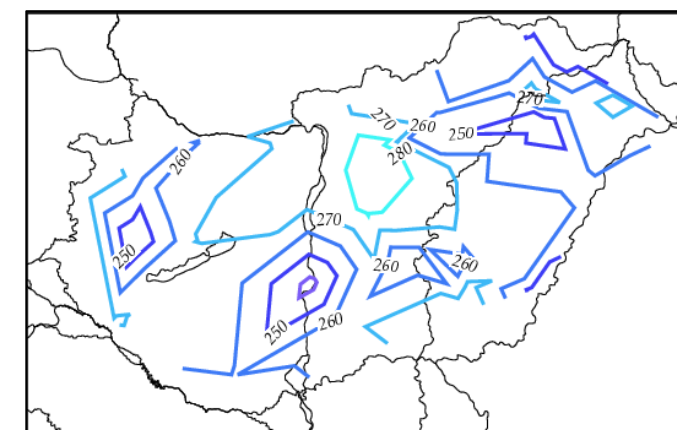
1961



1962

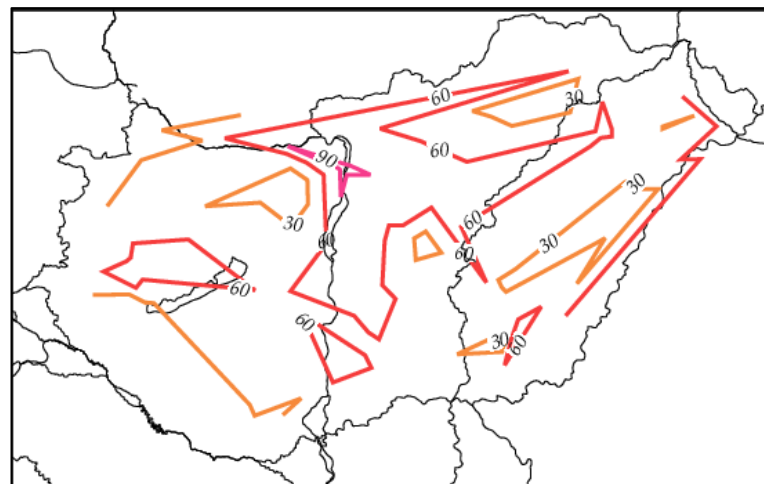


1963

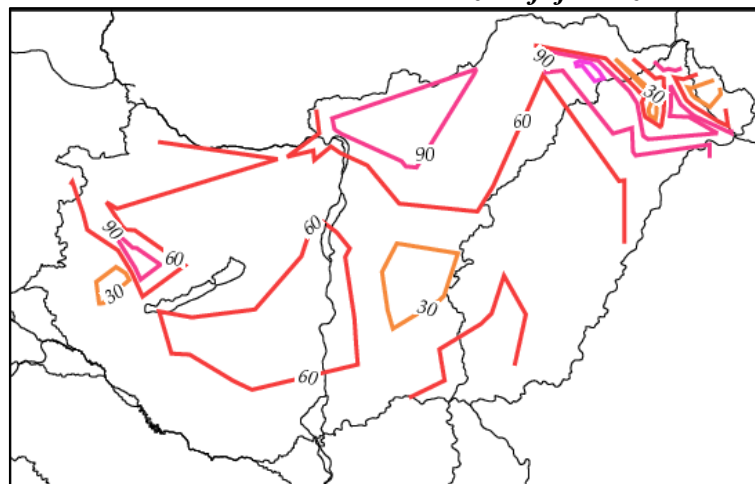


1964

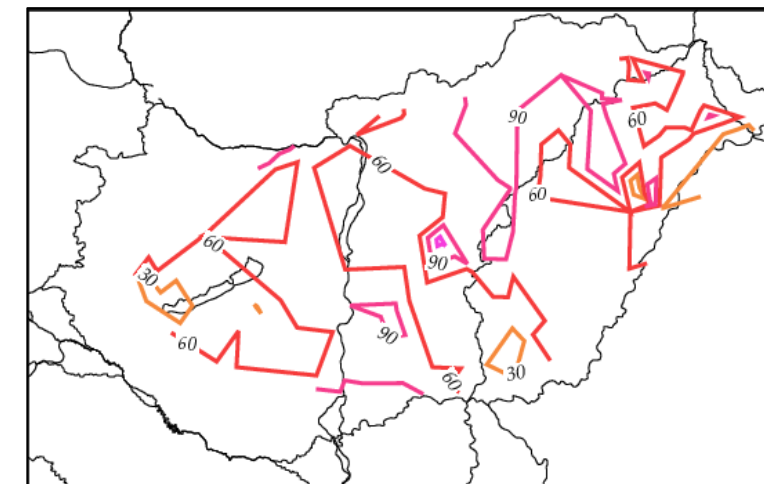
15. melléklet A terméshozam fajták szerint



