

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**A MEGGY ÉS A KÖRTE TERMELÉSI KOCKÁZATÁT
MEGHATÁROZÓ FŐBB TÉNYEZŐK ELEMZÉSE**

Persely Szilvia

Témavezetők:
Dr. Ertsey Imre
professzor emeritus
Dr. Nyéki József
emeritus tanácsadó



DEBRECENI EGYETEM

Ihrig Károly Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2014

1. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉS, VALAMINT A KUTATÁS HIPOTÉZISEINEK BEMUTATÁSA

Magyarország éghajlata alkalmas jó minőségű gyümölcs termesztésére, hiszen a Kárpát-medence védett, viszonylag kiegyenlített kontinentális klímával rendelkezik. Ugyanakkor a téli és a tavaszi fagyok, az aszály és a jégkár helyenként és esetenként súlyos terméskiesést okoznak. Az elmúlt években tapasztalt fagykár – 2007, 2009, 2010, 2012 években – mellett egyre súlyosabb az aszálykár és a jégkár mértéke is, valamint a termelőknek egyre nagyobb gondot okoz az öntözés hiánya. Az utóbbi években tapasztalt jégkárok gyakoribbá válása miatt Magyarországon nagy figyelmet kell fordítani a gyümölcsösök termésbiztonságára. A szélsőséges időjárási események hatására nő az ágazat termelési kockázata, amivel a termelőknek számolniuk kell.

A **világ gyümölcsstermesztése** 1998-ra elérte a 435 millió tonnát. A népesség és az életszínvonal növekedésével együtt folyamatosan nőtt és 2010-ben már a 609 millió tonnát is meghaladta. Az előrejelzések szerint ez a növekedés még az elkövetkezendő két évtizedben is tartós marad.

Jelenleg a világ **meggytermesztése** 1,1 millió tonna körüli. Előrejelzések szerint 2015-re akár a 1,5 millió tonnát is elérheti. A meggytermés 66-70%-át Európában termesztik. A legjelentősebb meggytermesztők közé Törökország, Lengyelország, Ukrajna, valamint Oroszország tartoznak. A meggy hazánkban az alma után a második legfontosabb gyümölcsfaj. Míg 2000-ben csupán 10000 hektáron folyt a meggytermesztés, addigra 2011-ben már 13388 hektáron termeltük ezt a gyümölcsöt, 61735 tonna termést elérve.

A világ vezető **körtetermesztője** Kína (67%), melyet Olaszország és az USA követ. Ugyan éghajlatunk alkalmas jó minőségű körtetermesztésre, ennek ellenére körtetermesztésünk szerény mértékű és termelési színvonalunkat tekintve is jelentős a lemaradásunk. A területi elhelyezkedést figyelembe véve az Alföld és az Észak-magyarországi régió képvisel kiemelkedő arányt.

A gyümölcsstermesztési ágazat jövőjének újragondolása – az erőteljes és erős európai konkurencia feltételei mellett – a jelenlegi helyzet elemzésével, a gyümölcsfajok és a termőhelyek összhangjának vizsgálatával kell kezdődjön.

A dolgozatban két gyümölcsfajt elemzek (meggy és körte) és több termőhely (Újfehértó, Bánfapuszta, Zalasárszeg, Alsóbereczki, Siófok) alapján vonok le következtetéseket a termelés kockázatára vonatkozóan. A termelési kockázaton belül a termőhely, az időjárás és a fajta termelési kockázatot befolyásoló hatásait elemzem.

Mivel az Észak-alföldi régióban – különösen Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében – a meggy ágazat jelentős termelési hagyománnyal bír, ezért ezen a termőtájon vizsgálom a meggy termelési kockázatát, illetve hozam kockázatát. A magyar gyümölcsstermesztési ágazat másik meghatározó gyümölcsének, a körtének a hozam kockázatát Bánfapusztán, Zalasárszegen, Alsóbereczkin és Siófokon vizsgálom.

A dolgozat főbb kutatási célkitűzései:

- A témával kapcsolatos kutatási előzmények áttekintése.
- Magyarország meggy- illetve körte termelésének bemutatása.
- A gyümölcsstermesztésben előforduló kockázati típusok rendszerezése.
- Hőösszegen alapuló fenológiai modell segítségével a meggy rügyfakadásának és virágzás-kezdetének becslése.
- A meggytermesztés termelési kockázatát meghatározó időjárási indikátorok vizsgálata.
- A kockázat matematikai modellezése segítségével a termelő számára optimális döntés megalapozás különböző meggyfajták, valamint a körte különböző fajta-termőhely kombinációkra vonatkozóan.

Kutatási hipotéziseim az alábbiak:

1. hipotézis: A várható klimatikus változás – felmelegedés – hatással lesz a meggy fenofázisainak időbeli alakulására.
2. hipotézis: A különböző termőterületeken nemcsak egyes gyümölcsfajok, de ezen belül az egyes fajták is eltérő hozam kockázattal termesztethetők.

2. ADATBÁZIS ÉS AZ ALKALMAZOTT MÓDSZEREK ISMERTETÉSE

A rügyfakadás, valamint a virágzás-kezdet elemzéséhez az Újfehértói Gyümölcsstermesztési Kutató és Szaktanácsadó Nonprofit Közhasznú Kft. adatbázisából az 1984-től 2010-ig terjedő meteorológiai idősorokat használtam fel. Az adatbázis napi átlagos, minimális, maximális hőmérsékleteket (°C) és csapadékmennyiséget (mm) tartalmaz. Az adatbázis kiegészült a három legfontosabb meggyfajtának ('Újfehértói fürtös', 'Kántorjánosi' és 'Debreceni bőtermő') a rügyfakadási, valamint a virágzás kezdetére és végére vonatkozó feljegyzésekkel (rügyfakadási adatok csupán 1984-1991-ig álltak rendelkezésre).

Céлом egy olyan modell felépítése volt, mellyel megfelelő pontossággal meghatározható a rügyfakadás és a virágzás kezdetének kezdőpontja az 'Újfehértói fürtös', a 'Kántorjánosi' és a 'Debreceni bőtermő' meggyfajtákra vonatkozóan. A becslés hibáját a megfigyelt időponttól való (napban mért) eltérések átlagos négyzetösszegének négyzetgyökeként definiáltam, napban kifejezve.

Optimalizálással határoztam meg a statisztikailag becsült kényszernyugalom-kezdet időpontját, és ettől fogva akkumuláltam a hőösszeget. Szintén optimalizálással becsültem az alsó- és felső bázishőmérsékletet külön-külön a rügyfakadás és a virágzás-kezdet időpontjára vonatkozóan. Az optimalizálást minden esetben a standard hiba minimalizálásával végeztem, ezen kívül számoltam a maximális abszolút hibát és az átlagos abszolút hibát is. A megfigyelt adatokból kiindulva kiszámoltam a három fajtára vonatkozóan a napi középhőmérsékletnek a bázishőmérséklet feletti részét egy adott naptól kumulálva a rügyfakadásig minden évre. A virágzás esetében az összegzés a rügyfakadásakor indult. A modellt úgy állítottam fel, hogy ha a hőösszeg a napi középhőmérsékletek alsó bázishőmérséklet feletti és a felső bázishőmérséklet alatti részét az induló naptól kumulálva eléri a fajtánkénti kritikus értéket, akkor arra a fajtára a modell jelezze a rügyfakadást, illetve a virágzás-kezdetet. A kritikus hőösszeget a historikus adatokból az adott fenológiai stádium eléréséhez szükséges hőösszegek átlagaival becsültem.

