

Fás szárú, sarjzattatásos energetikai ültetvények gazdasági-környezeti modellje

POSZA BARNABÁS – BORBÉLY CSABA

Kulcsszavak: fenntarthatóság, megújuló energiatermelés, elsődleges biomassa, versenyképesség, megtérülés.

JEL-kód: Q24.

ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A publikáció fő célkitűzése a kétéves vágásfordulójú, fás szárú sarjzattatásos ültetvények gazdasági és környezeti fenntarthatóságának vizsgálata egy szekunder adatokon alapuló gazdasági modell és az energiaegyenleg elemzésével. Az ilyen típusú energetikai ültetvényekről általánosságban elmondható, hogy egy olyan alapvetően extenzív „erdő” művelési ág intenzív termesztési rendszerben történő működtetésére tett kísérlet, amely a gazdasági és a környezeti fenntarthatóság követelményrendszerének egyidejűleg próbál megfelelni.

A felállított négy scenárióhoz termőhelyi adottságok, intenzív-extenzív művelési formák kerültek hozzárendelésre. A hipotézisek több vágásfordulót átfogó, tizenöt éves halmozott eredmények elemzése alapján a szállítási költségnek, a hozamnak és a művelési módoknak a megtérülési időre gyakorolt változását, illetve a pénz időérték-változásának beruházásra kifejtett hatását mutatja be.

A felállított modell alapján elmondható, hogy a rövid vágásfordulójú, sarjzattatásos energetikai ültetvények külön-külön megfelelhetnek a gazdasági és a környezeti fenntarthatóság kritériumainak, de mindkettőnek egyszerre nem.

Feltételesen megújuló energiaforrásként az évenként jelentkező ráfordítás megtérülése a termelés kiszámíthatatlansága miatt mind pénzügyi, mind energetikai kockázatot jelent. Ez versenyhátrányt okoz a hagyományosan megújuló energiaforrások használatával szemben.

BEVEZETÉS

A közösségi irányelvekkel összhangban a *Nemzeti Cselekvési Terv* (NCST) megújuló energiaforrásokra vonatkozó része (*Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terve 2010–2020*) hazánk termőhelyi adottságait figyelembe véve a megújuló energiaforrások közül kiemelten kezeli a biomassa hasznosítását. Az elsődleges biomasszába tartozó, energetikai céllal termesztett növények csoportjába fás szárú, lágyszárú egyéves és évelő növények

tartoznak. A *feltételesen megújuló* energiaforrásnak is nevezett biomassa egyik speciális szegmensét alkotják a rövid vágásfordulójú, fás szárú energetikai ültetvények. Ennek az elsődleges biomasszának a telepítése nem régi keletű, a várható teljes életciklusára vonatkozó gyakorlati tapasztalat még nem áll rendelkezésre; általános jellemzőjük a hozamingadozás, a szezonális, a többi energiahordozóhoz képest kis energiasűrűség, ezért is fontos a hosszú távú energetikai célú hasznosításuk vizsgálata. A publikáció célja a rövid vágás-

fordulóú fás szárú energetikai ültetvények termesztésének környezeti-gazdasági fenntarthatóságának vizsgálata.

SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az energetikai céllal termesztett biomassza szerepét már a 80-as években az akkori élelmiszer-túltermelés egyik megoldásának tekintett *non-food* termelés növelte (Vida – Baksa, 2009). A versenyképesség és az ellátásbiztonság növelésén túl jövedelmezőségi oldalról Magda (2007) az élelmiszer-energia cserearány romlásával az elsődleges biomassza-hasznosítás mint a mezőgazdasági struktúraváltás egyik hatékony fegyvere mellett érvel.

A felhasználás tekintetében a biomassza a világon a negyedik legelterjedtebb, a megújuló energiaforrások közül a legnagyobb mértékben használt energiahordozó, mégis a megújulóak közül a legkisebb elméleti potenciállal rendelkezik. A bioenergetikai potenciál mértékét illetően számos publikáció született. Popp és Potori (2011: 9) a biomassza-hasznosítás körül kialakult bizonytalanságot emeli ki. A kalkulációkkal kapcsolatos eltéréseket, az általa leírt bioenergetikai potenciálok mértékére vonatkozó eltérő becsléseket Dinya (2009) részben számításmentes problémákra vezeti vissza. Becslésekre hagyatkozva (58–328 PJ/év szélsőértékek) arra a következtetésre jut, hogy a fenntartható bioenergetikai potenciál hasznosításával a hazai energiamixen belül maximum 20%-os részarány érhető el a 260 PJ/év értékkel (Dinya, 2010).

Az elsődleges biomasszát egyrésztől biohajtóanyag-előállítás céljából termesztett energianövények, másrésztől a szántóföldi növénytermesztésre alkalmatlan (17 AK alatti, belvív- és árvízveszélyes) területeken telepített fás szárú energiaültetvények alkotják. Több becslés született az energetikai célú növénytermesztésre hasznosítható terület nagyságával kapcsolatban. Az NCST mintegy 1 millió hektár

terület hasznosítását tervezi ezáltal megoldani, beleértve 200 ezer hektár alkalmatlan terület bevonását. Gergely (2007) az általa ismertetett zöldenergia-programban 440 ezer, 880 ezer és 1 millió 370 ezer hektár termőterület-lekötésű forgatókönyvekkel számolt.

A bioüzemanyag-használat növelése révén az energetikai célú növénytermesztés új szereplőként tűnt fel a termőföldhasználatért folyó versenyben, konfliktust okozva az egyes élelmiszeripari-energetikai hasznosításra is alkalmas alapanyagok keresletében. A kereslet kielégítésére szakosodott országok bevonásával a környezeti probléma nem oldódott meg, csak földrajzilag helyeződött át. Másrésztől az élelmiszerek tekintetében jelentkező növekvő igény és a talajdegradáció miatt napjainkban egyre nagyobb a termőtalaj iránti kereslet. Mindezek miatt az energetikai ültetvények létesítése mellett érdemes az alkalmatlan területek szántóföldi művelésre alkalmassá tételének lehetőségét is megfontolni más ökológiailag értékesebb hasznosítási formák számbavételével együtt.