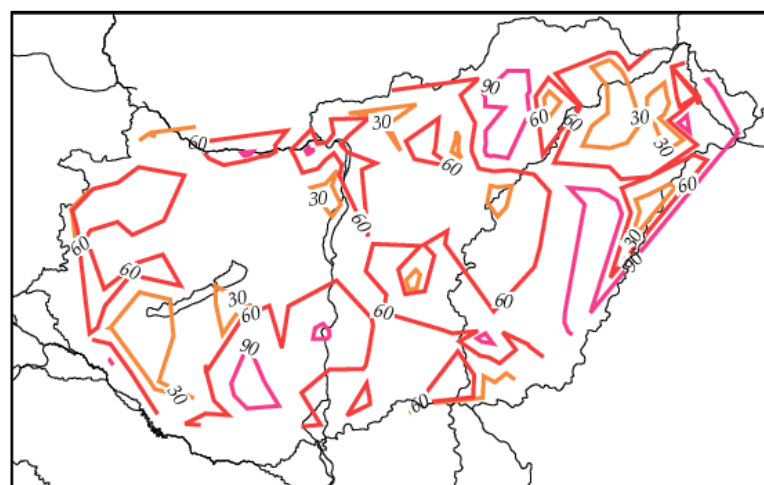
Asztraháni piros



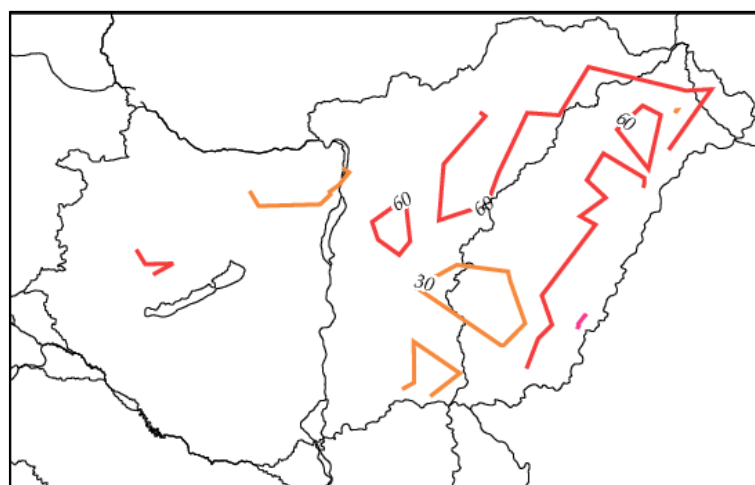
Batul



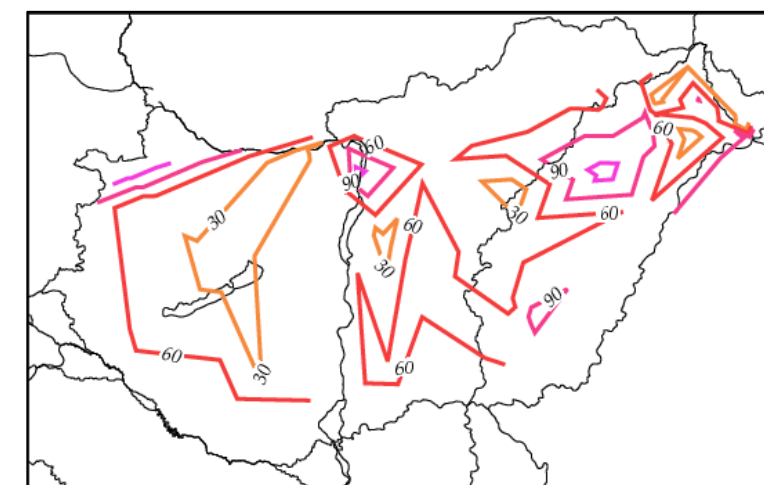
Húsvéti rozmaring



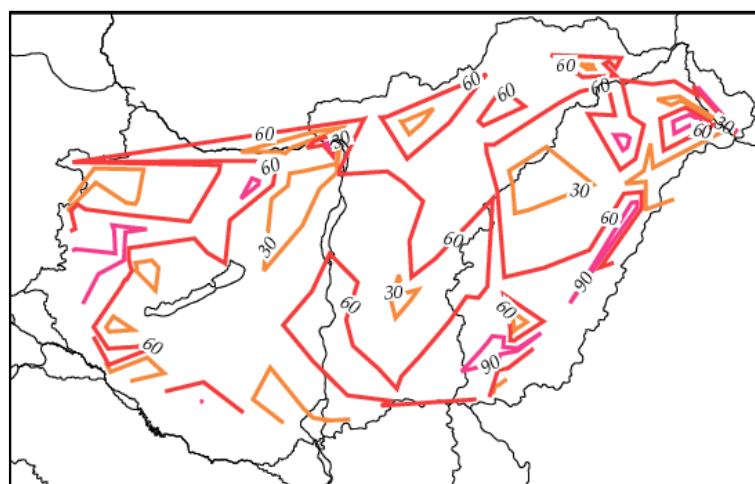
Jonathan



Nyári fontos

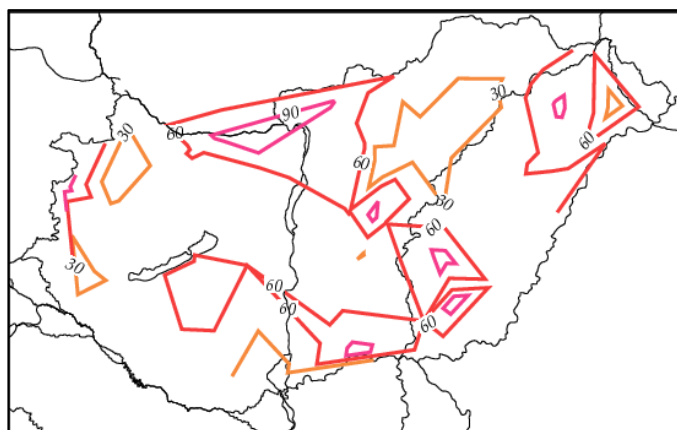


Starking

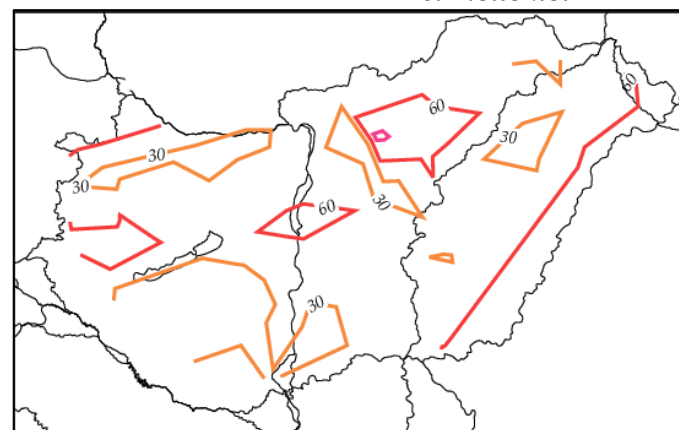


Téli aranyparmen

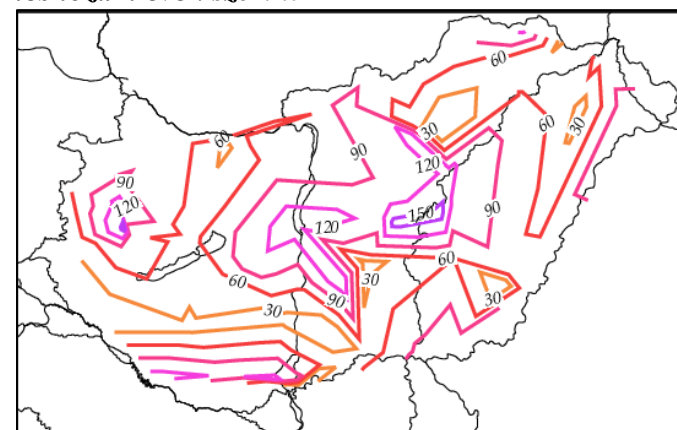
16. melléklet A terméshozam évek szerint