A klímaváltozás hatásainak vizsgálatához az ELTE Meteorológiai Tanszékének munkatársai által 10 km-es rácspontokra leskálázott, az 1961-1990-es bázisidőszakhoz igazított, a 2021 és 2050 közötti időintervallumra vonatkozó RegCM3.1 (regionális) klímamodell futtatásainak eredményeit használtam fel.

A szakirodalomban elterjedt **várható érték-variancia (E-V) hatásossági kritérium** annak eldöntésére alkalmazható, hogy a vizsgált időszakban melyik döntési változathoz tartozik magasabb várható értékű, ugyanakkor alacsonyabb varianciájú értékteremtés, azaz kisebb kockázat. A természetlag jellemzésére a **várható értéket (E)**, míg a kockázat kifejezésére egy szóródási mutatószámot, a **varianciát (V)** alkalmaztam.

A következőkben arra a kérdésre kerestem a választ, hogy hogyan lehetne (milyen tulajdonságokkal) jellemezni a különböző gyümölcsfajtákat annak érdekében, hogy azok kockázatosságát össze tudjuk vetni. A **sztochasztikus dominancia (SD)** kritérium módszer alkalmas annak megállapítására, hogy a vizsgált időszak alatt elkülöníthetőek-e olyan döntési változatok, melyek jobb vagy legalább olyan jó eredménnyel bírnak, mint a többi. A kockázatok értékelésével előtérbe került a döntéshozó kockázatvállalásához fűződő személyes viszonya, vagy kockázatkerülő magatartása, amit a szakirodalom kockázati averzióként (r_a) emleget. A dolgozatban az elsőfokú, a másodfokú és az általános sztochasztikus dominanciát vizsgáltam. Az általánosított sztochasztikus dominancia az első- és másodfokú sztochasztikus dominanciakritériumnál erősebb módszer, mert a vizsgálat során már figyelembe veszi a döntéshozónak a bizonyossági egyenértéken alapuló hasznossági függvényét, illetve a kockázatkerülésének mértékét is, ezáltal a kockázatkerülés mértékének függvényében a lehetőségek között mindig létesíthető rendezés. A legésszerűbb döntés a gazdálkodó számára, ha azt a lehetőséget választja, melyre a bizonyossági ellenérték (CE) maximális.

A meggy hozam kockázatának elemzését Újfehértón, a körte hozam kockázatának vizsgálatát a Gyümölcskert Zrt. két ültetvényén Zalasárszegen és Bánfapusztán, a Pyrus-94 Kft. gyümölcsösében, valamint a Siófoki Gyümölcsstermesztési Zrt. ültetvényén végeztem.

Mivel a hazai szakirodalomban még nem találok a **gyümölcsstermesztésben előforduló kockázat** típusainak részletes bemutatásával, ezért dolgozatomban fontosnak tartom, hogy rendszerbe foglaljam ezeket a kockázati forrásokat.

A gyümölcsstermesztésben előforduló kockázat típusait három nagy csoportba soroltam: **termelési, humán és gazdálkodási kockázatot** különböztethetünk meg. A **termelési kockázat** az ökológiai adottságokat befolyásoló véletlen hatások által generált változékonyság és a termesztett növény biológiai igényének különbözőségéből fakad, melyeket a teljesség igénye nélkül – kísérletet téve fontossági sorrend megjelölésére is – a dolgozatban mutatok be. A termelési kockázat forrásai a termőhely, az időjárás, az alany- illetve fajtahasználat, a kiválasztott technológia és a véletlen veszteségek lehetősége. A termelési kockázaton belül az **időjárási kockázatot** kiemelten kezelem, hiszen a szélsőséges időjárási tényezők – téli- és tavaszi fagy, jégeső, csapadék kedvezőtlen eloszlása, nyugalmi és a vegetációs időszak magas hőmérséklete, egyre gyakoribb zivatarok és szélviharok, az extrém mennyiségű és időpontban érkező csapadék, valamint az őszi korai fagy – termőhely szerint differenciáltak és jelentős kockázati tényezőt képviselnek. Éppen ezért a jövőben is számolnunk kell az időjárás által okozott terméskieséssel.

A döntéshozó gazdálkodó, illetve a technológiát megvalósító termelő felkészültsége, hozzáértése meghatározza az egész gyümölcsstermelési, értékesítési rendszer működését, annak hatékonyságát, ezért a **humán kockázatot** kiemelten kell kezelni.

A megfelelő szintű biológiai, technológiai, technikai, gazdálkodási és piaci ismeretek birtokában alakítható ki racionális döntés a termelés irányát, méretét illetően, ezért a **gazdálkodási kockázat** elemzése is kiemelt fontosságú.

3. AZ ÉRTEKEZÉS FŐBB MEGÁLLAPÍTÁSAI

3.1. Rügyfakadás modell

Az optimális alsó és felső bázishőmérséklet, valamint az optimális induló nap (statisztikailag optimalizált mélynyugalom vége) rügyfakadás esetén 2,5°C, 5°C és 42 nap. A standard hiba, az átlagos abszolút hiba és a maximális abszolút hiba 2,75; 2,25 és 6 nap.

Az 1. táblázatban az egyes fajták rügyfakadásig összegyűlt hőösszegei láthatóak Celsius fokokban. Ezek az értékek megfelelnek a szakirodalomban fellelhető, fiziológiai megfontolásokon alapuló értékeknek. A vizsgált 8 év közül az 1989-es évre érdemes nagyobb figyelmet fordítani, hiszen már 17,5°C-nál bekövetkezett a rügyfakadás, vagyis a gyümölcsfa alacsony hőösszegre is rügyfakadással válaszolt. Lényeges különbséget a három meggyfajta hőösszegei között csak 1984-ben és 1990-ben tapasztaltam. 1984-ben a „Debreceni bőtermő” fajtánál nagyobb hőösszegnél (32,6°C) következett be a rügyfakadás, mint a másik két fajtánál, míg ugyanez 1990-ben az „Újfehértói fürtös” meggyfajtánál volt megfigyelhető. Ezek a különbségek azonban nem szignifikánsak, ami megfelel SZABÓ (2007) fenológiai fajta-összehasonlító vizsgálatainak.

1. táblázat: Az 1984-től 1991-ig megfigyelt, illetve az ezek átlagából számított kritikus hőösszeg-értékek (°C)

Évek	Fajták			Átlag
	'Újfehértói fürtös'	'Kántorjánosi'	'Debreceni bőtermő'	
1984	30,1	30,1	32,6	30,9
1985	36,3	36,3	36,3	36,3
1986	32,3	32,3	32,3	32,3
1987	28,2	28,2	28,2	28,2
1988	23,9	23,9	23,9	23,9
1989	17,5	17,5	17,5	17,5
1990	41,4	38,9	38,9	39,7
1991	24,6	24,6	24,6	24,6

Forrás: Újfehértói Kutató Állomás adatai alapján saját összeállítás, 2011

A 2. táblázatban is látható, hogy az 1989-es és az 1990-es évek kirívónak mondhatóak a vizsgált évek közül. 1989-ben a becslés szerint 5-6 nappal később következett be a rügyfakadás. 1990 évet vizsgálva ezzel ellentétes eredményre jutottam, ugyanis a becslés korábbi (-3; -4 nap) rügyfakadást prognosztizált a megfigyelhez képest.

2. táblázat: A rügyfakadás időpontjára vonatkozó becslések hibái (nap)

Évek	Fajták			Abszolút értékek éves átlaga
	'Újfehértói fürtös'	'Kántorjánosi'	'Debreceni bőtermő'	
1984	0	0	-1	0,33
1985	-2	-2	-2	2,00
1986	-1	-1	0	0,67
1987	1	1	1	1,00
1988	3	3	3	3,00
1989	5	5	6	5,33
1990	-4	-3	-3	3,33
1991	2	2	3	2,33
Abszolút értékek átlaga	2,25	2,13	2,38	2,25

Forrás: Újfehértói Kutató Állomás, valamint a RegCM3.1 adatai alapján saját összeállítás, 2011

3.2. Virágzás-kezdés modell

Az optimális alsó és felső bázishőmérséklet a virágzási modell esetén 1,6°C és 19°C. A standard hiba, az átlagos abszolút hiba és a maximális abszolút hiba 2,76; 2,39 és 9 nap.

