

A nappali és éjszakai hőmérséklet hatása a gyümölcsök fedőszínének alakulására almagénbank-ültetvényben

Lakatos László¹ – Szabó Tibor² – Racskó József³ – Szabó Zoltán³ – Soltész Miklós⁴ – Nyéki József³

¹Debreceni Egyetem ATC, Erőforrásgazdálkodási Tanszék, Debrecen

²Újfehértói Gyümölcsstermesztési Kutató és Szaktanácsadó Kht., Újfehértó

³Debreceni Egyetem ATC, Szaktanácsadási és Fejlesztési Intézet

⁴Kecskeméti Főiskola, Kertészeti Főiskolai Kar, Gyümölcsstermesztési Tanszék, Kecskemét

lakatos@agr.unideb.hu

Kulcsszavak: alma, fedőszín-borítottság, nappali és éjszakai hőmérséklet különbség

Keywords: apple, skin colour, difference of day and night temperature

ÖSSZEFOGLALÁS

A gyümölcsök fedőszíne igen fontos minőségi mutatónak tekinthető. A termelők által jól ismert jelenség, hogy egyes években igen szépen színeződik az alma, míg más években szinte csak a gyümölcsmorfológiai jellemzők alapján különböztethetjük meg egymástól az alapvetően piros illetve zöld színű fajtákat. A fedőszín értékei évről évre jelentős eltérést, különbségeket mutathatnak.

Ehhez első lépésben meg kell ismerni, hogy a főbb időjárási változók, nevezetesen a nappali és éjszakai hőmérséklet illetve a nappali és éjszakai hőmérséklet különbség milyen kapcsolatban vannak a színborítottsággal. A tanulmányban ezeket a kölcsönhatásokat számszerűsítjük és mutatjuk be.

SUMMARY

Skin colour of fruits is an important fruit quality parameter. Fruit growers know the phenomenon that the apple colouration is very good in one year while in other years the green and red apples can be differentiated only on the basis of the morphological characteristics of the fruits. There are great differences in values of cover colour between years.

In the first step, the relationships between day and night temperature, the difference between day and night temperature and fruit skin colour should be determined. In this study, the authors investigate and quantify this relationship.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A gyümölcsfenometriai vizsgálatoknak régre visszanyúló gyökerei vannak hazánkban. Az '50-es években Zerinvári (1950), Berényi és Justyák (1956) kezdték el a vizsgálatokat gyümölcsösökben, valamint hegyvidéki szőlőállományokban. A 60-as években láttak napvilágot az első szőlő és gyümölcsös állományklíma vizsgálati eredmények Bognár és Kozma (1961) kutatásai révén. A makro és mikroklímikus hatások gyümölcsnövekedésre gyakorolt hatásainak elemzése Szász (1961) nevéhez fűződik. Az agrometeorológia szerepének átfogó értékelését a hazai gyümölcsstermesztésben Nyujtó (1965) végezte el. A hatvanas évek végén megjelentek a fenológiai, fázisstartam és az időjárási paraméterek kölcsönhatását elemző tanulmányok, főként alma és szőlő kultúrákat vizsgálták Csöbönyi és Stollár (1969). Ezek hatékonyan segítették a gyümölcsösök terméshozadékát, a fajták teljesítőképességének megismerését. Az évtized néhány igen zord telének hatására megjelentek az első fagyvédelemmel foglalkozó tanulmányok (Pletser és Radnai, 1964).

A '70-es években számos vizsgálati eredmény született a gyümölcsnövekedés valamint a szárazanyag-tartalom és az időjárás közötti összefüggésének feltárására. Ugyancsak előtérbe kerültek az időszak során evapotranszpirációs kutatások (Füri és Kozma, 1975), illetve az alma vízfogyasztásának vizsgálatai (Gergely és Stollár, 1978), valamint érési időpont időjárási változókkal való becslésre vonatkozó eredmények a Jonathan almafajtára (Stollár, 1977). A '80-as években egyre nagyobb hangsúlyhoz jutott a fajtákra bontott termőhely kiválasztás meteorológiai hátterének jellemzése (Stollár és Zárbok, 1981; Stollár, 1984), az állományok hő - és sugárzásellátottságának (Dunkel et. al., 1981), valamint a téli kritikus hőmérséklet hatásának vizsgálatai az áttelelésére, elsősorban szőlőre vizsgálva (Dunkel és Kozma, 1981; Csapó, 1984).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálati anyag az Újfehértói Gyümölcsstermesztési Kutató és Szaktanácsadó Kht. fajtagyűjteményéből származik.

A vizsgálatok során 2 fa/fajta ismétlési rendszerben 586 almafajta fenológiai fázisait és fenometriai mutatóit jegyeztük fel illetve mértük meg az 1984-2001. időszakra vonatkozóan. Éréstartam csoportok szerint:

- nyári érésű (az érés június közepétől augusztus közepéig tart)
- őszi érésű (az érés szeptember elejétől szeptember végéig tart)
- téli érésű (az érés szeptember vége után)

A mintából külön válogattuk a jó fedőszint mutató fajtákat, a továbbiakban a meteorológiai tényezőkkel való kölcsönhatást ezeknél elemeztük.

