

GYÜMÖLCSÜLTETVÉNYEK NEDVÁRAMLÁSI DINAMIKÁJA

Juhász Ágnes – Sepsi Panna – Tőkei László

Bevezetés

Kutatásunkban egyedi, fatörzsön mért nedváramlási adatokra támaszkodva megvizsgáltuk, hogy hogyan változik a vízfelvétel mértéke intenzív módon művelt, sűrű ültetésű cseresznyeültetvényben. Számításokat végeztünk a fák és az ültetvény egészének vízfogyasztására vonatkozóan, a vegetációs időszak bizonyos hónapjaira. Kiszámítottuk, hogy helyi körülmények között hogyan változik a haszonnövény transzspirációs index értéke korai érésű, intenzív cseresznyeültetvényre. A nedváramlás és a légköri viszonyok – mint külső vezérlő tényezők – között fennálló kapcsolatrendszer megismeréséhez a hőmérséklettel, a globálsugárással, a telítési hiánnyal és a széllel való kapcsolatot vizsgáltuk. Méréseinket a *Budapesti Corvinus Egyetem Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaságában* végeztük 2008-tól 2011-ig a vegetációs időszakokban.

A víz fontos ökológiai tényező, meghatározó eleme az éghajlatnak, a mikroklímának, termőhelynek. A megfelelő mennyiségű víz és tápanyagellátás fontos tényezője az optimális növekedésnek és eredményes gyümölcstermelésnek. Az Európai Unióban a gyümölcsösök (mintegy 2,5 millió ha, www.eurostat.eu) jelentős részben a dél-európai régiókban helyezkednek el, ahol nem kielégítő mennyiségű és eloszlású a csapadék. Az ültetvényeknek mintegy 29%-át évente legalább egyszer öntözik, s ez az arány a szélsőséges csapadékeloszlás és szárazság gyakoriságának növekedésével várhatóan tovább emelkedik. Magyarországon 2011-ben az összes megöntözött mezőgazdasági terület 79 000 ha volt, melyből a legnagyobb arányt a szántóterületek öntözése (76,1%) foglalta el. Ezt követték a gyümölcsösök ~7%-kal, 5582 ha-os területtel, ezzel az utóbb említett művelési ág 44%-a részesült vízpótlásban (AKI, 2011).

A meteorológiai mérések és öntözőrendszerek automatizálásával a gyümölcsültetvények öntözésének tervezését gyakorta az evapotranszspiráció klimatikus adatokból történő becslésére alapozzák. Ezen klímáparamétereken alapuló formulák legkényesebb pontja a haszonnövény koefficiensok kezelése, melyeket empirikus módon határoznak meg (Doorenbos és Pruitt, 1977), és ezek változékonyságát a környezeti tényezők és a növekedés különbözőségei okozzák (Jagtap és Jones, 1989). A haszonnövény koefficiens (K_c) a tényleges (TET) és a potenciális evapotranszspiráció (PET) hányadosaként definiálható. Azokban az esetekben, amikor külön növényállományra, valamint a talajra

vonatkozó mutatók segítségével akarjuk leírni akkor a K_c a K_{cb} és a K_e összegének átlagaként áll elő, ahol

K_{cb} (crop basal coefficient) a haszonnövény transzspirációs/növényi koefficiens, K_e a haszonnövény koefficiens talajra vonatkozó mutatóját jelenti.

Míg a PET és a K_c meghatározása viszonylag egyszerű utat biztosít a különböző klimatikus viszonyok között termesztett kultúrák vízigényének becsléséhez, ezen közéletés legnagyobb bizonytalansága, hogy számos, az irodalmakban megjelenő K_c érték gyakran nem helyi körülményekre (művelési mód, támrendszer, az ültetvény általános állapota) adaptált. A FAO 56 (Allen et al., 1998) kiadványban közölt K_c értékek – melyeket alapvetően adott klimatikus viszonyokra, talajtípusra és fenológiai menet alapján kalkuláltak – és a méréssel kapott K_c értékek között, akár 40%-os különbség is jelentkezik (Rana és Katerij, 2008). A K_c -ben megjelenő nagy változékonyság megerősíti, hogy szükségzerű lokális körülményekre haszonnövény koefficiens számítani (Conceicao et al., 2008).