Az elsődleges biomassza-hasznosítási formák eltérő energiaigényű, hatásfokú konverziós útjai alapvetően meghatározzák a versenyképességüket és a környezeti fenntarthatóság mértékét (Nádudvari, 2011). A villamos energia előállításának hatásfoka fa esetén 30%, mezőgazdasági melléktermékeknél 25%, feketekőszén esetén pedig 44%. A legjobb hatásfokon előállítható villamos energiát a földgáztüzelés szolgáltatja (52,5%) a biogáztüzelés 42%-os hatásfokával szemben (Büki, 2007). A villamosenergia-termelés gazdaságosságát, hatékonyságát javítja a keletkező hulladék hő hasznosítása (Barta-Juhász, 2014). Az energetikai célra termesztett növényeknél az energiamérleget nagyban befolyásolja a termelés színvonala, intenzitása, a hasznosítás, a begyűjtés és a szállítási távolság is. Az alapanyag tulajdonságai miatt a logisztikai költségek és energiaráfordítások

behatárolják az optimális üzemi méretet, ezért nagyméretű biomassza-alapú erőmű létesítése gazdaságilag irracionális. Az NCsT háttér tanulmányának tekinthető, Pálvölgyi által szerkesztett műhelytanulmány Barótfi eredményeit alapul véve arra a megállapításra jut, hogy a tüzelőanyagot az erőműtől legfeljebb 20–40 km távolságból kívánatos beszállítani a fenntartható zöldáramtermelés céljából (*Nemzeti Fenntartható Fejlődés Tanács, 2011*). A tanulmány prioritási listája alapján a feltételeken megújuló energiahordozók közül a negyedik helyre sorolt fás szárú energetikai ültetvények hasznosítását környezeti szempontból hátrányosnak tekintik. Az utolsó helyre sorolt tűzifa erőművi felhasználása a legkedvezőtlenebb, mégis ez az alapanyag adja a megújuló villamosenergia-termelés döntő részét.

A biomassza energetikai célú hasznosítása gazdasági-környezeti szempontokon túl a fenntarthatóság társadalmi területén belül a vidékfejlesztési stratégia meghatározó eleme is. Többben, köztük *Szántó (2012)*, valamint *Káposzta és Nagy (2013)* is a biomassza-hasznosítás munkahelyteremtő hatását hangsúlyozzák, azonban a gazdálkodás eredményessége érdekében az alacsonyabb munkaerő-igényű, nagymértékben gépesített iparszerű termelés a jellemző.

A kialakult helyzetet legjobban *Udovecz (2014)* foglalta össze, aki szerint a természeti erőforrások megőrzése mellett a világélelmezés, az energiaszükséglet egyidejű kielégítésére nincs a többség által elfogadható megoldás. Ennek ellenére a biomassza-hasznosítási módok gazdasági, társadalmi, környezeti értékelése, a lehetséges, minden szempontból fenntartható megoldások kiválasztása, a döntéshez szükséges objektív elemzések elkészítése a szakma feladata.

A fás szárú energetikai ültetvény jogi meghatározása a 45/2007 FVM rendeletben történik, miszerint „meghatározott fajú, illetve fajtájú fás szárú növényekkel lé-

tesített, biológiai energiahordozó természetét szolgáló növényi kultúra, amelynek területe az 1500 m²-t meghaladja” (*Csatári, 2012: 24*). A jogszabály két művelési formát különböztet meg. Az egyik művelési forma a 15 évnél rövidebb vágásfordulójú, mesterséges felújításos, az ingatlan-nyilván tartás szerint „fásított terület”. A másik a sarjzattatásos forma, amely során a terület „szántó” művelési ágú, a vágásforduló nem haladja meg az 5 évet; kizárólag nyár-, akác- és fűzfajokból létesülhet ilyen ültetvény (*Gockler, 2010a*).

A sajátos földhasználati formából adódóan az energetikai céllal termesztett ültetvényeknél nehéz a művelés alá vont területek méretére vonatkozóan pontos és naprakész adatot találni. A beadott telepítési és támogatási kérelmekre alapozva a fás szárú sarjzattatásos ültetvények méretéről a szakigazgatási hivatalokban rendelkeznek adatokkal. Az NCsT adatai szerint 2006-ban 401 hektár rövid vágásfordulójú faültetvény és 2122 hektár egyéb energiaültetvény volt az országban. *Gockler (2010b)* tanulmányában a *Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal (MgSZH)* adataira hivatkozva 2009-ben 1505 hektár megvalósult ültetvény telepítéséről számol be, melynek 69%-a volt nyár, 22%-a fűz és 9%-a akác. A *Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Hivatalhoz (MVH)* 2010. szeptember 10-ig beérkezett támogató határozatot szerzett kérelmek összterülete 6456 hektár sarjzattatásos ültetvény volt. Ezzel szemben *Németh és munkatársai (2013)* 2012-es adat alapján mindösszesen 2340 hektár fás szárú energiaültetvényről tesz említést, ugyanakkor szintén erre az időszakra vonatkozóan a *Központi Statisztikai Hivatal (KSH)* nyilvántartásában 2745 hektár szerepel (*Kondor, 2015*). Ekkor 420 fás szárú energetikai ültetvényt tartottak nyilván (*Kopányi, 2012 in Vágvolgyi, 2012*). A területnagyság folyamatos növekedésének gátat szabhat a telepítési támogatás hiánya (2010 óta felfüggesztésre került),

jelenleg az „ipari célú faültetvény” létesítése támogatott. A gazdák kockázatvállaló hajlandóságát csökkenti a magas kilépési korlát (ültetvény felszámolása) és a hosszú távú pénzügyi elköteleződés.

A fás szárú energianövények általános jellemzője a fiatalkori intenzív növekedés, a többszöri sarjzatképeség (a vágásforduló időtartama 1–5 év között van, az újrasarjadás következtében 4–8 sarjzatra kerül sor), a betegségekkel és kártevőkkel szembeni ellenálló képesség. A rágás- és hántáskárból keletkező vadkár fontos költségtervezővé válhat, mint ahogy az ültetvény kerítéssel való védelme is. Szintén számottevő költségként jelentkezik az ültetvény felszámolásának költsége. Az energetikai ültetvényt alkotó fafajok termőhelyigénye eltérő, egymásnak nem konkurensei, hanem kiegészítői. A terület adottságain a fajok termőhelyi igényei határozzák meg a telepíthető fafajt, a hibridek, klónok növekedési erélye az ideális növőtér, az pedig a vágásfordulót. *Bárány (2011)* kiemeli, hogy a magas hozamok elérésére szelektált, nemesített hibridekben, klónokban rejlő biológiai potenciál csak a megfelelő, fajtára szabott termesztéstechnológiával érhető el, illetve az ilyen szaporítóanyaggal jobban lehet a termőhely potenciális fatermő képességét is kiaknázni. „Pannónia” és „I-214” nemesnyár-fajták növekedésment-vizsgálatai során igazolta, hogy a növőtér függvényében eltolódik a kulminációs csúcs. Minél sűrűbb a telepítési hálózat, annál gyorsabb növekedésbeli visszaeséssel lehet számolni.