Megvizsgáltuk, hogy a vegetációs időszak különböző hónapjaiban, illetve az érés előtti 30 napra jellemző átlagos nappali és éjszakai hőmérsékleteknek milyen kölcsönhatása van a fedőszín-borítottság mértékére. A fajták között szerepeltek „régí”, a természetből kiszoruló fajták, elterjedt árufajták, valamint perspektivikus, terjedő fajták. Összesen 1172 fát vizsgáltunk. Az almafajtákat 1981-82-ben termőkaros orsó ültetvényben MM106 alanyon lévő oltványokkal telepítették. A sor- és tőtávolság 4,0 x 2,0 m.

A megfigyelések és az adatfelvételezések az újfehértói kutatóhelyen folytak. A terület fekvése sík, a tengerszint felett 115 m-en, Nyíregyházától délre 19 km-re terül el. A talajképző kőzetén kialakult nem karbonátos többrétegű humuszos homok. A talaj kémhatása savanyú (pH 5,74-5,79). Szervesanyag-tartalma genetikai kategóriáján belül alacsony (<1%).

A mikroklíma adatai közül a vizsgálati időszakokra vonatkozóan a levegő hőmérsékletét óránkénti gyakorisággal, naponta rögzítettük számítógépes detektálású automata meteorológiai mérőállomással.

Számításaink során az alábbi időjárási változókat használtuk fel:

- éjszakai hőmérséklet ($T_{\text{éjsz}}$),
- nappali hőmérséklet (T_{nap}),
- nappali és éjszakai hőmérséklet különbség (T_{diff}),

A felvételezések során a fedőszín-borítottságot %-ban kifejezve, 0-100 % intervallumban rögzítettük. A következő fedőszín-borítottsági kategóriákat állítottuk fel:

- alacsony (0-30 %)
- közepes (30-60 %)
- nagy (60-100 %)

Az adatok értékelését Excel 97 for Windows programok segítségével végeztük. Az adatokból átlagot és szórást számítottunk. A fenometriai mutatók és a meteorológiai tényezők összefüggését lineáris regresszió valamint korreláció analízissel értékeltük.

EREDMÉNYEK

A fedőszín - borítottság értékeinek gyakorisági eloszlása alapján azt állapíthatjuk meg, hogy a nyári érésű fajták közel fele (49,7%) rendelkezik magas fedőszín-borítottsággal, míg ezen éréscsoport 25,2%-a kevésbé jól színeződő fajtának tekinthető. Legnagyobb részarányt (32,1%-ot) a mintában azon fajták képviselik, amelyek a színeződési aránya 64-81% (1. ábra). A kissé jobbra torzult normális eloszlás függvény azt mutatja, hogy jóval nagyobb arányban fordulnak elő a mintában a nagy fedőszínnel jellemezhető fajták, mint az alacsony fedőszíniűek.

1. ábra. A fedőszín-borítottság relatív gyakorisági eloszlása 101 nyári érésű fajta esetében

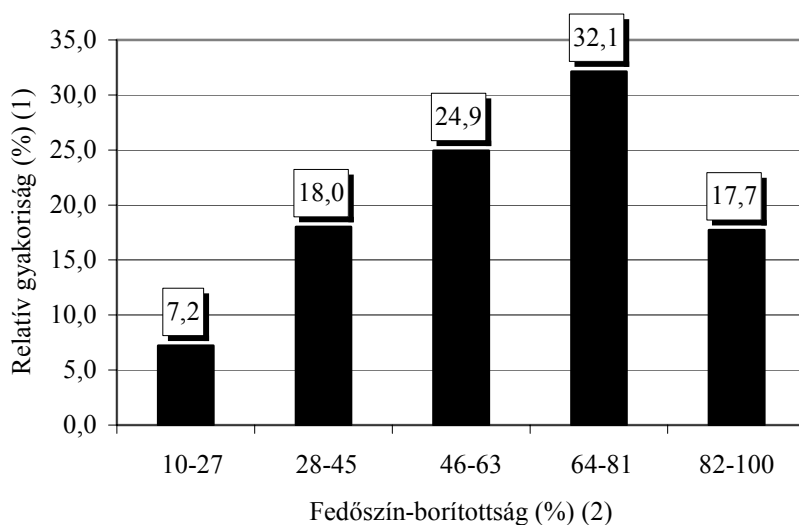


Figure 1. Relative frequency distribution of cover colour in 101 summer ripening apple cultivars
Relative frequency (%) (1), cover colour (%) (2)

Az őszi érésű almafajták a színeződés tekintetében meglehetősen egyenletes eloszlást mutatnak. Ezen érécsoportba tartozó almák 42,5%, jó, 36,4%-a gyenge fedőszínborítottsági értékkel jellemezhető (2. ábra). A gyümölcsfedőszín osztályközeit szemlélve jól látható, hogy igen csekély eltérés tapasztalható a relatív gyakorisági értékek között.