Számos tanulmány foglalkozik azzal, hogy a nedváramlásnak mely időjárási paraméterekkel mutatkozik a legszorosabb kapcsolata. A párologtatást – így a nedváramlás „húzóerejét” – külsőleg legfőképpen a levélzet körüli páratelítettség szabályozza. Lösch and Tenhunen (1981) tapasztalatai is azt a tényt domborítják ki, hogy a sztómák viselkedése a VPD-re érzékenyebb, jobban mint a belső vízállapota.

Backes és Blanke (2007) négy éves M9-es alanyra oltott Braeburn almafákon ($LA = 4,9 \text{ m}^2$) végzett meteorológiai elemek és a nedváramlás összefüggését vizsgálta. A legjobb korreláció a telítési hiánnyal adódott. Ugyanakkor véleményük szerint a globálsugárzás kevésbé befolyásolta a vízfelvételt. Noitsakis és Nastis (1995) 1994 május végétől októberig tanulmányozták a vízpotenciál (chamber pressure method), a sztómavezetés és a transzspiráció (steady state porometer) változását különböző intenzitású cseresznyeültetvényekben Észak-Görögországban. Méréseik szerint a sztómák nyitódása a VPD növekedésével mutatta a legszorosabb összefüggést.

Munkánkban megvizsgáltuk, hogy az intenzív körülmények között nevelt cseresznyefák nedváramlásnak mely időjárási paraméterekkel (hőmérséklet, globálsugárzás, telítési hiány, szélesebesség) mutatkozik a legszorosabb kapcsolata.

A globális felmelegedés kapcsán a gyümölcstermelés kritikus pontjává válhat hazánkban is a szárazabb vegetációs időszakból adódó elégtelen vízellátottság, valamint a megnövekedett öntözési költségek. Ez teszi fontossá, hogy minél pontosabb ismeretekre tegyünk szert a cseresznyefák vízigényét illetően, különösen az intenzív ültetvények esetében, ezért terepi, háborítatlan körülmények között a korábbi kutatásokat folytatva Juhász et al., (2010ab, 2011ab) nedváram mérési kísérleteket végeztünk.

Anyag és módszer

A kutatás helyszíne, mérések

Kutatómunkánk során méréseinket a *Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaságában* végeztük. Nedváramlás mérésekhez a

vizsgált egyedeket egy 2004-es telepítésű cseresznyetáblából választottuk ki. A gyümölcsös adatait a 1. táblázat tartalmazza.

A fákat úgy választottuk ki, hogy azok képviseljék a kísérleti ültetvényben lévő különböző növekedésű alanyú gyümölcsfákat, s így lehetőséget adjanak vízforgalmi sajátosságaik megfigyelésére, tanulmányozására. A vizsgálatokban négy különböző alanyon álló azonos fajtájú fák szerepeltek. A tanulmányozásra kiválasztott egyedek között erős növekedésű Érdi V., középerős Korponay sajmeggy magoncalanyra oltott Rita, valamint középerős vadcsesznye és törpe növekedésű GiSelA 6-ra oltott Rita egyedek voltak.

A kísérleti ültetvény fontosabb adatai:	
Ültetvény területe	1,0 ha
Sortávolság	4,0 m
Tőtávolság	2,0 m
Tenyészterület	8,0 m ²
Sorok tájolása	É-D
Sorköz	fűvesített
Egyedszám	1250 fa·ha ⁻¹
Fajta	Rita (IV-5/62)
A vizsgált fák alanyai	Korponay, Érdi V., GiSelA 6, Vadcsesznye
Koronaforma	Alsó vázkaros karcsúorsó
Telepítés éve	2004 tavasz (egyéves suhángként)
Termőfordulás éve	2006
Öntözés	lombkorona alatti csepegtető

A xilém (szállítócsövecskék, melyekben a víz és vízdékony ásványi anyagok szállítása történik a gyökértől a növény többi részéhez) nedváramlásának meghatározására a „Dynamax Flow 32” szár-hőegyensúly metodikával működő nedváramlás mérő eszközt használtuk. A nedváramlás mérőt mind a négy vizsgálati esztendőben (2008, 2009, 2010, 2011) április 10-től augusztus 31-ig működtettük, azonban meg kell jegyeznünk, hogy az előre nem látható technikai és üzemi problémák miatt az adatnyerés nem volt folytonos. Így 2008-ból összesen 43, 2009-ből 43, 2010-ből 12, 2011-ből 76 sikeres mintavételi napunk származott.