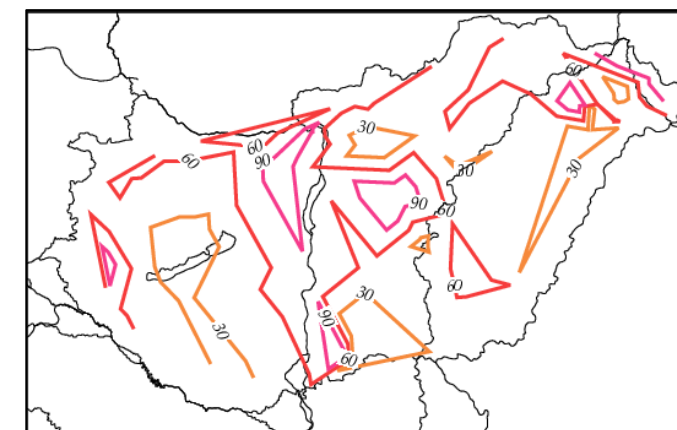
1953



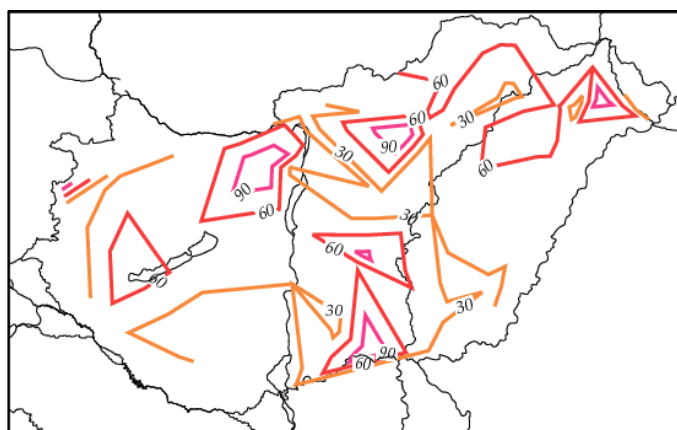
1954



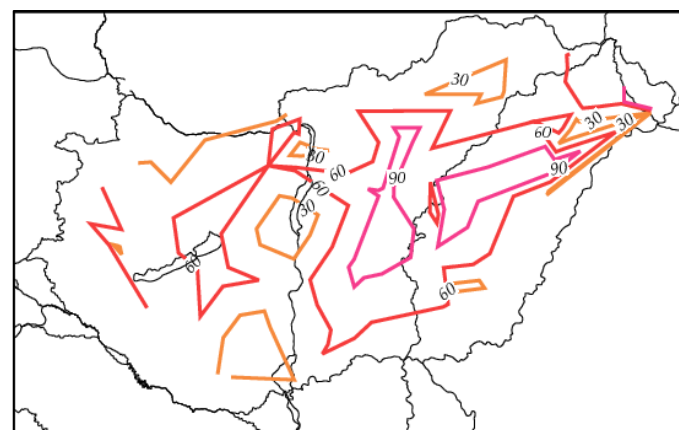
1955



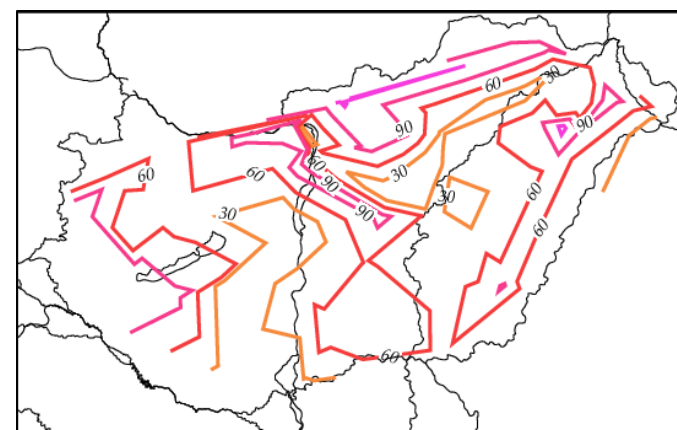
1956



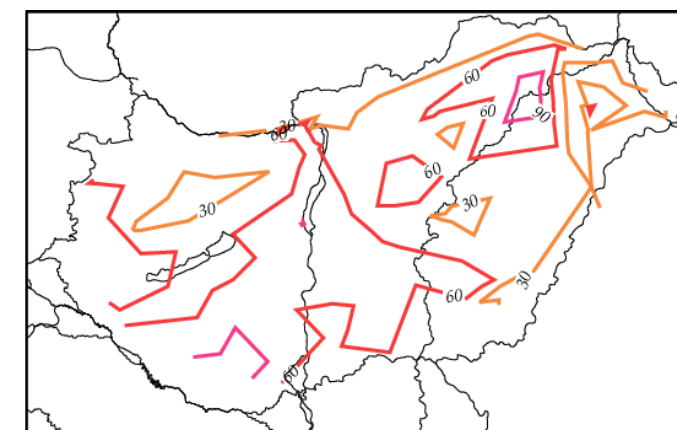
1957



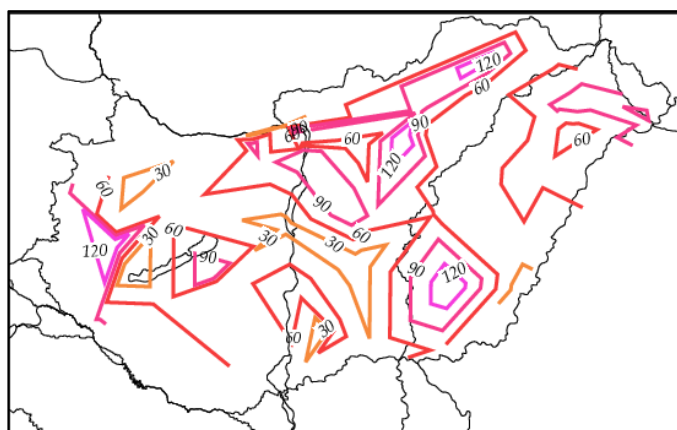
1958



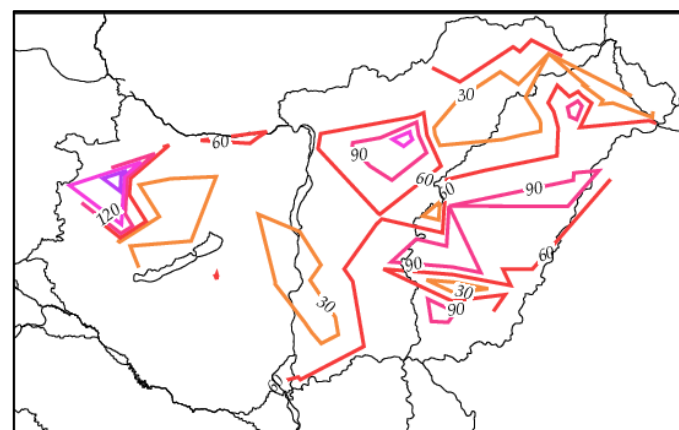