Csaknem azonos mértékben vannak jelen a mintában a jó illetve a gyenge fedőszínnel jellemezhető fajták.

2. ábra. A fedőszín-borítottság relatív gyakorisági eloszlása 283 őszi érésű fajta esetében

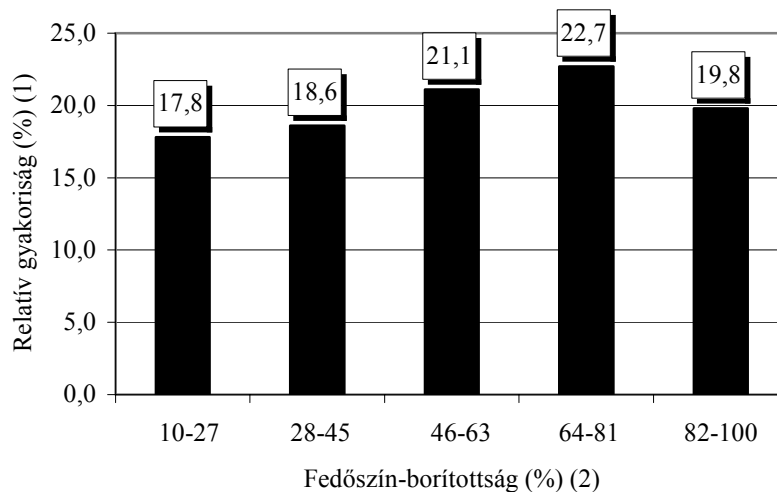


Figure 2. Relative frequency distribution of cover colour in 283 autumn ripening apple cultivars
Relative frequency (%) (1), cover colour (%) (2)

A téli érésű fajták fedőszíneinek gyakorisági eloszlása U alakú függvénnyel jellemezhető. Azaz túlsúlyban vannak a mintában, a jól illetve gyengén színeződő fajták (3. ábra). A közepes fedőszínnel rendelkező fajták részaránya ennél az érécsoportnál a legkisebb arányú.

3. ábra. A fedőszín-borítottság relatív gyakorisági eloszlása 201 téli érésű fajta esetében

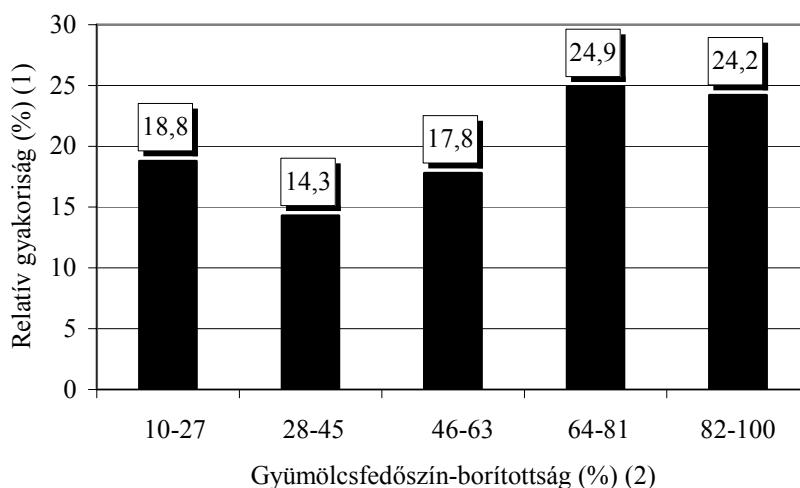


Figure 3. Relative frequency distribution of cover colour in 201 winter apple cultivars
Relative frequency (%) (1), cover colour (%) (2)

Amennyiben a teljes fajtaválaszték esetében vizsgáljuk meg, hogy miként alakulnak a fedőszín-borítottsági értékek, a következő megállapításokat tehetjük: A vizsgált fajták 34,1%-a 70% fölötti színeződési

aránnyal jellemezhető. Ezeket a továbbiakban jól színeződőnek tekinthetjük (4. ábra). A minta 24,6%-ánál a színeződési arány 10-39% között alakult. Ezek alkotják a gyengén színeződő fajtaválasztékot. A fajtagyűjtemény 41,2%-ánál a fedőszin-borítottság mértéke 40-70% közötti, ezek közepesen jól színeződő fajtáknak tekinthetők (4. ábra). A bemutatott gyakorisági értékek alapján külön vizsgálhatjuk a jól és a kevésbé jól színeződő fajtákat. A továbbiakban a jól színeződő fajták esetében vizsgáltuk meg, hogy a nappali és éjszakai hőmérséklet illetve ezen hőmérsékletek különbsége miképpen befolyásolja a fedőszin-borítottság mértékét.