A 3. táblázatban látható, hogy a modell a 27 évből 19 évre 3 vagy annál kevesebb napos eltéréssel becsült. 1990-ben a megfigyelt és a becsült értékek teljesen megegyeznek mindhárom meggyfajta esetében. A legnagyobb eltérés a becsült és a megfigyelt virágzás-kezdés időpontjában 1998-ban volt, hiszen a modell 8, illetve 9 nappal

korábbi virágzás-kezdetet prognosztizál. Megállapítható, hogy a vizsgált három meggyfajta közül az 'Újfehértói fürtösre' vonatkozó előrejelzés bizonyult a leghatékonyabbnak. Habár a modell hatékonyan magyarázza a virágzás kezdőpontját, úgy tűnik, hogy az első időszakban (1984-1988) korábbi becslést jelez a megfigyelthez képest, 1999-től 2006-ig pedig későbbi virágzás kezdetet prognosztizál. Ez a jelenség felhívja a figyelmet arra, hogy a klímaváltozással esetlegesen a növényi válaszadás is némileg módosul.

**3. táblázat: A virágzás kezdőpontjára vonatkozó becslések hibái
(nap)**

Évek	Fajták			Abszolút értékek éves átlaga
	‘Újfehértói fürtös’	‘Kántorjánosi’	‘Debreceni bőtermő’	
1984	-2	-3	-1	2,00
1985	-1	-1	-1	1,00
1986	-1	-1	-1	1,00
1987	-7	-8	-8	7,67
1988	-2	-2	-2	2,00
1989	1	1	2	1,33
1990	0	0	0	0,00
1991	-1	-1	0	0,67
1992	1	-1	0	0,00
1993	4	3	4	3,67
1994	1	0	-1	0,00
1995	-4	-4	-5	4,33
1996	1	1	1	1,00
1997	1	1	1	1,00
1998	-8	-9	-8	8,33
1999	0	1	1	0,67
2000	2	3	2	2,33
2001	1	2	-1	0,67
2002	4	4	4	4,00
2003	3	4	4	3,67
2004	3	3	3	3,00
2005	3	3	3	3,00
2006	2	2	3	2,33
2007	-5	-6	-5	5,33
2008	3	3	3	3,00
2009	6	6	6	6,00
2010	-1	-3	-2	2,00
Abszolút értékek átlaga	2,29	2,52	2,38	2,39

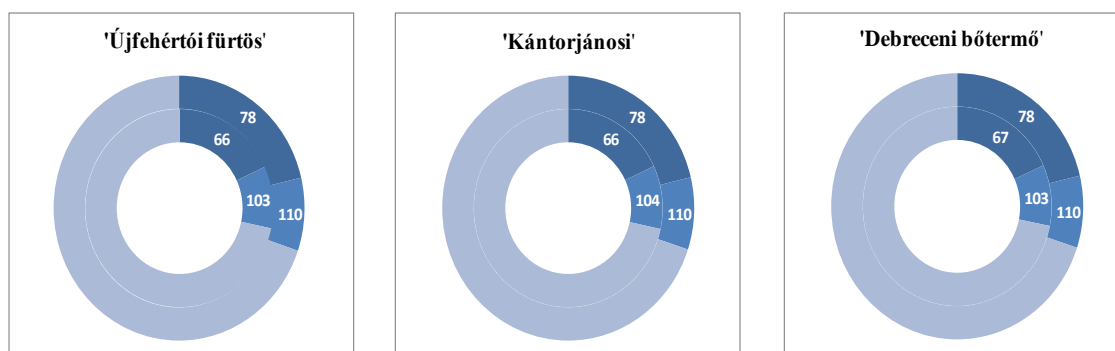
Forrás: Újfehértói Kutató Állomás, valamint RegCM3.1 adatai alapján saját összeállítás, 2011

3.3. A meggy rügyfakadásának és virágzás-kezdetének jövőben várható időpontjának becslése

Ha a fenti modellt regionálisan leskálázott klímamodell eredményeivel futtatjuk le, akkor képet kaphatunk a meggy fenológiai ritmusának várható további változásairól. Az 1984-2010-ig terjedő időszakot bázisidőszaknak tekintve kiszámítottam az „**átlagos virágzási időszakot**”. Az átlagos virágzás kezdetnek a 110. napot, míg az átlagos virágzás végnek a 121. Julianus napot tekintettem a 2021 és 2050 közötti időszakban.

Az 1. ábrán a rügyfakadási és a virágzás-kezdet időpontok láthatóak a három meggyfajtára vonatkozóan ('Újfehértói fürtös', 'Kántorjánosi' és 'Debreceni bőtermő'). A külső körön a megfigyelt értékek láthatóak (rügyfakadás vizsgálata 1984-1991 között, virágzás vizsgálata 1984-2010 között). A belső körön a becsült értékek láthatóak (2021-2050), melyek a fenológiai modellen és a RegCM3.1 regionális klímamodell előrejelzésén alapulnak.

1. ábra: Megfigyelt (külső kör) és becsült (belső kör) rügyfakadási és virágzás-kezdet időpontok



Forrás: Újfehértói Kutató Állomás, valamint RegCM3.1 adatai alapján saját szerkesztés, 2011

A RegCM3.1 modell előrejelzése szerint a **rügyfakadás** kezdetének időpontja a 2021-2050-es időintervallumra vonatkozóan várhatóan átlagosan **11-12 nappal**, a **virágzás** **6-7 nappal korábban fog bekövetkezni**, mint a megfigyelt értékek.

3.4. A klimatikus indikátorok alakulása a RegCM3.1 modell eredményei alapján a virágzást megelőző 10 napban, valamint a virágzás alatt

A RegCM3.1 regionális klímamodell (2021-2050) előrejelzésének eredményeit (eltolás-mentes) hasonlítottam össze Újfehértón a historikus adatokhoz viszonyítva (1984-2010). Feltételezve azt, hogy a fenti fenológiai modell a virágzás kezdőpontjára 2021 és 2050 között átlagosan 6-7 nappal korábbi időpontot jelez, az indikátorok értékeit a bázis virágzási időhöz képest 7 nappal korábbi időszakra is kiszámítottam. Az összehasonlításba a 10 és 12 nappal korábbi virágzáskezdeteket is belevettem, hiszen előfordulhat a 7 napos előretolódásnál hosszabb előrecsúszás is. Ez utóbbi összehasonlításokat szintén a RegCM3.1-es regionális modell segítségével végeztem.

A fagyos napok számának alakulása (0°C alatti minimumhőmérséklet)

A fagyos napok számának átlaga 1984-2010 között 1,1 nap volt. Azonban az egyes évek közötti jelentős eltérést mutatja, hogy míg 1986-ban, 1991-ben és 2002-ben 4 fagyos nap is előfordult a vizsgált időszakban, addig az évek többségében egyetlen fagyos nap sem volt. A klímamodell 2021-2050-es időszakra nem jelez fagyos napokat a bázis virágzási, illetve az azt megelőző 10 napra. Amennyiben a virágzás ennél mintegy 7 nappal korábban következik be, akkor a harminc évből várhatóan átlagosan két évben fordulhat elő fagyos nap a vizsgált időszakban (maximum 1 fagyos nap). 10 nappal korábbi virágzás-kezdetet feltételezve mintegy három évben fordulhat elő fagyos nap (maximum 1 fagyos nap), míg 12 nappal korábban kezdődő virágzás esetén átlagosan 4 évben várhatunk 0°C alatti hőmérsékletet, egy évben egy-két fagyos nappal számolva.