A Szent István Egyetemen *Gyuricza és munkatársai (2011)* több vágásfordulón át energiafűz-ültetvények hozamvizsgálatát végezték. Az azonos termőhelyen folytatott fajtakísérlet során a fajták átlagai között 22,9% hozamkülönbség mutatkozott, a legnagyobb különbség elérte a 49,7%-ot. A fajtahatás mellett az évjárat hatása is hozamkülönbséget okoz azonos fajtán belül, két vágásforduló hozamkülönbsége esetenként elérte a 6%-ot. A hozamra

jelentős hatással van a növénytáplálás: a műtrágyázott (51 kg/ha nitrogénműtrágya) kísérleti csoport biomassza-termékuma 30–36%-kal haladta meg a kontrollcsoportét (*Gyuricza et al., 2011; Junek et al., 2013*).

Lukács (2012) vizsgálata rámutat, hogy a domborzati viszonyok is hatással vannak a hozamra: a sík területhez képest dombvidéken kisebb hozam érhető el. Vizsgálata során akác esetében átlagosan 25%-os, fűznél 46%-os, nyárnál 24%-os hozamkülönbséget mért.

A betakarítás történhet egy menetben vagy szakaszosan, ekkor a nagyobb növekedési erélyű fűz- és nyárfajtáknál a nedvességtartalom magas, 45–52% között mozog (akácnál 35%), a vágásforduló 1–3 év között változik. Akácnál ez az érték 3–5 év, az alacsonyabb várható hozam és a betakarítás költségessége következtében ritkább betakarítás indokolt. Gazdasági szempontból a vágásérett kort akkor éri el egy ültetvény, amikor az egyre csökkenő fanövekmény összértéke megegyezik a ráfordítások mértékével reálértéken, illetve az előző évek növekményeihez viszonyítva a hozam nem esik vissza olyan mértékben, ami már elmarad a betakarítás utáni várható növekmény mennyiségétől. A betakarítás gyakorisága hatással van az ültetvény várható élettartamára. A hosszabb időtartamú vágásforduló a ritkább betakarítás miatt növekvő kockázatot jelent.

Az eredmények rávilágítanak arra, hogy a megfelelő fajta kiválasztása alapvetően meghatározza az ültetvény hozamát és ebből kifolyólag a megtérülési időt. Tápanyag pótlásával a hozam növelhető és az évjáratthatásból is következő hozamingadozás kiegyenlítettebbé válik. A minél korábbi megtérülés és a kockázat minimalizálása érdekében a gazdáknak az intenzív művelési forma alkalmazása a leginkább célravezető.

Felvetődik az a kérdés, hogy a kitett, kedvezőtlen, tápanyagban szegényebb, a szántóföldi növénytermesztésre alkal-

matlan területeken a magas biológiai potenciállal rendelkező nemesített fajtákkal lehet-e eredményes gazdálkodást folytatni. A környezeti fenntarthatóság szempontjából kívánatosabb extenzív művelési forma gazdaságilag mennyire fenntartható?

A szakirodalomban fellelhető, abszolút száraz faanyagra számított hozam adatok (atrotonna/ha) a termést befolyásoló számos tényező miatt igen nagy szórást mutatnak: nyár 8,7–23 odt/ha/év; fűz 10–24 odt/ha/év; akác 6–20 odt/ha/év (Bai et al., 2002; Grasselli et al., 2004 in Grasselli – Szendrei 2006; Barkóczy et al., 2007 in Popp – Potori, 2011; DEFRA, 2007; Erdős, 2007; Rénes, 2008 in Popp – Potori, 2011; REKK, 2009; Gyuricza, 2010; Csipkés, 2011).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A szakirodalmi adatok szolgálták alapul a számításokon nyugvó gazdasági modellkísérlethez, amelyben egy átlagos adottságú, önerőből megvalósuló ültetvény jövedelmhelyzete kerül vizsgálatra (az értékek nettó értékek). A forgatókönyvek felállítása az elkészült pénzáram-variációk és a lehetséges termőhelyi adottságok egymáshoz rendelésével történt.

Az így kapott modellben a nyár és a fűz fajok termeszéstechnológiája, hozamadatai alapján egy intenzív és egy extenzív művelési mód, a kétféle technológiához tartozó eltérő költség-színvonal került meghatározásra. A növénytermesztési munkaműveletek költségeinek megállapításához a *Nemzeti Agrárkutatói és Innovációs Központ Mezőgazdasági Gépesítési Intézetének* adatai szolgálták kiindulópontul. A gazdasági modell pénzügyi kalkulációja során a forgatókönyvek eltérő hozam- és költségadatainak felhasználásával a halmozott eredmény tizenöt éves időtartamra került kiszámításra, ami a hipotézisenként eltérő megtérülési idő alakulását és a jövedelmezőség változását szemlélteti. Az igénybe vehető támogatások

energetikai ültetvények versenyképességére gyakorolt hatása is bemutatásra kerül. A beruházáselemzésnél használatos, a jövőbeli pénzáramok jelenértékeinek diszkontálással történő meghatározásával a pénz időérték-változásának a megtérülési időre kifejtett hatása határozható meg. Ennek megállapításában a *Magyar Nemzeti Bank* inflációs prognózisai, jelentései és az *Államadósság Kezelő Központ Zrt.* referenciahozamai, adatai szolgáltak támpontul. A kapott gazdasági modellszámítások eredménye adja az alapot a gazdasági és környezeti fenntarthatóság összefüggéseinek vizsgálatához.

Az energetikai megközelítéssel a hipotézisek gazdaságossága mellett a környezeti fenntarthatóság érvényesülésének mértéke határozható meg.