Nedváram mérő eszközünk mellett meteorológiai állomást üzemeltettünk a kísérlet helyszínén. Ennek segítségével mértük a léghőmérsékletet, a relatív nedvességet, a talajnedvességet 30 cm-es és 60 cm-es mélységben. Csapadék, globálsugárzási és szélsebességi adatok is a rendelkezésünkre álltak.

Számítások

Tanulmányunkban a mért nedvaramlási adatok, valamint a módosított Penman–Monteith féle egyenlettel számított potenciális evapotranszpiráció hányadosaként a mérési napokra kiszámítottuk azt a haszonnövény transzspirációs indexet (crop basal coefficient), amely kimondottan hazai környezetre adaptált 4,0x2,0 méteres térállású karcsúorsó koronaformával nevelt cseresznyeültetvényekre, a vegetációs időszak egyes hónapjaira tájékoztatást ad arról, hogy az ültetvény egészéről történő lehetséges párolgás mekkora hányadát képezi csupán a fák vízigénye. A munkánkban definiált haszonnövény transzspirációs koefficiens az általunk a nedvaram-mérővel mért növényi transzspiráció (*SF*) és az ültetvénytű számított potenciális evapotranszpiráció (*PET*) hányadosa.

A nedvaramlás és a légköri viszonyok – mint külső vezérlő tényezők – között fennálló kapcsolatrendszer megismeréséhez a hőmérséklettel, a globálsugárzással, a telítési hiánnyal és a széllal való kapcsolatot vizsgáltuk.

Egytényezős varianciaanalízist és lineáris regressziós analízist alkalmaztunk a nedvaramlás vizsgálatára és a meteorológiai paraméterek közötti összefüggések kimutatására.

A kutatási eredményei

Cseresznyefák egyedi és ültetvénytű vízfogyasztása

A korai érésű Rita fajtájú cseresznyefákon elvégzett méréseink alapján a négy éves fák átlagos egyedszintű napi vízfelvétele 24,2; 23,6; 22,8; 10,9 liter rendre májustól augusztusig havi bontásban 2008-ban. Egy évvel később ezen értékek átlagos alakulása: 25,0; 15,6; 23,0; 18,5 liter rendre májustól augusztusig, havonta.

2010 szélsőségesen csapadékos évben csak júliusból van adatunk, amikor a hat éves cseresznyefák egyedi vízfelvétele 31 és 50 liter között mozgott a következő évi termőgally képződés és a szinte korlátlanul mondható vízelérhetőség mellett.

2011-ben az átlagos egyedszintű vízfelvétel 55,7, n.a.; 48,3; 44,8 liter rendre májustól augusztusig, havonta.

A cseresznyefákon végzett vizsgálatok szerint összességében elmondhatjuk, hogy a hónapok tekintetében, az összes mintát vizsgálva a vártak megfelelően jelentős különbségek adódtak, hiszen a fák zöldtömegének gyarapodása, a gyümölcsnövekedés, a termőgallyak, a levélfelület növekedése is hatással van a vízfelvétel ütemére.