Az abszolút minimum hőmérséklet alakulása

A huszonhét éves átlag $0,1^{\circ}\text{C}$, azonban kiugró értékeket figyelhetünk meg, hiszen míg 1996-ban és 2009-ben viszonylag magas (5°C és $4,5^{\circ}\text{C}$) abszolút minimumokat mértek, 1992-ben és 2002-ben -5°C -ot, illetve $-4,3^{\circ}\text{C}$ -ot. A regionális klímamodell szerint az abszolút

minimum hőmérséklet a 2021-2050-es időszakban átlagosan 6°C körül várható. Ha azonban 7 nappal korábbi virágzás-kezdetet feltételezünk, akkor 4,3°C-ra csökken ez az érték, 10 nappal korábbi esetén 3,9°C-ra és ha 12 nappal előrébb tolódik a virágzás-kezdet, akkor hasonló eredményre jutunk, mint az 1984-2010 között megfigyelt érték (0,1°C).

Minimum hőmérsékletek átlagának alakulása

A minimum hőmérséklet sokéves átlaga 6,1°C. A regionális klímamodell szerint a minimum hőmérséklet a 2021-2050-es időszakban átlagosan 10,9°C körül várható. Általánosságban elmondható, hogy korábbi virágzás-kezdet esetén ez az érték egyre kisebb lesz. 7 nappal korábbi virágzás-kezdetet feltételezve a minimum hőmérsékletek átlaga 10°C, 10 nappal korábbi esetén 9,6°C, 12 nappal korábbi esetén 9,4°C.

10°C feletti átlaghőmérsékletű napok számának alakulása

Az eredmények azt mutatják, hogy a vizsgált 27 évben (1984-2010) nem növekedett szignifikánsan a 10°C feletti átlaghőmérsékletű napok száma. Az átlag 15,7 nap volt. 2009-ben 23 olyan nap volt, amikor a virágzás előtti 10 napban és a virágzás alatt 10°C feletti átlaghőmérséklet volt tapasztalható. Ezzel szemben 1986-ban csupán 11 ilyen nap volt. A 10°C feletti átlaghőmérsékletű napok száma várhatóan 2021-2050 között kis mértékben növekedni fog, évenkénti erős ingadozással. 2021 és 2050 között átlagosan 16 nap várható. Kismértékű csökkenés tapasztalható (14,2 nap, 13,4 nap, illetve 12,7 nap) 7, 10, illetve 12 nappal korábbi virágzás-kezdet esetén.

A maximum hőmérséklet átlagának alakulása

A huszonhét éves átlag 18,6°C. A maximum hőmérsékletek erőteljes ingadozása figyelhető meg a vizsgált időszak alatt, hiszen amíg 1985-ben, 1991-ben, 2001-ben, 2002-ben, 2008-ban és 2010-ben csupán 16°C volt a maximum hőmérsékletek átlaga, addig 1987-ben a 27°C-ot is meghaladta, ami több mint 8°C-kal magasabb a huszonhét év átlagánál. A maximum hőmérsékletek átlaga a virágzáskor és az azt megelőző dekádban a 2021-2050-es időszakra vonatkozóan várhatóan

13,2°C lesz. Korábbi virágzás-kezdet esetén további csökkenést tapasztaltam a maximum hőmérsékletek átlagában. A maximum hőmérséklet átlagának elemzése során kaptam a legkisebb relatív szórás értékeket (13% és 16% között).

A csapadékmentes napok számának alakulása

A vizsgált időszak alatt és 10 nappal előtte átlagosan 13,6 csapadékmentes nappal számolhatunk, azonban csökkenés figyelhető meg. A csökkenés mértékére jellemző, hogy az 1980-as években a trendérték 14 nap volt, ami 13 napra csökkent. A RegCM3.1-es klímamodell átlagosan 12,1 csapadékmentes napot becsül a bázis virágzást megelőző 10 napra, illetve a bázis virágzási időre. A vizsgált változatok közül egyetlen korábbi virágzás-kezdetet feltételezve sem tapasztaltam nagymértékű eltérést ettől, tehát a csapadékmentes napok számában nem várható számottevő változás, még akkor sem, ha előrébb tolódik a virágzás-kezdet.

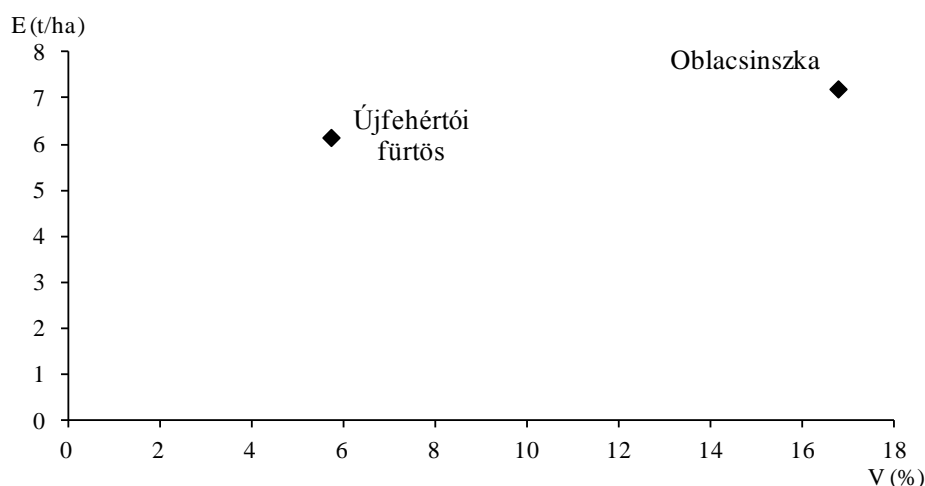
5 mm-nél nagyobb mennyiségű csapadékos napok számának alakulása

A virágzás alatt és az azt megelőző dekádban 1984 és 2010 között átlagosan 2,2 napon hullott 5 mm-t meghaladó mennyiségű csapadék. Várhatóan átlagosan 3 nap lesz, amikor a csapadék mennyisége meg fogja haladni az 5 mm-t a 2021-2050 közötti időszakban a bázis virágzást megelőző 10 napban, illetve a bázis virágzás alatt. A klímamodell szerint ez lényegében még akkor sem változik, ha korábban kezdődik a virágzás.

3.5. Különböző meggyfajták hozamkockázatának összehasonlító vizsgálata

Az elemzés során összehasonlítottam az Újfehértón termesztett két meggyfajta ('Újfehértói fürtös' és 'Oblacsinszka') terméskockázatát különböző módszerekkel. Az úgynevezett **E-V hatásossági kritérium** (2. ábra) alapján vizsgáltam a terméskockázatot és ábrázoltam a várható értéket a variancia függvényében. Az efficiens halmazba mindkét meggyfajta bekerült, hiszen az általuk kijelölt észak-nyugati síknegyedben nem található másik döntési változat, így ezzel a módszerrel rendezést nem tudtam felállítani. Tehát ha sorrendet szeretnék felállítani, akkor szükség van az első-, illetve másodfokú sztochasztikus dominancia kiszámítására is.