EREDMÉNYEK

Az energetikai ültetvényekkel kapcsolatos legnagyobb költségtényező a telepítés, aminek legmeghatározóbb tétele a szaporítóanyag anyagköltsége, ez a dugvány, illetve csemete fejlettségétől függően változik, a tapasztalat szerint mindhárom fafajnál 25 Ft/db ártól indul. Tekintettel arra, hogy a telepítés igen nagy tőzámkülönbséggel is történhet (nyár 6600–13 600, fűz 10 600–17 600, akác 4600–13 300 db/ha), ezért ez a költségtényező is széles sávban mozog (Liebhard, 2009). A kerítés létesítésének költsége a terület nagyságától és a tábla alakjától is függ, az 1500 Ft/m, illetve 300 000 Ft/ha fajlagos költség egy tízhektáros terület átlagos egységnyi beruházásigényének felel meg. További költség a földhasználat (35 000 Ft/ha), valamint a telepítés gépi és élőmunka-költsége (70 000 Ft/ha). Az ültetvények életciklusának végén a felszámolási költség is megjelenik (100 000 Ft/ha).

A modellben a 6600–17 600 db/ha tőzámú telepítést követően, egy év gyökeresedés után a harmadik évben kerül sor az első betakarításra. Az állomány fejlődése miatt

az első betakarításkor a három év átlagos hozamának 50%-a, második betakarításkor a két év átlagos terméseredményének a 80%-a, a harmadik betakarítástól kezdődően a beállt ültetvény hozammennyisége (8,7–24 odt/ha/év) szerepel.

A többéves termelési cikluson belül eltér a különböző évek költségszerkezete. Árbevétel és szállítási költség csak a betakarítás (120 000 Ft/ha) éveiben jelentkezik. Az ültetvény fenntartásánál extenzív művelésnél nincs tápanyagpótlás és kizárólag mechanikai gyomirtás történik (társcsázás, 8000 Ft/ha/művelet). Intenzív művelésnél telepítéskor és a betakarítást követő évben egy vegyszeres gyomirtásra (19 000 Ft/ha) és 400 kg/ha NPK 15:15:15 tápanyagvisszapótlásra kerül sor (47 500 Ft/ha). A fenntartási költségekben további eltérés a hozamoktól függő szállítási költségeknél jelentkezik.

A termelési érték számításánál a fűz és a nyár fafajok szakirodalomban szereplő hozamadatainak alsó és felső értékei (8,7–24 odt/ha) és a beszállított faapríték 20 000 Ft/odt átvételi árral szerepelnek. A támogatásokat illetően a 2015-ös adatok szerint 143 euró területalapú támogatás és a zöldítési program keretében 81,3 euró volt igénybe vehető, ez összesen 224,3 euró, vagyis 70 300 Ft/ha támogatást jelent.

A szállítási költség mértéke a biomassza alacsony energiasűrűsége miatt kiemelkedő fontosságú. Nagyságát a szállítási távolság mellett a termésátlag és a biomassza víztartalma határozza meg, értéke három eltérő szállítási távolságnál (20/50/100 km) is kiszámításra került. A nyár és fűz energiaültetvényeknél problémát jelent a

magas víztartalom, ahol betakarításkor, élőnedves állapotban 50% feletti víztartalom sem ritka. Szakaszos betakarítással, előtárolással 20%-os vízvesztés érhető el. Támpontul a *Magyar Cukor Zrt.* kaposvári cukorgyárának beszállítói adatai szolgáltak (1. táblázat).

A magas víztartalommal betakarított nyár és a fűz esetében merül fel a kérdés, hogy érdemes-e előtárolással, száradást követően alacsonyabb víztartalommal szállítani az aprítékot. A bekövetkező 20%-os vízvesztésnek köszönhetően mintegy 28%-kal csökken a hektárra vetített szállítási költség (20 km – 327 Ft/t; 50 km – 678 Ft/t; 100 km – 1173 Ft/t). A fajlagos költségek növekedése miatt nagyobb szállítási távolságnál és magasabb hozamoknál indokolt az előtárolás.

Költségeloszlás tekintetében 30%-os víztartalomnál, a kétéves termelési ciklusra vetítve a betakarítás költségének 28–52% aránya a legnagyobb, amíg a szállítási költség 6–33% között mozog. A szállítási költségek szélsőértékei közötti számottevő különbség a szállítási távolságokkal és a hozamok különbségével magyarázható. Kijelenthető, hogy a költségnem súlya alacsonyabb termésátlag esetében kisebb jelentőségű. A kétéves vágásfordulók összköltség-eloszlásában a termőföld használatának díja 16–30% között alakul, míg a művelési költségek 9–28%-os arányt képviselnek.

A bevételi és kiadási oldal adatainak birtokában elkészített pénzáramszámítás jól szemlélteti a költségek és a bevételek ciklikusságát. A hozam adatok két szélsőértékének felhasználásával és a két művelési forma költségviszonyainak megál-

I. táblázat
A faapríték fajlagos szállítási költsége hátrabilenős, 40 m³ rakterű kamionnal, 2015

Szállítási költségek	20 km	50 km	100 km
Fuvardíj, Ft/t	547	1 077	1 852
Útdíj, Ft/t	25	110	200
Összesen, Ft/t	572	1 187	2 052

Forrás: Magyar Cukor Zrt., 2015

lapításával egy felső és egy alsó bevételi és kiadási érték állapítható meg. Ennek a négy szélsőértéknek a segítségével került felállításra az energetikai ültetvények várható megtérülési idejét meghatározó négy forgatókönyv. Az éves pénzáramadatok felhasználásával az ültetvények több vágásfordulót átfogó, tizenöt éves halmozott eredményének bemutatásával a megtérülési idő változása is érzékeltethető.

A meghatározott négy forgatókönyvhöz művelési és termőhelyi adottságok is rendelkezhetők, ahol jellemzően a hipotézisek hozam-költség viszonyai jellemzőek:

- *H1. Termelési költség (alsó küszöb) + Termelési érték (felső küszöb).* Alacsony, extenzív művelési költség mellett magas termésátlag a jó termőképességű, kedvező adottságú területek jellemzője, ahol viszonylag alacsony ráfordítással is kiemelkedő eredmények érhetők el.