1959



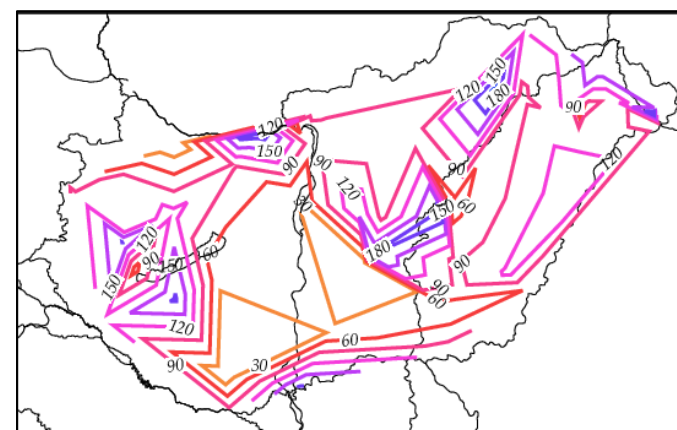
1960



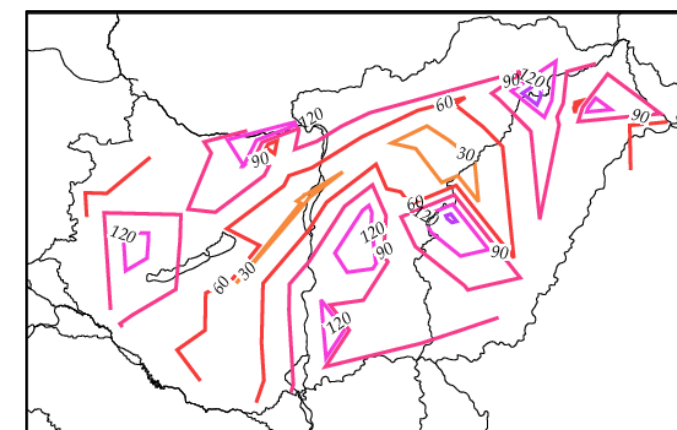
1961



1962

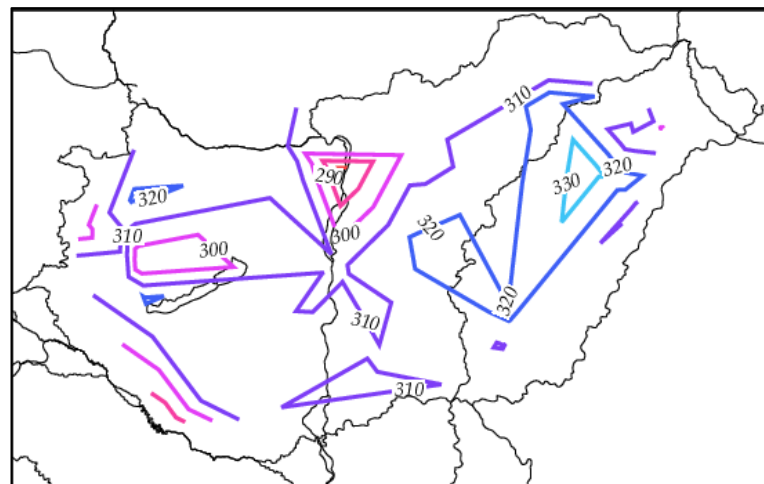


1963

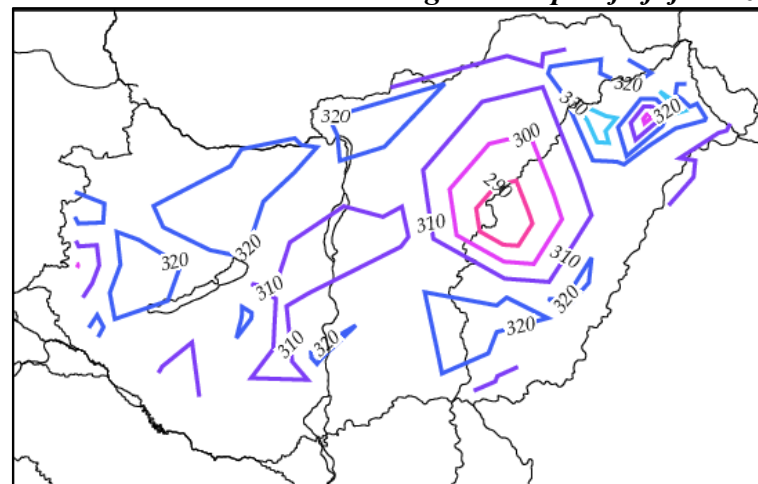


1964

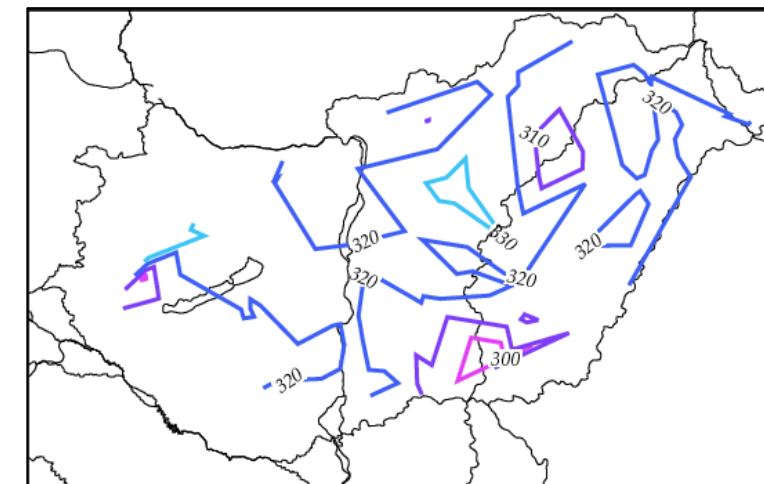
17. melléklet A lombhullás végének időpontja fajták szerint