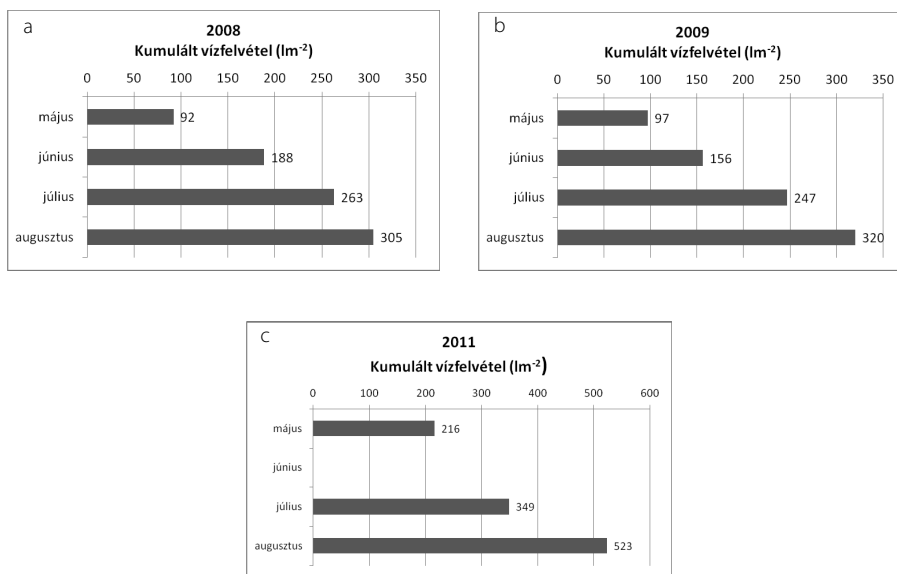
Alapvetően a lombfelület és a gyümölcs intenzív növekedési és érési szakaszában, májusban a környezeti körülményektől függetlenül is magas az egyedi vízfogyasztás mértéke. A nyár utolsó két havában viszont többnyire az időjárásnak van a vízfelvételt, ill. a párologtatást befolyásoló hatása. A gyümölcs szüretelése (május utolsó napjai) utáni időszakban a felvett vízmennyiség nagy része a következő évi termőgally képződést elősegítő zöldtömeg fenntartására szolgál. A vízfogyasztás mértéke a gyümölcsnevelési időszak elmúltával fokozatosan visszaesik.

Feltételezzük, hogy a gyümölcsnövekedés és érés szakaszában (ötödik hónap) tapasztalható megnövekedett vízigény kiszolgálásában, a talajban raktározott téli csapadékmennyiségnek szerepe jelentős. A júniusi minimális egyedszintű vízfogyasztást részben a szüret utáni „fenntartó” időszak, kisebb részben a párolgás számára kedvezőtlen időjárás okozhatta az egyes esztendőkből.

2008-ban a négy éves intenzív cseresznyeültetvényre becsült havi összegekből kiderül, hogy a hatodik hónaptól augusztusig a havi vízigény csökkenő tendenciát mutat, négyzetméterre, hónapra vonatkoztatva átlagosan rendre: 92 mm, 96 mm, 75 mm, 42 mm. Egy évvel később, 2009-ben a nedvaram mérésekre alapozott becslésünk szerint 97,0 mm, 59,0 mm, 91,0 mm, 73,0 mm átlagosan egy négyzetméterre a vizsgált hónapok területi párolgása.

Négy és öt éves intenzív (4,0x2,0 méteres) cseresznyeültetvény számított kumulált párolgási összege májustól augusztusig rendre 305 és 320 mm·m⁻² 2008-ban (1./a ábra) és 2009-ben (1./b ábra).

2011-ben, hét éves ültetvényben, a többnyire száraz vegetációs időszakban a területi párolgás intenzívnek mondható. Az egységnyi területre vonatkozó kalkulált párolgás a különböző hónapokra rendre: 216 mm; n.a.; 133 mm, 174 mm. A légköri aszály nagymértékben növelte a párologtatás mértékét. A vizsgált időszakra számított kumulált párolgási összeg június hónap nélkül 523 mm·m⁻² (1./c ábra).



1. ábra A nedvaram mérések alapján számított vízfelvétel hónapról hónapra összegzett értékei az intenzív cseresznyeültetvény egységnyi területére vonatkoztatva a 2008-as (a), 2009-es (b) és 2011-es (c) esztendőkből (l·m⁻²).