- *H2. Termelési költség (felső küszöb) + Termelési érték (alsó küszöb).* Ebben az esetben magas ráfordítás mellé alacsony hozam társul. Ez egyrészt olyan, megfelelő adottságú intenzív művelésű területnél fordulhat elő, ahol az adott termelési ciklusban a kedvezőtlen körülmények (időjárás, vadkár) miatt gyengébb terméshozam jelentkezik. A másik lehetséges ok, ha az intenzív jellegből adódó pótlólagos ráfordítások hatékonysága csökken: a kultúra termesztéstechnológiai problémák, nem megfelelő fajtaválasztás vagy külső körülmények (pl. magas vízállás) miatt nem tudja hasznosítani kellőképpen a ráfordítást. Ez a legkedvezőtlenebb felvetés.

- *H3. Termelési költség (alsó küszöb) + Termelési érték (alsó küszöb).* A harmadik esetben az extenzív művelés mellé alacsony terméseredmény jár. Ez olyan kedvezőtlen adottságú területekre jellemző, amelyeken a kedvezőtlen termőhely adta körülmények mellé nem megfelelő termesztéstechnológia, fajtaválasztás párosul. Az extenzív művelés miatt az ültetvényt alkotó fajok igényei nincsenek megfelelően kielégítve.

- *H4. Termelési költség (felső küszöb) + Termelési érték (felső küszöb).* A negyedik felvetés tipikusan az intenzív művelés ismérve, amikor is a magas költségszínvonalon viszonylag nagy biztonsággal magas terméshozam érhető el. Ez a művelési forma a kedvező adottságú területeken a leghatékonyabb, de egyes kevésbé kedvezőtlen területeken is sikerrel alkalmazható.

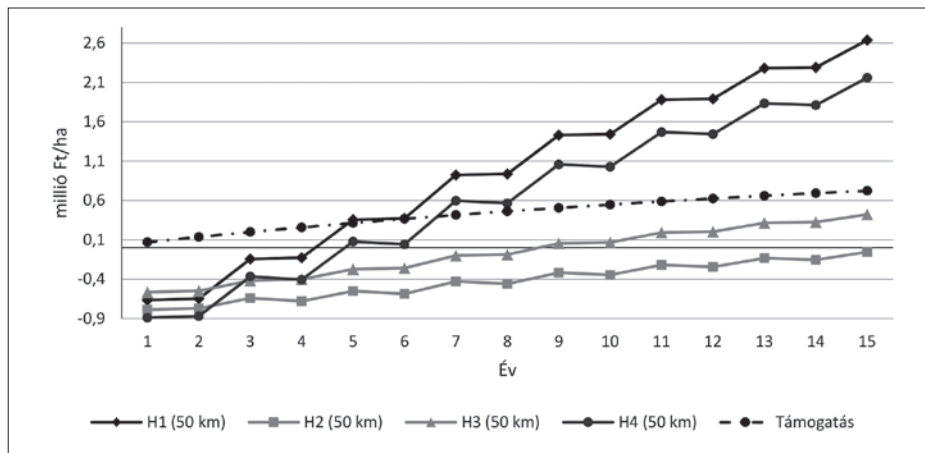
A megtérülési idő változása a pénz időértékének figyelembevételével

A hosszú távú beruházás döntéshozatalánál fontos a pénz időértékével is kalkulálni. A nettó jelenérték mint dinamikus mutatószám az egyes évek nettó pénzáramlásainak egyenlege jelenértéken számítva (Fazekas et al., 2003). A kalkulációban a tizenöt éves időtartamra évi 6%-os elvárt hozam szerepel, a vizsgált időszak végén nulla maradványértékkel. Az energetikai ültetvény várható élettartama 15–25 év, ezért a pénzügyi kockázatviselés szempontjából a beruházás elvárható megtérülési idejének a hetedik év (harmadik betakarítás éve) tekinthető.

Az 1. ábra a modell diszkontált halmozott eredményét mutatja be a várható nettó pénzáramlások jelenértékével és a beruházott összegekkel (extenzív-intenzív). A kettő összege adja a beruházás nettó jelenértékét. A forgatókönyvek „X” tengely (évek száma) metszéspontja a diszkontált megtérülési időt határozza meg 50 km szállítási távolságra vonatkoztatva. A modell két szélsőértékét a H1. és a H2. hipotézisek adják, a H1. forgatókönyv magas tőszámú, intenzív művelés, a H2. forgatókönyv az alacsony tőszámú, extenzív művelési mód eredményét szemlélteti.

A támogatás diszkontált halmozott értéke külön is ábrázolásra került. A támogatások összege más növénykultúra esetén is lehívható, nem feltétele energetikai ültetvény létesítése. Az ültetvény gazdasági fenntarthatóságát illetően pontosabb kép alakítható ki, ha a pénzáramba

I. ábra
Fás szárú energetikai ültetvény kumulált pénzügyi eredménye 50 km szállítási távolságnál



Forrás: saját szerkesztés, 2017

és a megtérülési időbe nincs a támogatás összege beleszámítva. Ez az 1. ábrán a hipotézisek kumulált eredményének és a támogatás halmozott értékének a metszéspontjában található. A H1. és a H4. számú hipotéziseknél ez a hatodik és a nyolcadik évre, vagyis a harmadik és a negyedik betakarítás idejére tehető. A vizsgált időszakban a másik két hipotézisnél ez a „fenntartható vagy alternatív megtérülés” nem következik be. A támogatás értékével is kalkulálva a feltételezett beruházások közül a két magas hozamú hipotézis beruházása egy vágásfordulóval korábban, már a második betakarítással megtérül. Alacsony hozamnál a költségek színvonalától függően a megtérülés a vizsgált időszak végén jelentkezik, a tizenegyedik és a tizenötödik évben.

A négy forgatókönyv 15. évben elért halmozott értéke 50 km szállítási távolság esetén:

- H1. 2 636 934 Ft/ha;
- H2. -54 832 Ft/ha;
- H3. 422 992 Ft/ha;
- H4. 2 159 110 Ft/ha;
- támogatás halmozott diszkontált értéke: 723 737 Ft/ha.