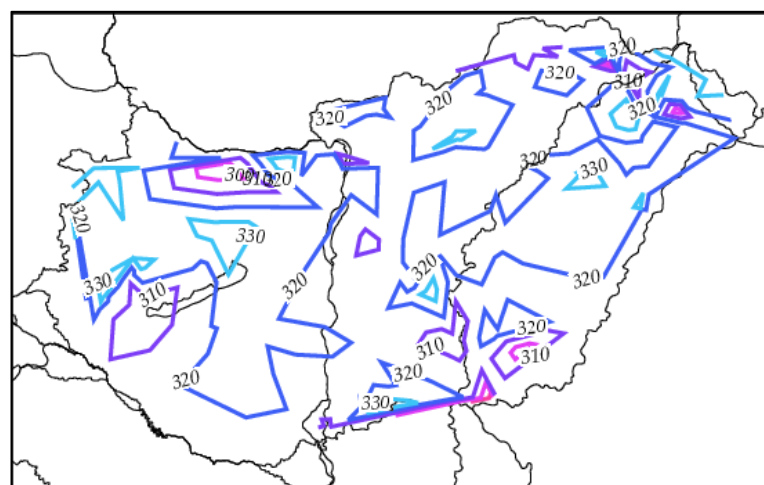
Asztraháni piros



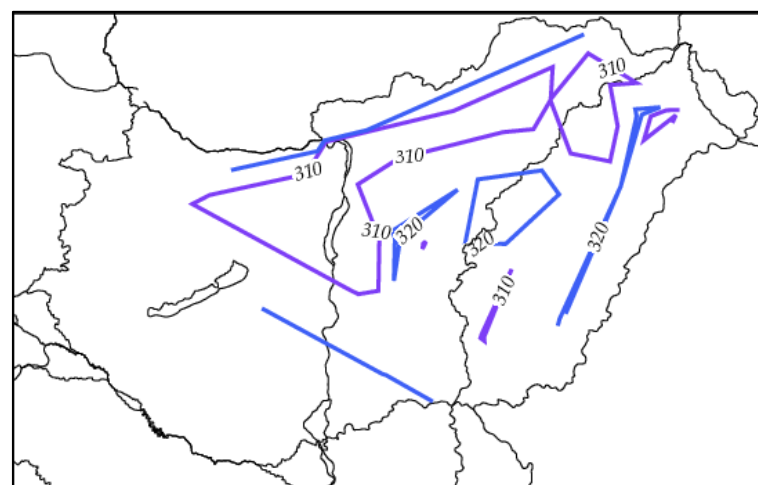
Batul



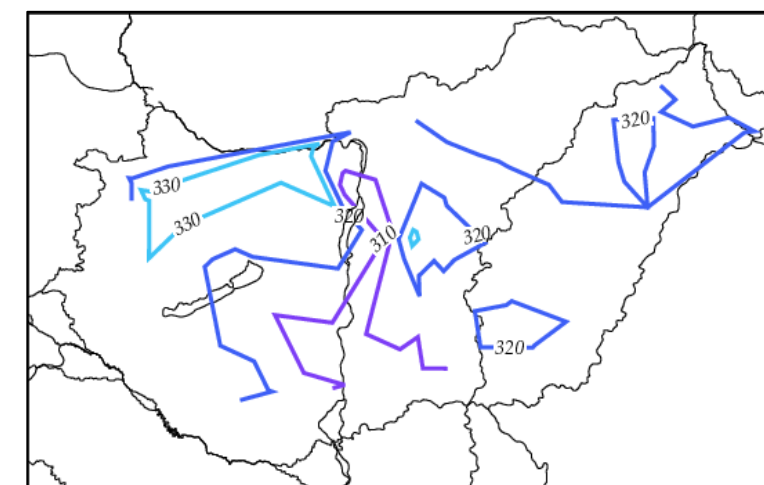
Húsvéti rozmaring



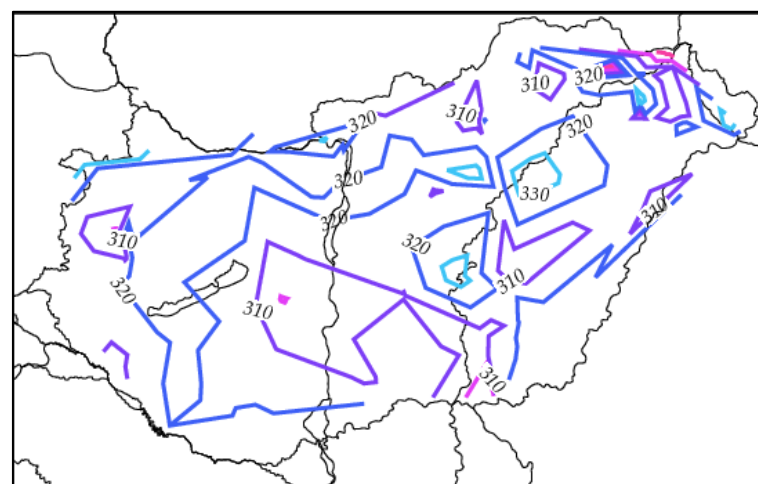
Jonathan