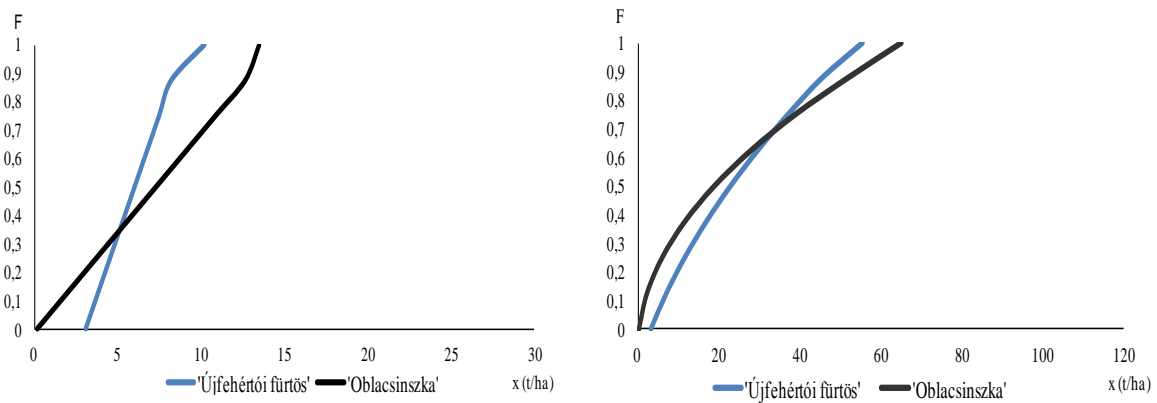
2. ábra: Az E-V hatásosság szemléltetése az Újfehértón termesztett két meggyfajta termés hozamára



Forrás: Újfehértói Kutató Állomás adatai alapján saját szerkesztés, 2013

Az **első- és a másodfokú sztochasztikus dominancia** eredménye a 3. ábrán látható. Mivel az eloszlásfüggvények metszik egymást, így teljes rendezés nem adódik, az első- és a másodfokú sztochasztikus dominancia kiszámítása nem nyújt egyértelmű választ arra, hogy az 'Újfehértói fürtös' vagy az 'Oblacsinszka' meggyfajta termeszthető Újfehértón kisebb kockázattal. Így szükség volt az általánosított sztochasztikus dominancia módszerre is (4. ábra).

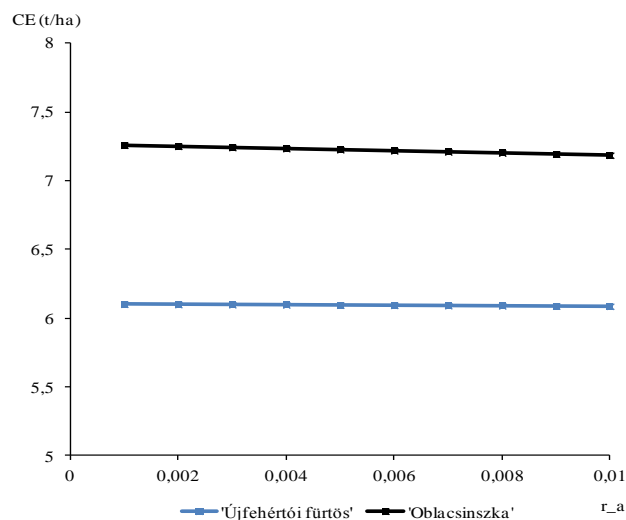
3. ábra: Első- és másodfokú sztochasztikus dominancia



Forrás: Újfehértói Kutató Állomás adatai alapján saját szerkesztés, 2013

Az **általánosított sztochasztikus hatásosság** módszernél már figyelembe vettem a döntéshozónak a kockázatvállaláshoz fűződő személyes viszonyát is, ami a 4. ábrán látható. A CE értékeket az abszolút kockázati averzió függvényében ábrázolva látható, hogy a magasabban fekvő görbe jelenti a jobb változatot, tehát ez a kevésbé kockázatos lehetőség. Az Újfehértón vizsgált két meggyfajta közül tehát az 'Oblacsinszka' meggyfajta termesztése bizonyul kedvezőbbnek.

4. ábra: Bizonyossági ellenérték görbék a kockázati averzió (r_a) függvényében az 'Újfehértói fürtös' és az 'Oblacsinszka' meggyfajták termés hozamára

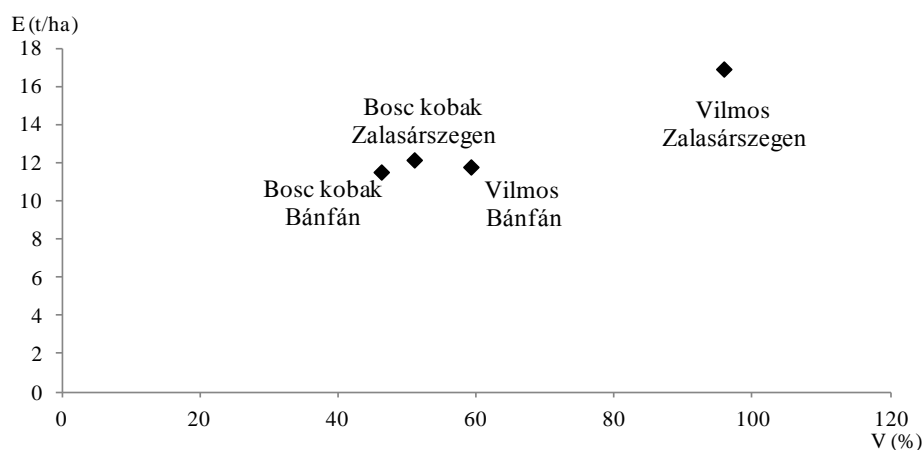


Forrás: Újfehértói Kutató Állomás adatai alapján saját szerkesztés, 2013

3.6. Különböző körtefajták hozamkockázatának összehasonlító vizsgálata

Az elemzést elkészítettem két termőhelyre (Bánfapuszta és Zalasárszeg) és két körte fajtára ('Bosc kobak' és 'Vilmos körte') vonatkozóan is. A várható érték-variancia kritérium alapján a vizsgált négy lehetőség közül csakis a Bánfán termesztett 'Vilmos körte' fajta nem került be az efficiens halmazba, tehát teljes rendezést nem tudtam felállítani (5. ábra).

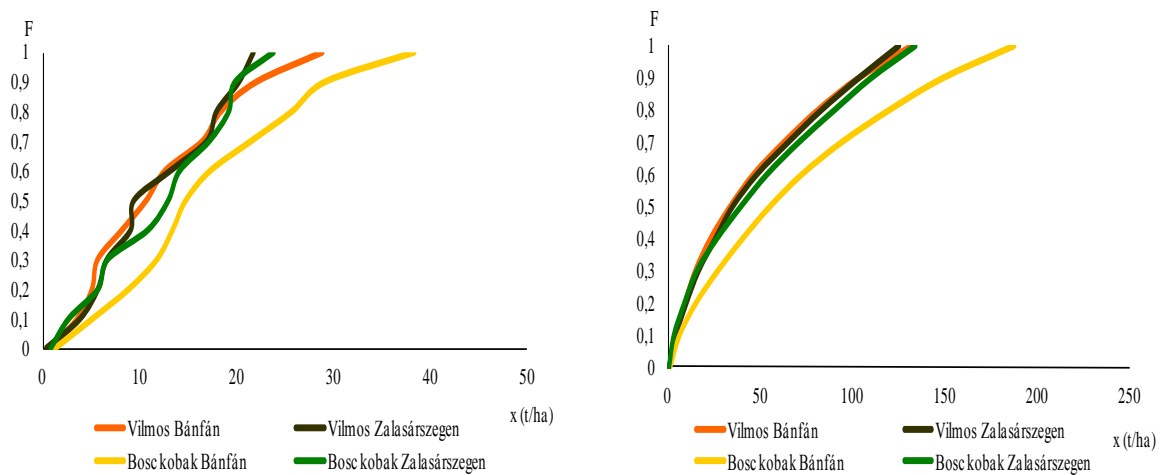
5. ábra: E-V hatásosság a bánfai és zalasárszegi körtefajták terméshozamára



Forrás: Gyümölcskert Zrt. adatai alapján saját szerkesztés, 2011

Mivel az eloszlásfüggvények metszik egymást, az elsőrendű sztochasztikus dominancia (6. ábra bal oldal) nem nyújt egyértelmű választ arra, hogy melyik termőhelyen és melyik fajta termesztendő a legkisebb kockázattal. Mint ahogy a 6. ábra jobb oldalán látható, a 'Bosc kobak' fajta Bánfán termesztve járt a legkisebb kockázattal, mivel az eloszlásfüggvénye majdnem a teljes tartományban a másik három függvény alatt maradt.