4. ábra. A gyümölcsök fedőszin-borítottságának relatív gyakorisági eloszlása 586 almafajta esetében

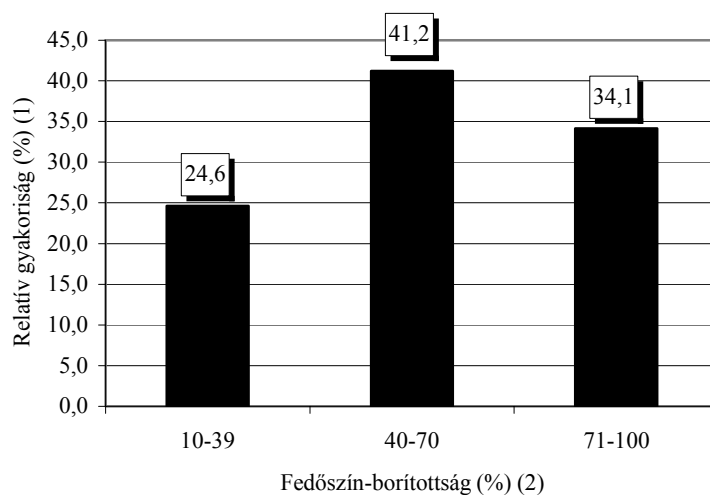


Figure 4. Relative frequency distribution of cover colour in 586 apple cultivars
Relative frequency (%) (1), cover colour (%) (2)

A fedőszin-borítottság mértékét, feltételezésünk szerint, leginkább a nappali és éjszakai hőmérséklet alakulása befolyásolja. Megvizsgáltuk tehát, hogy a vizsgált időszakban miként alakult az éjszakai illetve nappali hőmérséklet. A vegetációs időszak átlagos éjszakai hőmérséklete, az elmúlt 20 év során, igen erőteljesen növekedett a vizsgált termőhelyen (5. ábra). A hőmérséklet-emelkedés 0,1%-os szinten szignifikánsnak tekinthető. A magasabb éjszakai hőmérséklet általában kedvezőtlen hatású a produkció alakulására. A légzés intenzívebbé válik, így a napi tömeggyarapodás kisebb lesz. Számos minőségi mutató, mint pl. a cukortartalom is alacsonyabb értéket ér el magasabb éjszakai hőmérséklet esetén, mivel a megnövekedett légzés intenzitáshoz szükséges energiát a növény a saját tartalékaiból fedezi.

5. ábra. A vegetációs időszak alatti átlagos éjszakai hőmérséklet időbeli változása (Újfehértó, 1984-2001)

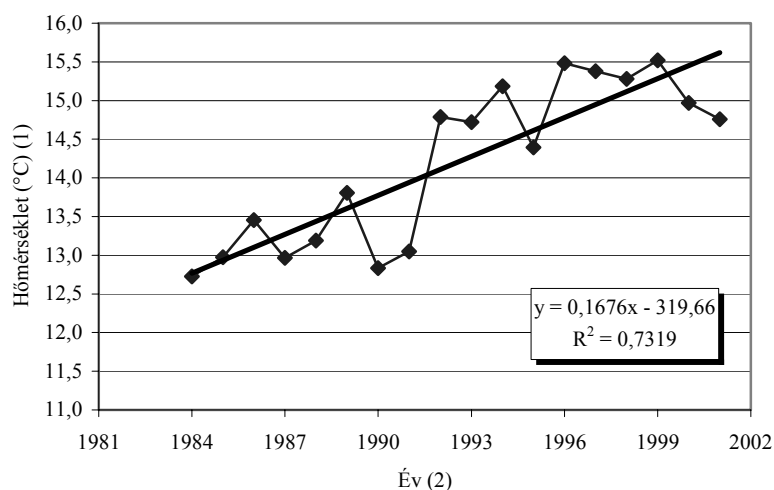


Figure 5. Changes in the average night temperature during the vegetation period (Újfehértó, 1984-2001)
Temperature (°C) (1), year (2)

Természetesen fontos azt is megvizsgálunk, hogy milyen változások jellemzik a nappali hőmérséklet időbeli alakulását ugyanezen időszak során. Ha ugyanis a nappali hőmérséklet erőteljesebben növekedett, akkor nem kell aggódnunk, a produkció növekedésének éghajlati feltételei rendelkezésre állnak. Még az sem okoz problémát, ha a nappali és éjszakai hőmérséklet növekedési üteme azonos. A gondok akkor jelentkezhetnek termesztoi oldalról, ha a két vizsgált változó növekedési üteme eltérő.

Az eredmények azt mutatják, hogy a nappali hőmérséklet növekedésének mértéke elmarad az éjszakitól (6. ábra).