Nyári fontos

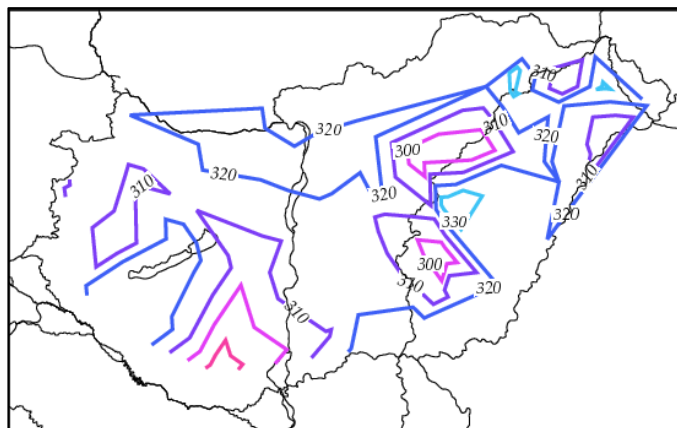


Starking

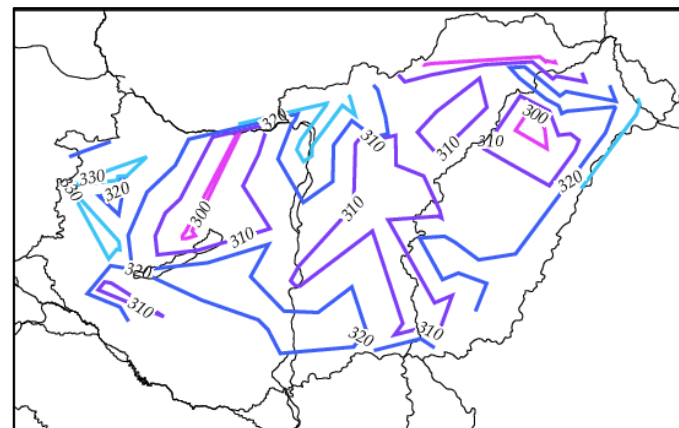


Téli aranyparmen

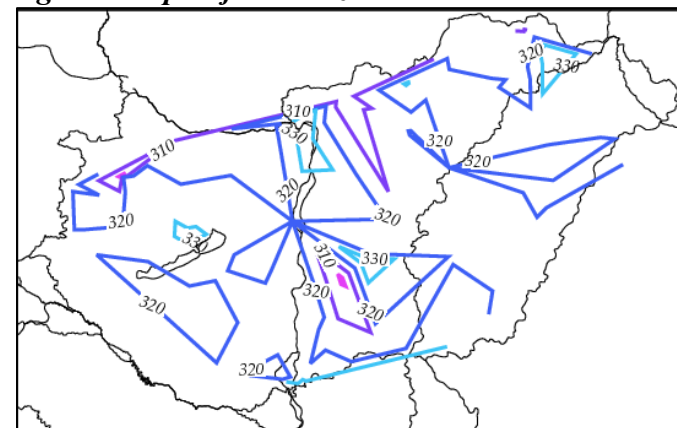
18. melléklet A lombhullás végének időpontja évek szerint