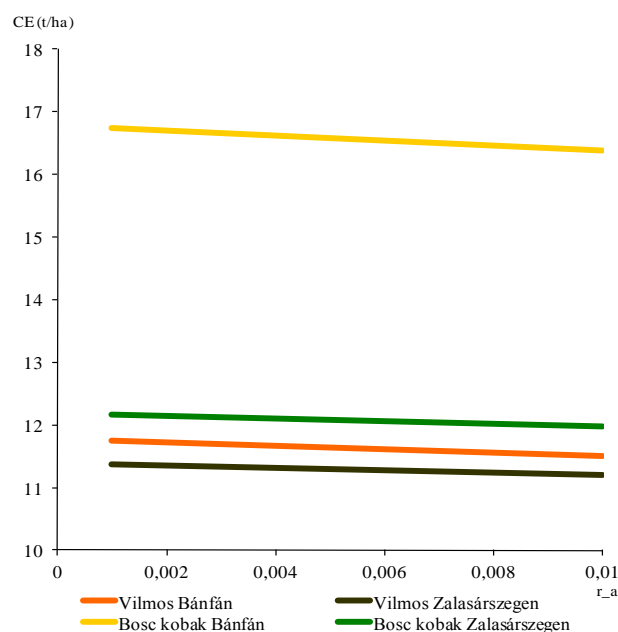
6. ábra: Első- és másodfokú sztochasztikus dominancia



Forrás: Gyümölcskert Zrt. adatai alapján saját szerkesztés, 2011

Szigorúan véve azonban nem mutatható ki teljes rendezés, ezért szükség volt az általánosított sztochasztikus dominancia módszerre is. A bánfai 'Bosc kobak' körtefajta bizonyossági ellenérték-függvénye kimagaslik a többi közül, amiből a kisebb terméskockázatra következtethetünk. Ezt követi a zalasárszegi 'Bosc kobak' fajta (7. ábra).

7. ábra: Bizonyossági ellenérték görbék a kockázati averzió (r_a) függvényében különböző helyen termesztett „Bosc kobak” és „Vilmos körte” fajták terméshozamára

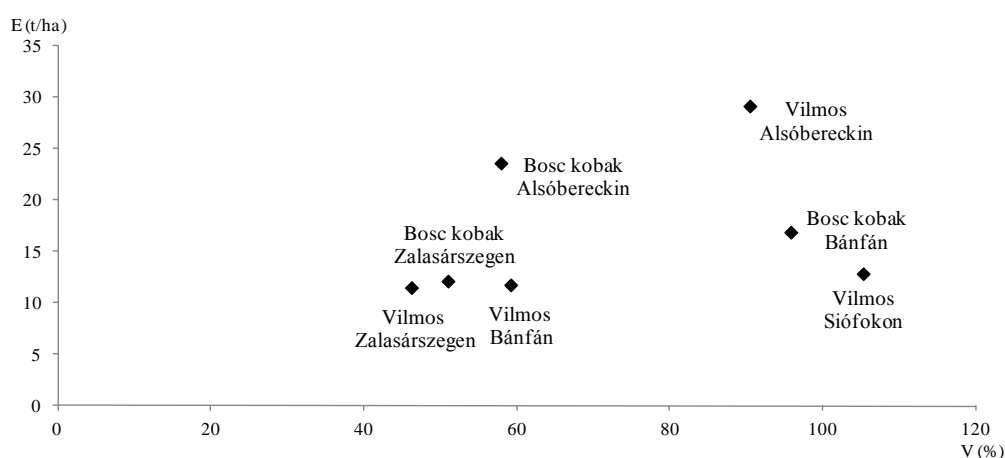


Forrás: Gyümölcskert Zrt. adatai alapján saját szerkesztés, 2011

3.7. Különböző körtetermesztő régiók hozamkockázatának összehasonlító vizsgálata

Az elemzést elvégeztem két Délnyugat-magyarországi, egy Dél-dunántúli és egy Észak-magyarországi termőhelyre vonatkozóan is, melyek a körtetermesztés szempontjából meghatározóak. A döntési halmazba csakis a Bánfán termesztett 'Vilmos körte' és 'Bosc kobak', valamint a Siófokon termesztett 'Vilmos körte' fajták nem kerültek be (8. ábra).

8. ábra: Az E-V hatásossági ábra négy termőhelyre vonatkozóan

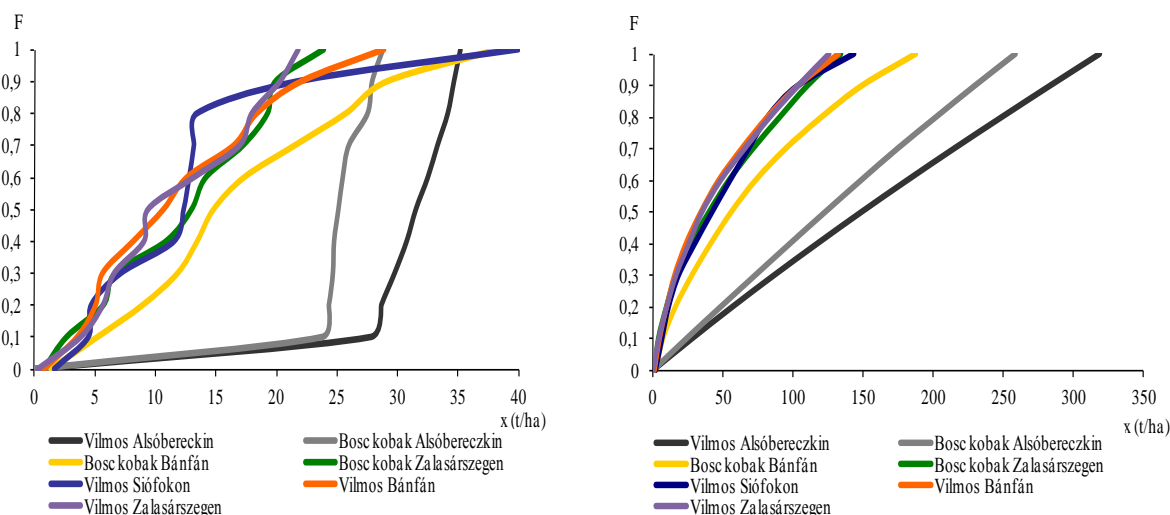


Forrás: Gyümölcskert Zrt., Siófoki Gyümölcsstermesztési Zrt. és a Pyrus-94 Kft. adatai alapján saját szerkesztés, 2011

A 9. ábra bal oldalán az elsőfokú sztochasztikus dominancia eredménye látható. Mivel az eloszlásfüggvények többnyire metszik egymást, így az elsőfokú sztochasztikus dominancia nem nyújt minden tekintetben kielégítő választ arra a kérdésre, hogy melyik termőhelyen, és melyik fajta termesztendő a lehető legkisebb kockázattal. Az azonban látszik, hogy az Alsóberecki ültetvényen termesztett mindkét fajta eloszlásfüggvénye majdnem a teljes tartományban a többi eloszlásfüggvénytől jobbra helyezkedik el, ami magasabb várható érték mellett alacsony szórásnégyzetet jelent, vagyis a termés-kockázat ezen az ültetvényen a többivel összehasonlítva alacsonyabb.