6. ábra. A vegetációs időszak alatti átlagos nappali hőmérséklet időbeli változása (Újfehértó, 1984-2001)

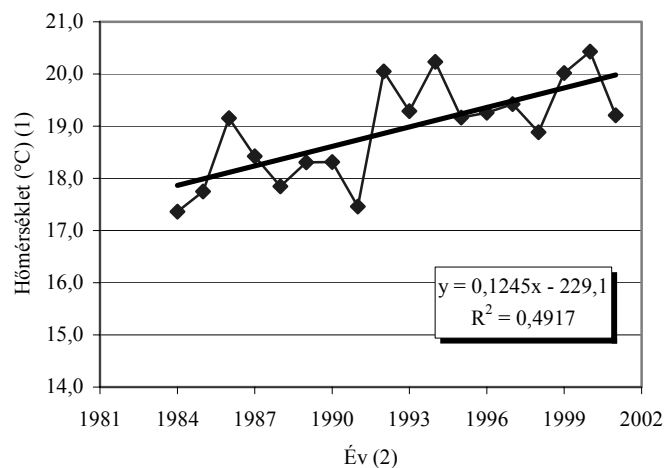


Figure 6. Changes in the average day temperature during the vegetation period (Újfehértó, 1984-2001)
Temperature (°C) (1), year (2)

Amennyiben képezzük a nappali és éjszakai hőmérséklet különbséget és elemezzük, hogy ennek a különbségi értéknek az időszora milyen változást mutat a vizsgált időszakban a következő megállapításokat tehetjük: A vegetációs időszakra jellemző átlagos nappali és éjszakai hőmérséklet különbség az elmúlt 20 év során csökkenést mutatott, amely 5%-os szinten szignifikánsnak tekinthető (7. ábra). A csökkenő trend azt igazolja, hogy az éjszakai hőmérséklet növekedésének mértéke felülmúlja a nappali változás mértékét. Azaz, ha ez a tendencia tovább folytatódik a jövőben, akkor a termésminőség további romlásával számolhatunk.

7. ábra. A vegetációs időszak alatti átlagos nappali és éjszakai hőmérséklet különbség időbeli változása (Újfehértó, 1984-2001)

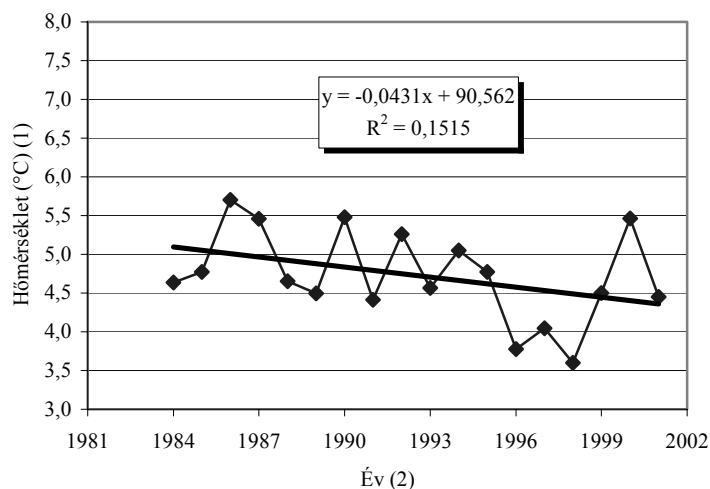


Figure 7. Changes in the differences of day and night temperatures during the vegetation period (Újfehértó, 1984-2001)
Temperature (°C) (1), year (2)

A továbbiakban azt mutatjuk be, hogy a különböző hónapokra jellemző éjszakai, nappali hőmérsékletek illetve ezek különbségei miként befolyásolják az alma fedőszín-borítottságának mértékét. Az augusztusi éjszakai hőmérséklet $p=5\%$ -os szinten szignifikáns kapcsolatot mutat a nyári érésű almafajták fedőszínével (8. ábra). Az eredmények szerint 5 fokkal magasabb éjszakai hőmérséklet 15-17%-kal kisebb mértékű fedőszín-borítottságot eredményez.

8. ábra. Az augusztusi éjszakai hőmérséklet és a fedőszín-borítottság közötti kapcsolat nyári érésű almafajták esetében

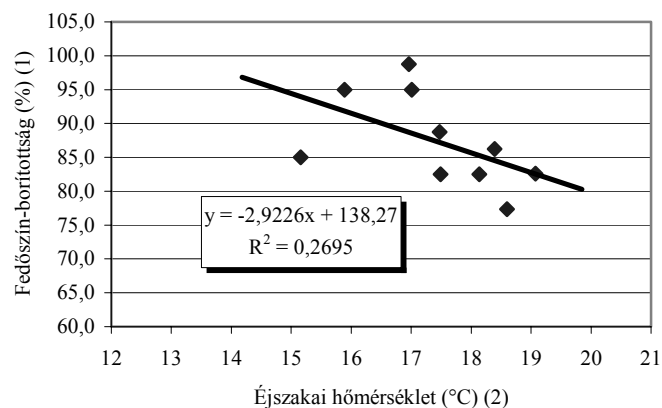


Figure 8. Relationship between night temperature in August and cover colour in the case of summer ripening apple cultivars
Cover colour (%) (1), night temperature (°C) (2)