Az „alternatív” támogatási összeg nélküli megtérülésből kiindulva azok a forgatókönyvek fogadhatók el hosszú távon pénzügyileg fenntarthatónak, amelyek a hétéves megtérülés mellett a 15. évben 723 737 forint feletti eredményt hoznak. Ennek a kritériumnak a négy forgatókönyvből a két intenzív verzió (H1, H4) felel meg: ezekben a támogatás összértékén felül 1 913 197 Ft és 1 435 373 Ft, azaz évente átlagosan 127 546 Ft és 95 691 Ft eredmény érhető el hektáronként. Ez azt jelenti, hogy tizenöt éven át minden érték és mutató optimális, és a hozamok a szakirodalomban található maximális értékek szerint alakulnak. Ilyen eredménytermelő képesség a hagyományos szántóföldi növénytermesztésre alkalmatlan területeken még annak ellenére is megkérdőjelezhető, hogy a fás szárú növények tápanyagigénye eltér a szántóföldi növénykultúrákétól.

A korábban már ismertetett szállítási költség vonatkozásában a kumulált érték a hozam szempontjából felső küszöbértékű H1. forgatókönyv esetében a három szállítási távolságnál eltér ugyan, de a megtérülési időben nem jelent vágásfordulónyi eltolódást.

- H1. 20 km 2 811 208 Ft/ha;
- H1. 50 km 2 636 934 Ft/ha;
- H1. 100 km 2 391 817 Ft/ha.

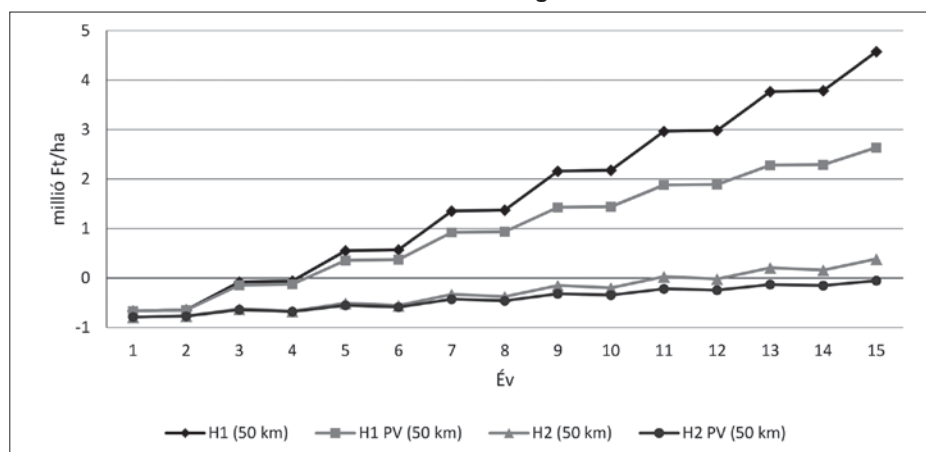
A hozam, a támogatások és a termelési költségek eredményességre gyakorolt hatása mellett az ilyen hosszú távú befektetésnél fontos kiemelni a pénzügyi környezetet adta kockázat várható mértékét is. A 2. ábra a vizsgált energetikai faültetvényeket adó fafajok nominális és diszkontált halmozott eredményét szemlélteti a két szélsőértékkel bíró forgatókönyvnél (H1. és H4.), 50 km-es szállítási távolságnál. Itt szemléletesebb a diszkontálás okozta változás mind a megtérülési időben, mind a várható eredmény értékének tekintetében. Jól látható, hogy a különbség az idő előrehaladtával nő, magasabb értékeknél nagyobb a számszerű különbség, az olló jobban kinyílik. A tizenötödik évben a reálérték a magasabb értékű hipotéziseknél mintegy fele a halmozott nominális eredménynek. Az intenzív termesztést feltételező H1. és H4. forgatókönyveknél a gyors megtérülés miatt a megtérülési időben, illetve a pénzáram különbségében nincs számottevő különbség. Ez a pénzügyi kockázatot csökkenti.

Az energetikai ültetvények energiaegyenlege

A fás szárú, sarjzattatásos ültetvénylétesítés, az elsődleges biomassa termelése elsősorban a megújuló energiaforrások minél szélesebb körű használatára tett erőfeszítések egyik eredménye. Ezért szükséges az ültetvény fenntarthatóságát befolyásoló tényezők, elsősorban az energiaegyenleg vizsgálata. Az egyik ilyen mutatószám a megtermelt és a termeléshez, illetve hasznosításhoz felhasznált energia különbsége, a másik az energiaoutput és -input hányadosa (energiahányados).

A használatos energetikai mutatószámok ugyan konkrét esetekben megbecsülhetők, de elsősorban a mezőgazdasági termelés kiszámíthatatlansága miatt a fás szárú sarjzattatásos primer biomassa energiatermelésére nem lehet a környezeti fenntarthatósággal kapcsolatos általános érvényű következtetéseket levonni. Az életciklust átfogó, hosszú távú energetikai kalkulációt nehezítik az ültetvények közötti hozamkülönbségek, ami miatt az előállított energia mennyisége igen széles sávban mozog.

2. ábra
Fás szárú energetikai ültetvény tizenöt éves nominális és diszkontált (PV) eredménye 50 km szállítási távolságnál



Forrás: saját szerkesztés, 2017

2. táblázat

Fás szárú energetikai ültetvények energiahozama

		Kiváló területen			Kedvezőtlen területen		
		Akác	Nyár	Fűz	Akác	Nyár	Fűz
Intenzív	Energia output/input hányados	6,8	9,7	10,1	2,3	3,2	3,1
Extenzív	Energia output/input hányados	13,0	17,8	18,5	4,7	6,2	6,1

Forrás: Hajdú, 2009 in Vágvolgyi, 2013

A betakarított faapríték víztartalma nemcsak a fűtőértékre, hanem a szállítás fajlagos költségére és a szén-dioxid kibocsátására is hatással van. A termelés során jelentkező esetleges kedvező energiamérleg a magas víztartalommal történő hasznosítás, szállítás következtében romolhat.

A végfelhasználás módja is alapvetően meghatározza a hasznosulás mértékét. A konverziós hatékonyság miatt az energetikai ültetvény energiahányadosának legalább négyszeres értékkel kell rendelkeznie ahhoz, hogy ugyanannyi hasznos (villa mos) energiamennyiség keletkezzen, mint amennyi befektetett fosszilis energiamennyiség került felhasználásra az alapanyag előállítására, manipulálására.