A továbbiakban a másodfokú sztochasztikus dominancia módszer eredményét vizsgáltam a 9. ábra jobb oldalán. Látható, hogy az Alsóbereckin termesztett 'Vilmos körte' fajta termesztése jár a legkisebb kockázattal, hiszen az eloszlásfüggvény integrálja a teljes tartományban a többi eloszlásfüggvény integrálja alatt marad. Ezt követi az Alsóberecki, valamint a bánfai 'Bosc kobak' fajta. Azonban szigorúan véve a másodfokú sztochasztikus dominancia segítségével sem mutatható ki teljes rendezés, hiszen a Zalasárszegen termesztett két körtefajta, a Siófokon termesztett 'Vilmos körte' és a Bánfán termesztett 'Vilmos körte' fajták eloszlásfüggvényei és az eloszlásfüggvények integrálfüggvényei is metszik egymást, így szükség volt az általánosított sztochasztikus dominancia alkalmazására is.

9. ábra: Első- és másodfokú sztochasztikus dominancia

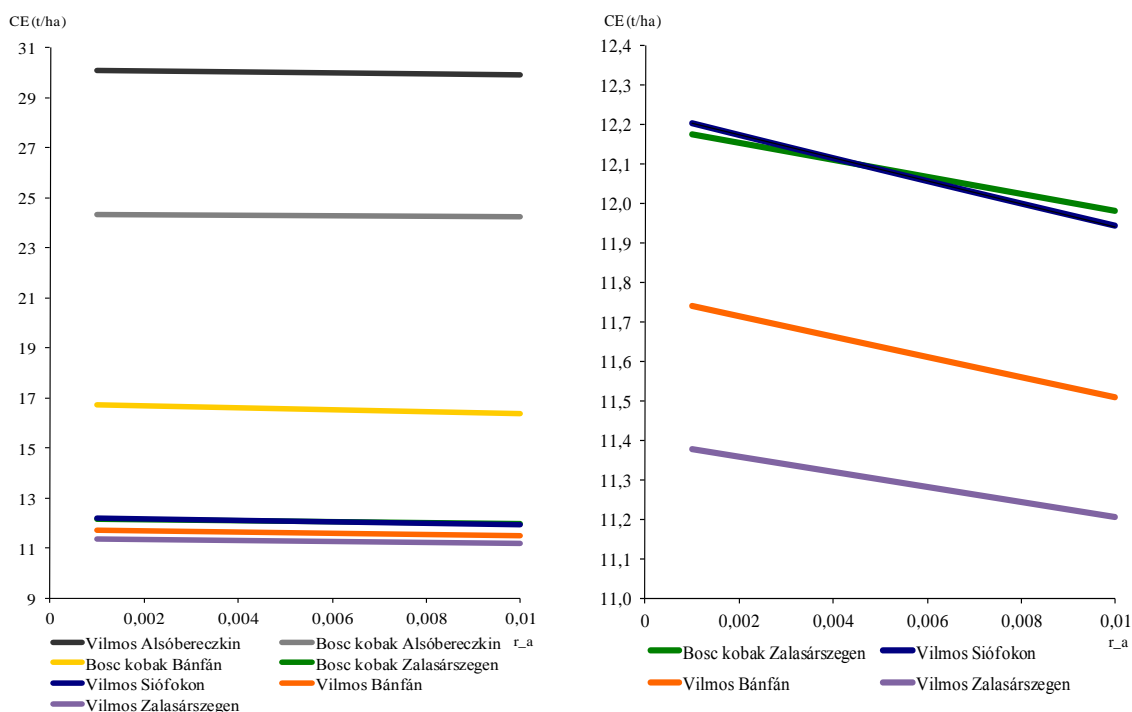


Forrás: Gyümölcskert Zrt., Siófoki Gyümölcsstermesztési Zrt., valamint a Pyrus-94 Kft. adatai alapján saját szerkesztés, 2011

Az általánosított sztochasztikus dominancia módszer segítségével ábrázolt bizonyossági ellenérték-görbék alapján a négy különböző termőhelyen termesztett két körtefajta termesztésének kockázata összehasonlíthatóvá vált. A 10. ábra bal oldalán látható, hogy az Alsóbereckin termesztett 'Vilmos körte' bizonyossági ellenérték-függvénye kimagaslik a többi függvény közül, tehát a 'Vilmos körte' Alsóbereckin termesztve jár a legkisebb kockázattal. Ezt követi szintén az Alsóbereckin termesztett 'Bosc kobak' fajta.

A Zalán termesztett 'Bosc kobak' és 'Vilmos körte', a Bánfán termesztett 'Vilmos körte' és a Siófokon termesztett 'Vilmos körte' fajták görbéit a 10. ábra jobb oldalán nagyítva ábrázoltam. A döntéshozónak a kockázatvállaláshoz fűződő személyes viszonyát is figyelembe véve látható, hogy kisebb kockázati averzió ($r_a < 0,005$) esetén a Siófokon termesztett 'Vilmos körte', míg nagyobb kockázati averzió esetén ($r_a > 0,005$) pedig a zalasárszegi 'Bosc kobak' körtefajta termesztése bizonyul előnyösebbnek.

10. ábra: Bizonyossági ellenérték görbék a kockázati averzió (r_a) függvényében a négy termőhelyen termesztett körtefajták terméshozamára



Forrás: Gyümölcskert Zrt., Siófoki Gyümölcsstermesztési Zrt., valamint a Pyrus-94 Kft. adatai alapján saját szerkesztés, 2011

A döntéshozónak a kockázatvállaláshoz fűződő személyes viszonyát is figyelembe véve az **Alsóbereckin termesztett 'Vilmos körte'** fajta termesztése jár a legkisebb terméskockázattal, melyet szintén ezen a termőhelyen termesztett 'Bosc kobak' fajta követ. A legnagyobb terméskockázattal a zalasárszegi „Vilmos körte” fajta termesztető.

4. AZ ÉRTEKEZÉS ÚJ, ILLETVE ÚJSZERŰ EREDMÉNYEI

1. A közép-európai régiókban regionális klímamodellt alkalmaztam a meggy klímaváltozásokból adódó kockázatainak számszerűsítésére és elemzésére.
2. Matematikai-statisztikai és döntéelméleti eszközökön alapuló, a termelési kockázat minimalizálását célzó modellekkel összehasonlítottam a különböző meggyfajták termelési kockázatát.
3. Matematikai-statisztikai és döntéelméleti eszközökön alapuló, a termelési kockázat minimalizálását célzó modellekkel összehasonlítottam a körte különböző fajta-termőhely kombinációinak termelési kockázatát.

5. AZ EREDMÉNYEK HASZNOSÍTHATÓSÁGA

ELMÉLETI/GYAKORLATI

A klímaváltozás sok tekintetben meghatározza a növények vegetációs időszakának klimatikus jellegét. A változás a hőmérséklet és a csapadék eloszlásának módosulásában, a szélsőséges jelenségek gyakoriságának, illetve súlyosságának fokozódásában is megmutatkozhat. A virágzás alatti kritikus időszak klimatikus jellegének megváltozása a termesztők számára egy sor egyéb változást is indukálhat, ezért lényeges kérdés, milyen változásokat várhatunk ebben az időszakban a termesztés egy-egy meghatározó régiójában. Ám nem elegendő a virágzási időszakot vizsgálni, mert szintén a klímaváltozással összefüggésben tapasztalt jelenség a rügyfakadás és a virágzás kezdetének előrébb tolódása.