Míg a magas éjszakai hőmérséklet kedvezőtlen a fedőszín kialakulásánál, addig nagyobb nappali hőmérséklet mellett jobb fedőszínre számíthatunk. Az októberi nappali hőmérséklet és a fedőszín-borítottság közötti kapcsolatot a őszi érésű almafajták esetében a 9. ábrán szemléltetjük. Az eredmények azt mutatják, hogy az őszi érésű almafajták esetében 4 °C-kal magasabb nappali hőmérséklet mintegy 10-12%-kal eredményez kedvezőbb színeződési arányt.

9. ábra. Az októberi nappali hőmérséklet és a fedőszín-borítottság közötti kapcsolat őszi érésű almafajták esetében

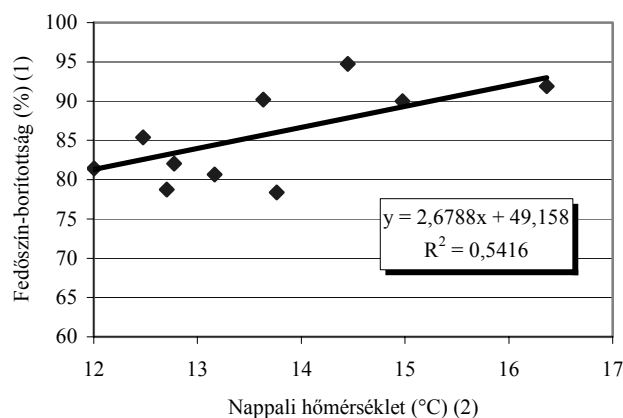


Figure 9. Relationship between day temperature in October and cover colour in the case of autumn ripening apple cultivars
Cover colour (%) (1), day temperature (°C) (2)

A továbbiakban érécsoportonként mutatjuk be, hogy melyik hónap nappali és éjszakai hőmérséklet különbsége befolyásolja leginkább a fedőszín mértékét, és milyen jellegű a kölcsönhatást jellemző függvénykapcsolat.

Nyári érésű fajták

Az augusztusi átlagos nappali és éjszakai hőmérséklet- különbség nyári érésű almafajták esetében mutatott 1%-os szinten szignifikáns kapcsolatot a fedőszín borítottsággal (10. ábra).

A kapcsolat jellege azonban nem tekinthető lineárisnak. Azaz, nagy nappali és éjszakai hőmérséklet különbségek esetén, kismértékű változás nem eredményez számottevő fedőszín-változást. Továbbá azt is megállapíthatjuk, hogy 6,2 °C-nál nagyobb nappali és éjszakai hőmérséklet-különbség esetén a nyári érésű almafajták fedőszín-borítottsága már nem növekszik, hanem csökken (10. ábra).

10. ábra. Az augusztusi nappali és éjszakai hőmérséklet különbség és a fedőszín-borítottság közötti kapcsolat nyári érésű almafajták esetében

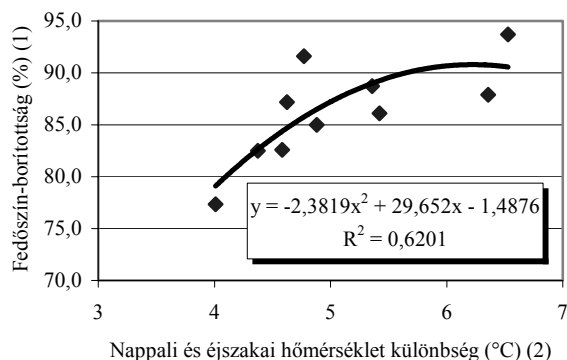


Figure 10. Relationship between the difference of day and night temperatures in August and cover colour in the case of summer ripening apple cultivars

Cover colour (%) (1), difference between day and night temperatures (°C) (2)

Őszi érésű fajták

Őszi érésű fajták esetében a szeptemberi nappali és éjszakai hőmérséklet- különbség mutatott 1%-os szinten szignifikáns kapcsolatot a fedőszín- borítottság mértékével (11. ábra). A bemutatott regressziós kapcsolat alapján azt jelenthetjük ki, hogy amennyiben 4 °C-kal növeljük hőmérséklet- különbséget, ennek hatására 10%-kal magasabb fedőszín-borítottságot érhetünk el. A színező öntözéssel ez a hatást elérhető azokban az években, amikor kicsi a nappali és éjszakai hőmérséklet-különbség.