Hajdú (2009) 50 km szállítási távolságra kalkulált energiaegyenleggel kapcsolatos kutatási eredményeit a 2. táblázat tartalmazza. Ezek alapján elmondható, hogy azokon a kedvezőtlenebb termőterületeken, ahol az energetikai ültetvények telepítését sokan szorgalmazzák, még a környezeti szempontból fenntarthatóbb, kedvezőbb

energiáhozaddal bíró extenzív művelés energiahányadosa sem haladja meg számottevően a korábban megállapított négyszeres értéket, az intenzív művelés értéke el sem éri azt.

Kiváló, más hasznosításra is alkalmas területeken az energiahányados extenzív művelésnél kedvező, az intenzív művelésnél az energiahányados alacsonyabb, ami a pótlólagos ráfordítások energetikai szempontból alacsonyabb megtérülését jelenti.

A modell alapján elmondható, hogy az externális hatások miatt ökológiailag kedvezőtlen intenzív műveléssel magasabb hozam/energiahozam érhető el alacsony energiahányados mellett. Amíg ez a gazdasági fenntarthatóság szempontjából elfogadható, addig a környezeti fenntarthatóság oldaláról nem. Extenzív művelés ugyan megfelel a környezeti fenntarthatóság elvárásainak, de az alacsonyabb termésátlag miatt hosszú távon gazdaságilag nem fenntartható az ültetvény. A gazdasági és környezeti fenntarthatóság követelményeinek egyszerre egyik művelési mód sem felel meg.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

- (1) BAI A. – LAKNER Z. – MAROSVÖLGYI B. – NÁBRÁDI A. (2002): *A biomassza felhasználása*. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest – (2) BÁRÁNY G. (2011): *A nemesnyár-termesztés fejlesztésének újabb eredményei*. Doktori értekezés (Nyugat-magyarországi Egyetem Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola). – (3) BARKÓCZY ZS. – IVELICS R. – MAROSVÖLGYI B. (2007): Energetikai faültetvények I. *Bioenergia*, 2 (3): 7–11. pp. In POPP J. (SZERK.) – POTORI N. (SZERK.) (2011): *A biomassza energetikai célú termelése Magyarországon*. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest – (4) BARTA-JUHÁSZ I. L. (2014): Zöld áram termelési költségének csökkentési lehetőségei a hulladék hő hasznosításával. *Agrártudományi Közlemények*, (58): 15–20. pp. – (5) BŰKI G. (2007): A biomassza energetikai hasznosítása. *Bioenergia*, 2 (5): 2–6. pp. – (6) CSATÁRI N. (2012): A fa, mint megújuló energiaforrás alkalmazási területei Európában. *Agrártudományi Közlemények*, (47): 31–35. pp. – (7) CSIP-

kés M. (2011): Biomassza energiaforrások felhasználási lehetőségei Magyarországon, szénhidrogének kiegészítőjeként. *Magyar Energetika*, 18 (4): 14–18. pp. – (8) DEFRA – DEPARTMENT FOR ENVIRONMENTAL, FOOD AND RURAL AFFAIRS (2007): Growing Short Rotation Coppice. Best Practice Guidelines for Applicants to DEFRA's Energy Corp Scheme. In CSIPKÉS M. (2011): Biomassza energiaforrások felhasználási lehetőségei Magyarországon, szénhidrogének kiegészítőjeként. *Magyar Energetika*, 18 (4): 14–18. pp. – (9) DINYA L. (2009): Fenntarthatósági kihívások és a biomassza-alapú energiatermelés. *Gazdálkodás*, 53 (4): 311–324. pp. – (10) DINYA L. (2010): A biomassza-alapú energiatermelés és fenntartható energiagazdálkodás. *Magyar Tudomány*, 171 (8) 912–925. pp. – (11) ERDŐS L. (2007): Ültetvényerdők szerepe a távlati földhasználatban. *Gazdálkodás*, 51 (4): 24–37. pp. – (12) FAZEKAS G. – GÁSPÁR B. – SOÓS B. (2003): *Bevezetés a pénzügyi és vállalati pénzügyi számításokba*. Tanszék Kft., Budapest Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem Pénzügyi Intézet, Budapest – (13) GERGELY S. (2007): Zöldenergia és vidékfejlesztés. *Gazdálkodás*, 51 (20. különiadás): 24–41. pp. – (14) GOCKLER L. (2010a): Fás szárú energiaültetvények a mezőgazdaságban. 1. rész – A tüzeléscélú biomassza jelentősége és volumene hazánkban. *Mezőgazdasági Technika*, 51 (10): 32–34. pp. – (15) GOCKLER L. (2010b): Fás szárú energiaültetvények a mezőgazdaságban. 2. rész – A sarjzattatásos fás szárú energetikai ültetvény technológiájának megfontolandó elemei. *Mezőgazdasági Technika*, 51 (11): 40–43. pp. – (16) GRASELLI G. (SZERK.) – BAI A. – BOHOCZKY F. – MAROSVÖLGYI B. (2004): Munkahelyteremtő megújuló energiaforrások hasznosításának megvalósíthatósági tanulmányterve a Debreceni Agglomeráció térségben. Tanulmány. In GRASELLI G. – SZENDREI J. (2006): A tüzelési célú energetikai növények termesztésének jelentősége. Östermelő: *Gazdálkodók lapja*, 10 (3): 70–72. pp. – (17) GYURICZA Cs. (2010): Új fás szárú energiaültetvény technológiája és hasznosításának komplex kidolgozása teljes termékpálya mentén. Részjelentés a 3. munkaszakasz szakmai beszámolója. Pályázati azonosító NKFP 07 4 ENFATECH – (18) GYURICZA Cs. – HEGYESI J. – KOHLEB R. (2011): Rövid vágásfordulójú fűz (*Salix* sp.) energiaültetvény termesztésének tapasztalatai és életciklus-elemzésének eredményei. *Növénytermelés*, 60 (2): 45–65. pp. – (19) HAJDÚ J. (2009): A szilárd biomassza hőenergetikai hasznosítása. OBEKK Tudományos Szakmai Kiadványok sorozat (10/12), Szent István Egyetem Kiadó, Gödöllő. In VÁGVÖLGYI A. (2013): *Fás szárú energetikai ültetvények helyzete Magyarországon napjainkig; üzemeltetésük, hasznosításuk alternatívái*. Doktori értekezés (Nyugat-Magyarországi Egyetem Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola) – (20) JUNEK N. – MIKÓ P. – KOVÁCS G. – NAGY L. – BALLA I. – GYURICZA Cs. (2013): Biomassza-vizsgálatok egy kedvezőtlen termőhelyi körülmények között létesített energiafűz-ültetvényben. *Növénytermelés*, 62 (1) 5–18. pp. – (21) KÁPOSZTA J. – NAGY H. (2013): A vidékfejlesztés és a környezetipar kapcsolatrendszer az edogén fejlődésben. *Journal of Central European Green Innovation*, 1 (1): 71–82. pp. – (22) KONDORA. (2015): *A földhasználat átalakításának lehetősége az „energiafűz” (Salix viminalis L.) termesztésbe vonásával Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében*. Doktori (PhD) értekezés (Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Doktori Iskola) – (23) KOPÁNYI I. (2012): *Energetikai ültetvény adatok*. In VÁGVÖLGYI A. (2013): *Fás szárú energetikai ültetvények helyzete Magyarországon napjainkig, üzemeltetésük, hasznosításuk alternatívái*. Doktori (PhD) értekezés (Nyugat-Magyarországi Egyetem Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola) – (24) LIEBHARD, P. (2009): *Energetikai faültetvények. Rövid vágásfordulójú faanyagtermelés. A jövő nyersanyaga*. Cser Kiadó, Budapest – (25) LUKÁCS G. S. (2012): *Energiaerdők létesítése és gondozása*. Magyar Agrárkamara Fókusz Sorozat. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest – (26) MAGDA S. (2007): Bioenergia-hasznosítás és -szaktanácsadás. *Mag, kutatás, fejlesztés és környezet*, 21 (1): 5–8. pp. – (27) MAGYAR CUKOR ZRT. (2015): *A szállítási költség összetétele, értékének alakulása eltérő szállítási távolságoknál a Magyar Cukor Zrt. beszállítói adatai alapján*. Az adatokat rendelkezésre bocsátotta Dr. Csima Ferenc. – (28) NÁDUDVARI Z. (2011): A biomassza hatékony alkalmazása a németországi energiatermelésben. *Műszaki információ, Környezetvédelem*, (9) 14–29. pp. – (29) NÉMETH G. – VARGA M. – TOTTH B. (2013): Dendromassza alapú energiaforrások jelentősége és hasznosítása Magyarországon. *Energiagazdálkodás*, 54 (6): 14–17. pp. – (30) NEMZETI FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS TANÁCS (2011): *A természeti erőforrások fenntartása*. Műhelytanulmányok, No. 3. PÁLVÖLGYI T. (szerk.) – CSETE M. – HARAZIN P. – SZENDRŐ G. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem és Env-in-Cent Kft., Budapest, 63. p. – (31) POPP J. – POTORI N. (2011): *A biomassza energetikai célú termelése Magyarországon*. Agrárgazdasági könyvek. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest – (32) REKK – REGIONÁLIS ENERGIAGAZDASÁGI KUTATÓKÖZPONT (2009): *Erdészeti és ültetvény eredetű fás szárú energetikai biomassza Magyarországon*. Műhelytanulmány. Corvinus Egyetem Regionális Ener-