A dolgozatban bemutattam, hogy a klímaváltozás a meggy fenológiai időbeosztását várhatóan korábbi időpontra tolhatja, másrészt a fenológiai eltolódást figyelembe véve a virágzás klimatikus jellege is módosulhat némileg. Az Újfehértóra leskálázott RegCM3.1 klímamodell előrejelzése szerint a fagykockázat csökkenése és az abszolút minimum hőmérsékletek növekedése várható. A csapadékmentes napok számában és a növény által hasznosítható mennyiségű csapadékos napok számában a becsült 30 éves átlagot a historikus 27 éves átlaggal összevetve nem számíthatunk számottevő változásra.

A modell alkalmas arra, hogy megfelelő fenológiai, illetve ahhoz köthető meteorológiai megfigyelések birtokában más régiókra, sőt akár más gyümölcsfajokra is validáljuk. Az optimalizálás, valamint az ezt követő összehasonlítás során így a növényre, illetve a régióra vonatkozó új információk kerülhetnek napvilágra.

A növekvő termelési költségek, a hullámzó és gyakran alacsony értékesítési árak mellett csak magas termésátlagok esetén lehet jövedelmező a gyümölcsstermesztés. A kiegyenlített magas átlaghozamok elérésének nem kedvez a szélsőséges időjárási események egyre gyakoribbá válása és intenzitásának növekedése. A felkészülést és az adaptációs stratégiák kidolgozását tehát a fent vázolt várható változások figyelembevételével szükséges megtervezni.

6. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓK

A SZABÁLYZAT ÉRTELMEBEN FIGYELEMBE VEHETŐ PUBLIKÁCIÓK

1. LADÁNYI M. – **PERSELY SZ.** – SZABÓ T. – SOLTÉSZ M. – NYÉKI J. – SZABÓ Z. (2009): The application of A HEAT SUM MODEL for the budburst of sour cherry varieties grown at Újfehértó. International Journal of Horticultural Science. 15(4):105-112. pp.
2. **SÜTŐ SZ.** – ERTSEY I. (2009): A biztosítások szerepe a gyümölcstetvények kárenyhítésében. Klíma-21 Füzetek. 57:91-106 pp.
3. LADÁNYI M. – **PERSELY SZ.** – SZABÓ T. – SOLTÉSZ M. – NYÉKI J. – SZABÓ Z. (2010): Climatic indicator analysis of blooming time for sour cherries. International Journal of Horticultural Science. 16(1):11-16. pp.
4. LADÁNYI M. – **PERSELY SZ.** – NYÉKI J. – SZABÓ Z. – SZABÓ T. – SOLTÉSZ M. – ERTSEY I. (2011): Két meggyfajta hozamkockázatának vizsgálata különböző módszerekkel. Klíma-21 Füzetek. 64:69-77. pp.
5. **PERSELY SZ.** – LADÁNYI M. – ERTSEY I. (2012): Comparative yield risk calculations of sour cherry and pear varieties regarding risk aversion. Abstract. Applied Studies in Agribusiness and Commerce. 6(3-4):111-116. pp.

TOVÁBBI PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

Magyar nyelvű tudományos folyóirat idegen nyelvű összefoglalóval:

ERTSEY I. – SÜTŐ SZ. – NYÉKI J. – SOLTÉSZ M. – SZABÓ Z. (2009): Az alma, a körte és a meggy termelési kockázatának összehasonlító vizsgálata. Klíma-21 Füzetek. 58:82-93 pp.

SÜTŐ SZ. – ERTSEY I. – NYÉKI J. – SOLTÉSZ M. – SZABÓ Z. (2009): Az őszibarack-termelés kockázatának jellemzői Magyarországon. Klíma-21 Füzetek. 58:93-100 pp.

PERSELY SZ. – LADÁNYI M. – SZABÓ T. – NYÉKI J. – SZABÓ Z. (2010): A meggy virágzási idejére vonatkozó klimatikus indikátorok elemzése. Kertgazdaság. 42(1):18-26. pp.

PERSELY SZ. – LADÁNYI M. – NYÉKI J. – ERTSEY I. – KONRÁD-NÉMETH C. – SOLTÉSZ M. – SZABÓ Z. (2011): A 'Bosc kobak' és 'Vilmos' körtefajták hozamkockázatának összehasonlítása két termőhelyen. Klíma-21 Füzetek. 64:32-37. pp.

PERSELY SZ. – LADÁNYI M. – SZABÓ T. – ERTSEY I. – NYÉKI J. – SZABÓ Z. (2011): Fenológiai modellen alapuló indikátoranalízis a meggy virágzási idejére. Kertgazdaság. 42(3-4):34-44. pp.

Idegen nyelvű tudományos folyóirat:

LADÁNYI M. – PERSELY SZ. – NYÉKI J. – SZABÓ T. – SOLTÉSZ M. – SZABÓ Z. (2010): Climatic indicators regarding the rest period of sour cherry. International Journal of Horticultural Science. 16(4):49-52. pp.

LADÁNYI M. – PERSELY SZ. – NYÉKI J. – SZABÓ Z. (2010): From phenology models to risk indicator analysis. Agrárinformatika Folyóirat. 1(2):8-16. pp.

PERSELY SZ. – LADÁNYI M. – NYÉKI J. – SZABÓ Z. – SOLTÉSZ M. – ERTSEY I. (2010): Comparison of pear production areas from yield risk aspect. *International Journal of Horticultural Science*. 16(4):25-28. pp.

PERSELY SZ. – LADÁNYI M. – NYÉKI J. – SZABÓ Z. – SZABÓ T. – SOLTÉSZ M. – ERTSEY I. (2013): Climate dependence of cherry flowering. *Acta Horticulturae*. (megjelenés alatt)

PERSELY SZ. – LADÁNYI M. – SZABÓ T. (2013): Budbreak date of cherry and temperature sums: a model approach. *Acta Horticulturae*. (megjelenés alatt)

Magyarországon idegen nyelven teljes terjedelemben megjelent előadás:

ERTSEY I. – SÜTŐ SZ. (2009): Comparative analysis of the production risk of major fruit species. *International Congress on the Aspects and Visions of Applied Economics and Informatics*. Debrecen 26th – 27th March 2009. 1339-1350 pp.

SÜTŐ SZ. (2009): The role of agricultural insurances in the damage mitigation. *International Congress on the Aspects and Visions of Applied Economics and Informatics*. Debrecen 26th – 27th March 2009. 1364-1375 pp.

Külföldön idegen nyelven megjelent összefoglaló:

PERSELY SZ. – LADÁNYI M. – NYÉKI J. – SZABÓ Z. – SZABÓ T. – SOLTÉSZ M. – ERTSEY I. (2009): Climate dependence of cherry flowering. VI. *International Cherry Symposium*, Renaca, Vina Del Mar, Chile, 2009. november 15-19., 30. p.

PERSELY SZ. – LADÁNYI M. – SZABÓ T. (2009): Budbreak date of cherry and temperature sums: a model approach. VI. *International Cherry Symposium*, Renaca, Vina Del Mar, Chile, 2009. november 15-19., 173. p.

Magyar nyelven megjelent előadás idegen nyelvű összefoglalóval:

PERSELY SZ. – LADÁNYI M. — SZABÓ T. – NYÉKI J. – SOLTÉSZ M. – SZABÓ Z. (2010): Klimatikus indikátorok elemzése a meggy nyugalmi időszakában. IX. Wellmann Oszkár Nemzetközi Tudományos Konferencia, Hódmezővásárhely, 2010. április 22., 649-655. pp.