Megjegyzés: 2011. június hónap adathiány miatt jelöletlen

A nedváramlás és a környezeti tényezők kapcsolata

Vizsgálataink szerint a legtöbb napon, a nedváramlás és a levegő telítési hiánya között áll fenn a legszorosabb kapcsolat (2. táblázat). Bizonyos napokon – főként amikor a globálsugárzás napi átlaga meghaladta a $200 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ -t – globálsugárzás és a nedváramlás szintén erős összefüggést mutatott. Természetesen, ha a teljes napi (24 órás) nedváramlást vesszük figyelembe, akkor a sugárzással való kapcsolat szorosságát nyilvánvalóan csökkentti, hogy az éjszakai órákban nincs napsugárzás. Munkánkkal megerősítést nyert több külföldi szerző tapasztalata (*Noitsakis és Nastis 1995*), miszerint a nedváramlásnak a telítési hiánnyal adódott a legerősebb korrelációja.

1. táblázat Pearson féle korrelációs együtthatók ($P=0,01$, $*P=0,05$ változó: nedváramlás)

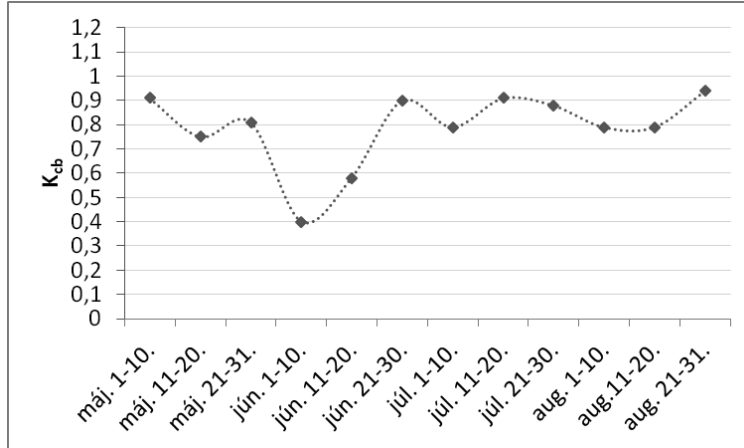
	Hőmérséklet	Telítési hiány	Szélesebesség	Globálsugárzás
Délelőtt (6:00-14:00)	0,982	0,984	0,790	0,846
Délután (14:00-22:00)	0,906	0,930	0,683	0,964
Éjszaka (22:00-6:00)	0,870	0,877	0,371*	-0,245
Nappal (6:00-22:00)	0,935	0,939	0,674	0,626
24 órás	0,937	0,957	0,808	0,765

A teljes napot (24 óra) és a nappali szakaszt tekintve gyakorlatilag minden paraméterrel lineáris kapcsolatot mutat a cseresznyefák nedváramlása. Egyedül a 14:00–22:00-ig tartó szakaszban számolhatunk be exponenciális összefüggésekről, ill. a globálsugárzással való köbös kapcsolatról. Naplementekor a sugárzás erőteljes csökkenésével a nedváramlás is zérushoz közelít. Ugyanezek a tényezők délelőtt exponenciális kapcsolatról adnak tanúbizonyságot. Délelőtt a telítési hiánnyal lineáris, délután exponenciális kapcsolatot tártunk fel.

Haszonnövény transzspirációs koefficiens (Kcb)

A haszonnövény transzspirációs koefficiens három éves időszak alapján számított átlagos dekádonkénti értékeit a 2. ábra tartalmazza. Ezek szerint 0,90 feletti értékek május és július első tíz napjára jellemzőek. Ez a Rita cseresznyefajta fenológiai meneteivel összevetve a májusi gyümölcsnövekedésnek, valamint a július eleji időszakra tehető másodlagos hajtásnövekedésnek és a termőriügyképződésnek a csúcsidezőszaka. Az utóbbi már június végén megkezdődik, ezt bizonyítja a hatodik hó utolsó dekájára tehető 0,9-es érték is. Az augusztus 20-a utáni magas értékek az ültetvény fenntartó szintű öntözési igényére utalnak (a meteorológiai viszonyok figyelembevételével). A négy hónap alatt a legkisebb értékeket június első két dekájában tapasztaltuk (0,39; 0,57). Ez nem véletlen, hiszen a Rita– mint korai, május végi érésű – cseresznyefajta, a gyümölcs

szedése után már nem használ vizet a gyümölcs növekedéséhez, az elsődleges hajtás-növekedési időszak lezárul, párologtatása egyértelműen visszaesik.