11. ábra. A szeptemberi nappali és éjszakai hőmérséklet-különbség és a fedőszín-borítottság közötti kapcsolat őszi érésű almafajták esetében

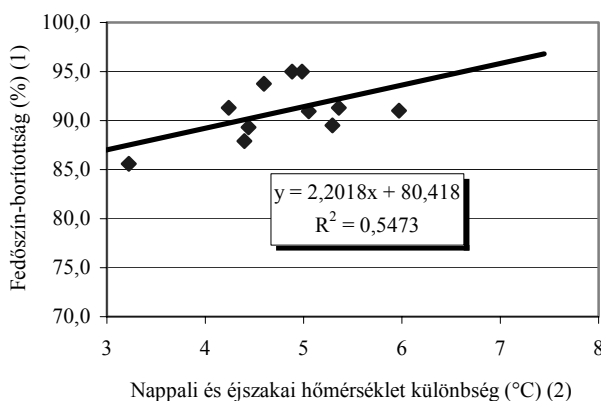


Figure 11. Relationship between the difference of day and night temperatures in September and cover colour in the case of autumn ripening apple cultivars

Cover colour (%) (1), difference between day and night temperatures (°C) (2)

Téli érésű fajták

Az októberi átlagos nappali és éjszakai hőmérséklet- különbség téli érésű almafajták esetében mutatott 1%-os szinten szignifikáns kapcsolatot a fedőszín borítottsággal (12. ábra).

A hőmérséklet-különbség hatására bekövetkező fedőszínváltozás ezen éréscsoport esetében volt a legkisebb arányú. Azt állapíthatjuk meg, hogy 6,2 °C-nál nagyobb nappali és éjszakai hőmérséklet-különbség esetén a nyári érésű almafajták fedőszín-borítottsága már nem növekszik, hanem csökken (12. ábra).

12. ábra. Az októberi nappali és éjszakai hőmérséklet-különbség és a fedőszín-borítottság közötti kapcsolat téli érésű almafajták esetében

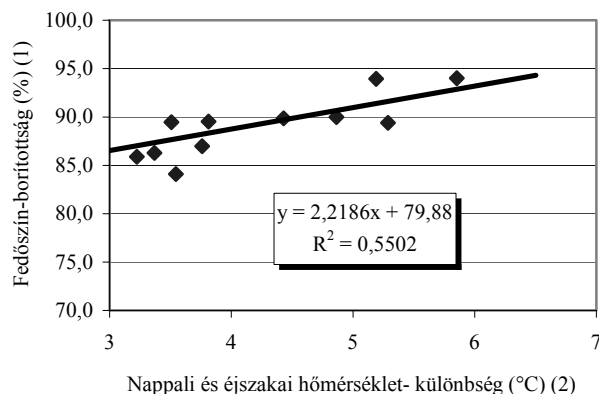


Figure 12. Relationship between the difference of day and night temperatures in October and cover colour in the case of winter apple cultivars
Cover colour (%) (1), difference between day and night temperatures (°C) (2)

Amennyiben pontosan ismerjük az érési, illetve szedési időpontjait a vizsgált fajtáknak, a nappali és éjszakai hőmérséklet- különbséggel való kapcsolat még szorosabb lehet.

A 13. ábrán jól látható, hogy amennyiben az átlagos nappali és éjszakai hőmérséklet-különbség 3 °C-ról 8 °C-ra nő, a fedőszín-borítottság ezalatt 54%-ról 78%-ra emelkedik (13. ábra).

13. ábra. A fedőszín és a szedés előtti 30 nap átlagos nappali és éjszakai hőmérséklet-különbség közötti kapcsolat nyári érésű fajták esetében alma génbank-ültetvényben (Újfehértó, 1984-2001)

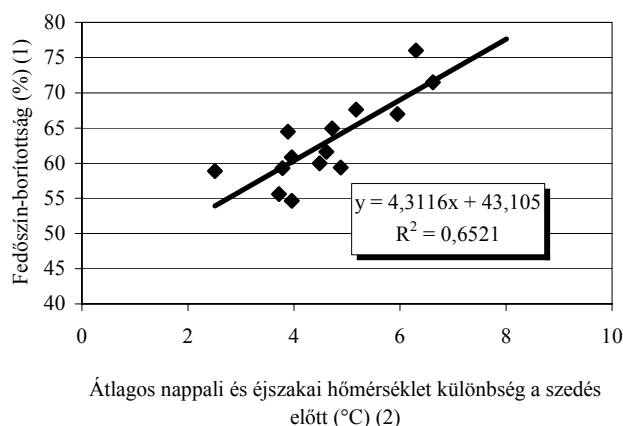


Figure 13. Relationship between the difference in the day and night temperatures 30 days before harvest and cover colour in the case of summer ripening apple cultivars in a gene bank orchard (Újfehértó, 1984-2001)
Cover colour (%) (1), difference between the average day and night temperatures before harvest (°C) (2)

KÖVETKEZTETÉSEK

A nappali és éjszakai hőmérséklet ismerete igen fontos a gyümölcs fedőszín-borítottság mértékének megítélésében. A bemutatott regressziós kapcsolatok meggyőzően bizonyították, hogy vizsgált meteorológiai információk birtokában becsülhetjük a színeződés mértékét.