giagazdasági Kutatóközpont, Budapest – (33) RÉNES J. (2008): Fás szárú energiaültetvények a gyakorlatban I. *Bioenergia*, 3 (3): 9–12. pp. In POPP J. (SZERK.) – POTORI N. (szerk.) (2011): *A biomassza energetikai célú termelése Magyarországon*. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest – (34) SZÁNTÓ Zs. (2012): A bioenergia előállítás és hasznosítás térkörnyezeti elemzése. *Agrártudományi Közlemények*, (50): 235–240. pp. – (35) UDOVECZ G. (2014): *Adalékok a magyar mezőgazdaság minősítéséhez*. XIV. Nemzetközi Tudományos Napok, Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös, 2014. március 27–28., 1523–1529. pp. – (36) VIDA A. – BAKSA A. (2009): A bioüzemanyagok használatával járó várható földhasználati változások Magyarországon. *Gazdálkodás*, 53 (1): 65–77. pp.

ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL MODEL OF SHORT ROTATION COPPICE (SRC) PLANTATIONS

By: Posza, Barnabás – Borbély, Csaba

Keywords: sustainability, renewable energy, primary biomass, competitiveness, return on investment.

JEL Classification: Q24.

The main goal of this article is to determine the economic and environmental sustainability of short rotation coppice (SRC) harvested on a two-year cycle by establishing a model based on secondary data. In general, these energy plantations are attempts to do an extensive silvicultural work in an intensive production system while meeting the requirements of economic and environmental sustainability at the same time. Four scenarios were established based on land characteristics and production intensity. The analysis of the cumulative financial results of these hypotheses over several production cycles (a total of 15 years) shows the effect of transportations costs, yields and production methods on the return time and the effect of the time value of money on the investment. From the established model, it can be concluded that short rotation coppice plantations can meet the requirements of either economic or environmental sustainability but not both at the same time. With SRC plantations being a conditionally renewable resource, the return of annual inputs presents both a financial and an energetic risk due to the unpredictability of the production. This fact puts SRCs at a competitive disadvantage against conventional renewable energy resources.

MAIN REASONS FOR JOINING PRODUCERS' ORGANISATION AND THEIR INFLUENCE ON THE MARKET ACTIVITY OF THE PARTICIPANTS

By: Kovács, Zoltán

Keywords: sale, motivation, services, producer organisation, fruit and vegetables.

JEL Classification: Q13.

Producer organisations (POs) in the leading vegetable and fruit producing European Union (EU) Member States have a key role in the coordination of product path; their market share exceeds 40%, and in some countries even reaches 90%. Typically, the market share of these organisations is rather low, around 20% in those countries – including Hungary – which joined the EU from 2004 onwards. Considering the current situation of the sector, however, it is necessary to strengthen the position of producer organisations. Exploring the reasons and motivations behind entering these types of partnerships and conducting sales through these organisations can be a very useful addition to this. This is the main objective of the present study.

The results of questionnaire survey carried out among the members of PAPRIKAKERT TÉSZ Producer Organisation Ltd have shown that the main motivation for farmers to enter the cooperation is the possibility of reducing risks regarding sales. Another important motive, is the potential exploitation of other services offered by the organisation. The survey has confirmed that the good personal relationships, high level of trust and the availability of a logistical background, which can adapt flexibly to the needs of member farms, have the greatest impact in encouraging the members to sell their produce