2. ábra Három éves mérés alapján számított K_{cb} görbe (középszezonbeli menete) dekádonkénti bontásban

Összefoglalás

Az intenzív gyümölcsösök öntözőrendszerekkel való ellátottsága azt jelenti, hogy ott, akkor és annyi vizet kell kiadagolni, amennyire a természetett növényeknek az adott körülmények között szükséges. A gyümölcsösökben a vízkészlet szabályozása kézzel fogható gazdasági jelentőségű. A kutatási eredmények hozzásegíthetnek az intenzív művelésmódú cseresznye ültetvényekben az öntözés fejlesztését célzó törekvésekhez, a növényi vízfelhasználás és a vízpótlás összehangolásához. Pontosán megismerve a cseresznyefák vízfelvételének dinamikáját, a nedváramlás ütemét, optimalizálható a vízkijuttatás folyamata. Eredményeink alapján megállapítható a cseresznyeültetvények öntözése legfontosabb a gyümölcs növekedésének és érésének időszakában, amikor a fák vízfelhasználása a legnagyobb. Ezt követően a fák vízfelhasználása csökken, majd egy mérsékelt szintre áll be.

A kutatást a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0005 „Fenntartható fejlődés, Élhető régió, Élhető települési táj” projekt finanszírozta.

IRODALOMJEGYZÉK

AKI., 2011 Tájékoztató jelentés az öntözésről. Budapest: Agrárgazdasági Kutató Intézet Statisztika Osztály

Allen, R., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998a. Crop evapotranspiration– guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome, p. 45.

Backes, M., Blanke, M., 2007. Water Consumption and xylem flux of apple trees. Acta Horticulturae 732, pp. 573-578.

Conceicao, N., Paco, T. A., Silva, A.L., Ferreira, M.I., 2008. Crop coefficients for a pear orchard (*Pyrus Communis* L) obtained using Eddy-covariance. Acta Horticulturae 792, pp. 187-192.

Doorenbos, J., Pruitt, W.O., 1977. Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper 24, FAO, Rome, Italy.

Jagtap, S.S., Jones, J.W., 1989. Stability of crop coefficients under different climate and irrigation management practices Irrigation Science 10(3), pp. 231-244.

Juhász, Á., Hrotkó, K., Nagy, Z., Tókei, L., 2010a. Water uptake of cherry trees related to weather conditions. 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture Conference Proceedings. pp. 1019-1022.

Juhász, Á., Nagy, Z., Tókei, L., Hrotkó, K., 2010b. Cseresznyefák vízfogyasztásának megfigyelése. Agrár és Vidékfejlesztési Szemle 5(1), pp. 274-279.

Juhász, Á., Hrotkó, K., Tókei, L., 2011b. Sap flow response of cherry trees to weather condition. Air and Water Components of the Environment Conference's Proceedings. pp.76-82.

Juhász, Á., Tókei, L., Halász, K., Juhász, Á., Hrotkó, K., Lukács, N. 2011a. Water availability and water use in high density orchards on different rootstocks in sandy soils, pollution and water resource. In: Columbia University Seminar Proceedings, Volume XL 2010-2011, Environmental Protection of Central Europe and USA, pp. 378-392.

Lösch, R., Tenhunen, J.O., 1981. Stomatal responses to humidity phenomenon and mechanisms. In: Jarvis, R., Mansfield, G., (eds.), Stomata Physiology. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 197-162.

Noitsakis, B., Nastis, A., 1995. Seasonal changes of water potential, stomatal conductance and transpiration in the leaf of Cherry-trees grown in shelter. In: Systèmes sylvopastoraux. Pour un environnement, une agriculture et une économie durables = Sylvopastoral systems. Environmental, agricultural and economic sustainability pp. 267-270.

Rana, G., Katerji, N., 2008. Direct and indirect methods to simulate the actual evapotranspiration of an irrigated overhead table grape vineyard under Mediterranean conditions. Hydrological Processes 22(2), pp. 181-188.

www.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/agri_environmental_indicators/documents/IRENA%20IFS%2010%20-%20Water%20use%20intensity_FINAL.pdf