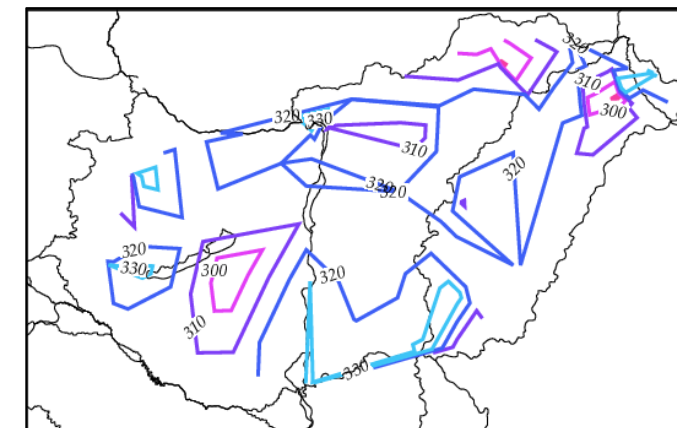
1953



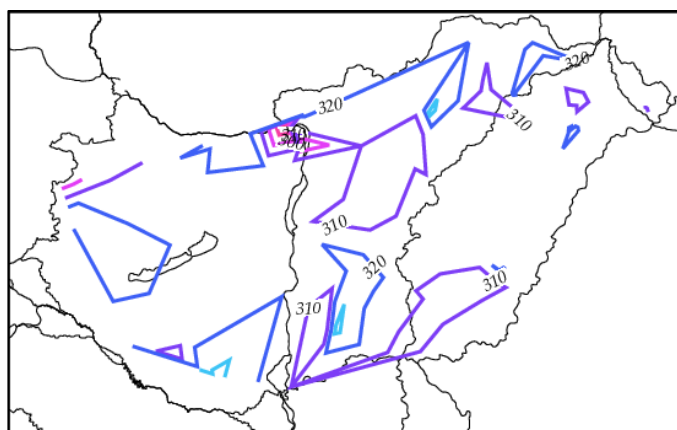
1954



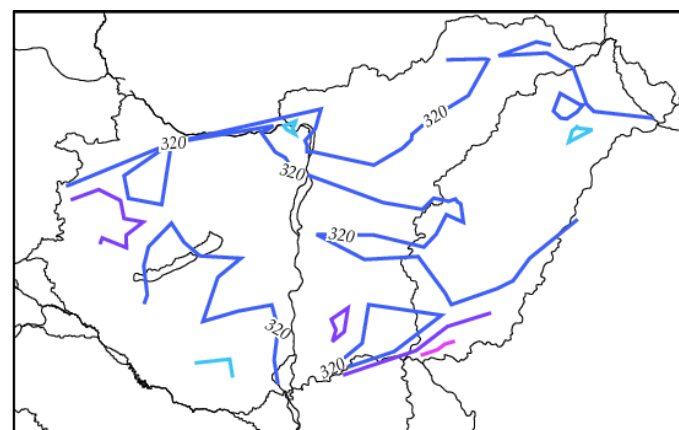
1955



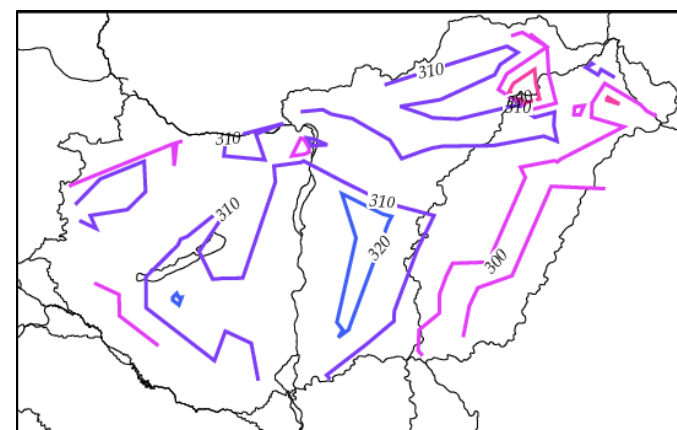
1956



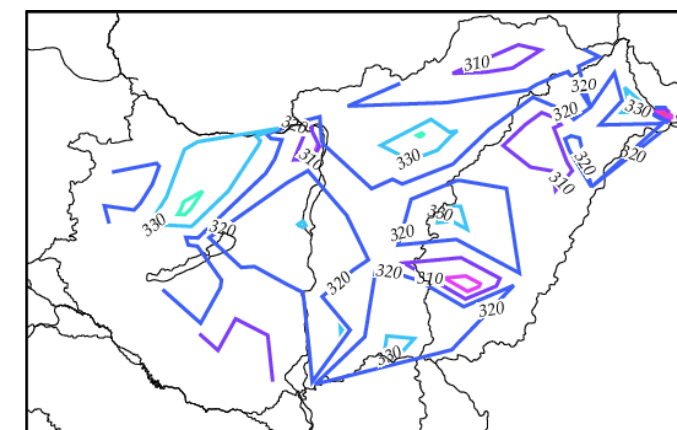
1957



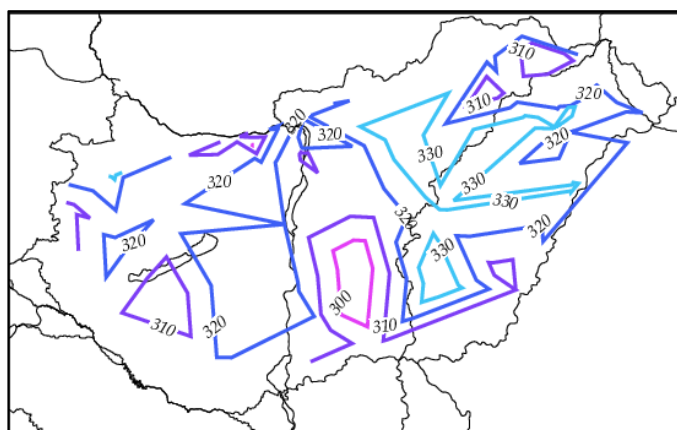
1958



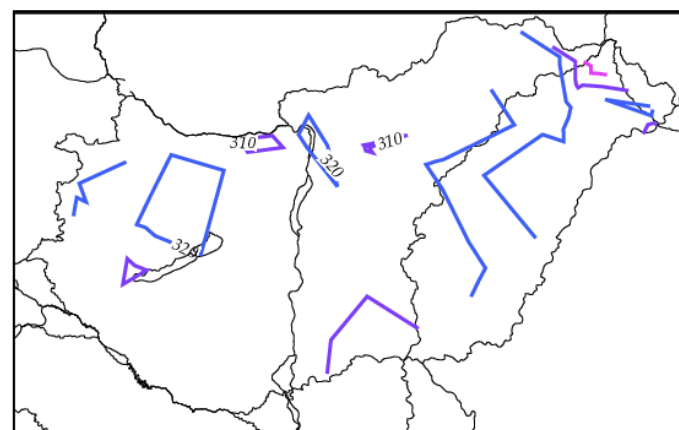
1959



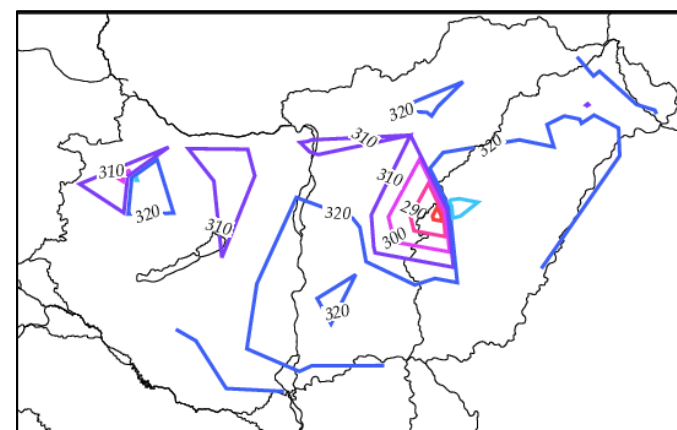
1960



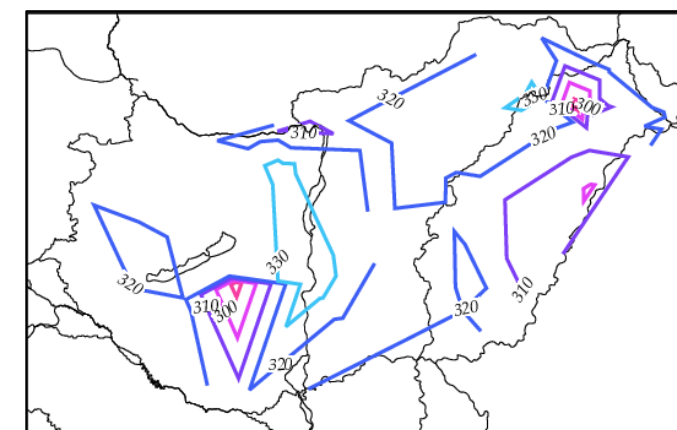
1961



1962



1963



1964

12 KÖSZÖNETNYILVÁNYÍTÁS

Köszönettel tartozom témavezetőimnek – Dr. Tőkei Lászlónak, Dr. Tóth Magdolnának – a dolgozat elkészítése során nyújtott segítségükért, hasznos tanácsaikért.

A fenológiai és hőmérsékleti adatokhoz való hozzáférés biztosításáért az Országos Meteorológiai Szolgálat Munkatársait illeti köszönet. Külön köszönet illet Dr. Dunkel Zoltánt a fenológiai adatokhoz való hozzáférés biztosításáért.

Köszöneti illeti az Országos Meteorológiai Szolgálat Módszerfejlesztési Osztályának dolgozóit, külön köszönöm Szabó László segítségét a programozási kérdésekben.

Az adatok értékelése során nyújtott segítségéért és hasznos tanácsaiért Dr. Ladányi Mártának tartozom köszönettel.

Köszönöm a Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszék munkatársainak segítségüket és támogatásukat. Kiemeltem köszönöm Dr. Kardos Leventének és Sárközi Editnek a dolgozat elkészítése során nyújtott segítségüket.

Hálával tartozom családomnak, páromnak, barátaimnak a dolgozat készítése során nyújtott támogatásukért és türelmükért.

A kutatás a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0005 és a TÁMOP 4.2.2/B-10/1-2010-0023 projektek támogatásával valósulhatott meg.