A téli érésű fajtáknál a fajta genetikai tulajdonságainak van nagyobb hatása, míg a nyári és őszi érésűeknél az évszáz szerepe erőteljesebb. A spur fajták fedőszíne általában intenzívebb, mivel a kisebb fa méret miatt az időjárási hatásokkal szembeni kitettség jelentősebb. A zöld illetve sárga fajták fedőszíne alakulást is célszerű

lenne a jövőben külön elemezni, mivel a piaci értéküket, eladhatóságukat nagymértékben befolyásolja ennek a tényezőnek az alakulása.

Célszerű lenne a jövőben más, eltérő talajú és klimatikus adottságokkal jellemezhető termőhelyeken is ellenőrizni, a kapcsolat illetve a kölcsönhatás jellegét. Mivel a regressziós eljárások által megállapított együttható értékek, alaposabb ellenőrzés nélkül nem általánosíthatók más térségekre.

IRODALOM

- Berényi D.-Justyák J.(1956): Fenológiai felvételezés hegyvidéki szőlőállományban. Időjárás. 2: 104-111.
- Bognár K-Kozma F. (1961): Együttes szőlő-gyümölcsstermesztés mikrometeorológiai vizsgálatáról. Időjárás 6: 366-369.
- Csapó P. (1984): Szőlőültetvények téli fagykárának becslése. Légkör 1: 19-21.
- Csöbőnyei I.-Stollár A. (1969): Az alma rügyfakadása és a rügyfakadás-virágzás fenofázis összefüggése a léghőmérséklettel. Kísérletügyi Közlemények. Kertészet 1-3:19-23. Csöbőnyei I.-Stollár A. (1969): Kapcsolat a jonathán-alma terméseredménye és az időjárási elemek között. OMSZ. Beszámolók az 1969-ban végzett tud. kut.-ról. 157-161.
- Dávid A.-Gergely I.-Stollár A. (1975): A meteorológia elemek hatása a gyümölcs növekedésére és szárazanyag tartalmára. OMSZ. Beszámolók az 1975-ben végzett tud. kut.-ról. 150-157.
- Dunkel Z.-Kozma F. (1981): A szőlő téli kritikus hőmérsékleti értékeinek területi eloszlása és gyakorisága Magyarországon. Légkör 2: 13-15.
- Dunkel Z.-Kozma F.-Major Gy. (1981): Szőlőültetvényeink hőmérséklet- és sugárzás-ellátottsága a vegetációs időszakban. Időjárás 4: 226-234.
- Füri J.-Kozma F. (1975): A szőlő tényleges evapotranszpirációja és öntözővíz szükséglete. OMSZ. Beszámolók az 1975-ben végzett tud. kut.-ról. 138-145.
- Gergely I.-Stollár A. (1978): Almaültetvények és tenyészvényben nevelt fák vízfogyasztásának vizsgálata. OMSZ. Beszámolók az 1978-ban végzett tud. kut.-ról. 138-145.
- Justyák J. (1985): Szőlőfajták növekedésanalízise Tokajhegyalján. A klímapotenciál és az agrometeorológiai információk népgazdasági hasznosítása. Bp., 337-360.
- Nyújtó F. (1965): Gyümölcsstermesztés és agrometeorológia az Alföldön. Kertészet és szőlészet 15: 8-9.
- Pletser J.-Radnai K. (1964): Őszibarack fagyvédelme. OMSZ. Beszámolók az 1964-ben végzett tud. kut.-ról. II. rész 135-146.
- Stollár A. (1977): A gyümölcsstermesztés agrometeorológiai vonatkozásai a Duna-Tisza közén. Légkör 4: 8-10.
- Stollár A. (1977): A meteorológia elemek hatása a jonathán almaérésére. OMSZ. Beszámolók az 1977-ben végzett tud. kut.-ról. 214-219.
- Stollár A.- Zárbok Zs. (1981): A gyümölcsök optimális termőhelyének elemzése hőmérsékleti adottságok alapján. Légkör 3: 15-17.
- Szabó Z. (1997): A kedvezőtlen meteorológiai hatások mérséklése. In: Soltész, M. (szerk), Integrált gyümölcsstermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 353-359.
- Szász G. – Tőkei L. (szerk.) (1997): Meteorológia mezőgazdáknak, kertészeknek, erdészeknek. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Szász G. (1961): Makro és mikroklimatikus hatások a köszméte bogyók növekedésére és beltartalmára. Időjárás 5: 279-288.
- Szász G. (1988): Agrometeorológia – általános és speciális. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 462
- Szőke L-Kiss E. (1980): Az időjárás hatása néhány szőlőfajta termésének mennyiségére és minőségére. Légkör, 3: 20-22.
- Zerinvári E (1950): Növényfejlődési megfigyeléseink a gyümölcsfákon. Időjárás 5-6: 154-155.