



Módszertan a kukoricatermesztés kockázatainak gazdasági elemzéséhez¹

I.RÉSZ

SZABÓ JÓZSEF – KOVÁCS NORBERT – SZÁRMES PÉTER

Széchenyi István Egyetem

Összefoglalás

A kukoricatermesztés kockázatai és a kockázatkezelési lehetőségek a termőhely jellegzetességeitől, a tenyésztési alatti időjárástól, mint külső tényezőktől, valamint a termelési tervtől, a technológiától, az információktól, a kialakult helyzetekre való reagálástól, mint belső tényezőktől függenek. Jelen tanulmányban részletesen leírunk egy elemzési eljárást, amely a kukorica terméshozamok szimulációja és a mezőgazdasági események, tevékenységek jellemző példáin megmutatja, hogy a várható terméshozam ingadozása és a felmerülő agrártevékenységek hogyan hatnak egy farmgazdaság bevételeire és kiadásaira, ezáltal pedig hogyan befolyásolják a mezőgazdasági üzem jövedelmezőségét. Az elemzés és a kockázatkezelési folyamat eredményeit úgy alakítjuk ki, hogy azok könnyen átvezethetők legyenek a farmgazdálkodási tervébe. Arra törekedtünk, hogy megmutassuk a termésbecslés és az éves farmgazdálkodási terv összefüggéseit. A bemutatott példa jól illusztrálja, hogy a működő Excel alkalmazás a tervezéshez nagy segítséget nyújt. A becslésekhez felhasználhatunk statisztikai adatokat, tapasztalati adatokat, szakértői véleményeket és saját megfigyeléseinket. Ezáltal a gazdasági hatások is pontosabban becsülhetők előre, elősegítve így a megfelelő felkészülést és az üzem biztosabb működését.

Kulcsszavak: kockázatkezelés a mezőgazdaságban, terméshozamok szimulációja Monte Carlo módszerrel, mezőgazdasági üzem gazdasági eredményének

¹A tanulmány a “Nemzetköziesítés, oktatói, kutatói és hallgatói utánpótlás megteremtése, a tudás és technológiai transzfer fejlesztése, mint az intelligens szakosodás eszközei a Széchenyi István Egyetemen” elnevezésű, EFOP-3.6.1-16-2016-00017 azonosítóval ellátott projekt keretében készült.

becsléseszimulációja Monte Carlo módszerrel, mezőgazdasági üzem gazdasági eredményének becslése

BEVEZETÉS

A kukoricatermesztés kockázatai és a kockázatkezelési lehetőségek a termőhely jellegzetességeitől, a tenyészidő alatti időjárástól, mint külső tényezőktől, valamint a termelési tervtől, a technológiától, az információktól, a kialakult helyzetekre való reagálástól, mint belső tényezőktől függenek. Néhány olyan tényező is említhető, amely adottság is, de előző döntés következményeként kell vele számolni, például az elővetemény faja, fajtája, a talajművelésről hozott döntések etc.

A felsoroltakból a precíziós gazdálkodás sajátos szempontja miatt kiemeljük, hogy a termőterületre telepített eszközök nyújtotta gyors, azonnali és folyamatos információszerezés esélye mellett hozzáértés, gyakorlat, gyors elemzés, megfelelő értékelés, valamint helyes döntés és hatékony beavatkozás is szükséges a termés mennyiségének és minőségének növelésére és javítására.

Jelen tanulmányban részletesen leírunk egy elemzési eljárást, amely a kukorica terméshozamok szimulációja és a mezőgazdasági események, tevékenységek jellemző példáin megmutatja, hogy a várható terméshozam ingadozása és a felmerülő agrártevékenységek hogyan hatnak egy farmgazdaság bevételeire és kiadásaira, ezáltal pedig hogyan befolyásolják a mezőgazdasági üzem jövedelmezőségét. A farm általános üzemvitelével, a kukoricatermesztésen kívüli tevékenységeivel összefüggő tényezőket most figyelmen kívül hagyjuk. További egyszerűsítés, hogy bár a precíziós gazdálkodás lehetőséget biztosít helyspecifikus (táblafolt szintű) adatkezelésre, de a módszertan jobb érthetősége érdekében egyszerűen átlagértékekkel számolunk.

Javaslatot teszünk a kockázatok elemzésére szolgáló források használatára, az elemzés módszerére, és alkalmazási példát mutatunk be. Az elemzés és a kockázatkezelési folyamat eredményeit úgy alakítjuk ki, hogy azok illeszthetők, átvezethetők legyenek a farm gazdálkodási tervébe. A cikk első részében a kukoricatermesztés kockázatmenedzsmentjének mezőgazdasági vonatkozásait és az módszertani, elméleti kereteket tekintjük át, majd a második részben konkrét példákon keresztül mutatjuk be az elemzés menetét és a bekövetkező események gazdasági hatásait.

ANYAG ÉS MÓDSZER - KOCKÁZATELEMZÉS ÉS ÉRTÉKELÉS

A kockázatkezelés folyamatát a következő lépésekre bontjuk:

- a kockázatnak kitett értékek meghatározása, a tenyészidő termesztési szakaszokra (fenofázisokra) való felosztása
- a kockázatok szakaszonként és az egész tenyészidőre vonatkozó elemzése és értékelése
- döntési lehetőségek az egyes fázisokban, kockázatkezelési megfontolások, várható hatások vizsgálata

Valószínűségi változóként kezeljük a fázisok kezdési idejét, időtartamát és a terméshozamot.

Az idő az egyes fenofázisok hosszát és az egész tenyészidő időtartamát jelenti. Az időtartamokat a szakirodalmi források szerint határoztuk meg. Ugyancsak az irodalomra támaszkodtunk a vetésidő kezdeti időpontjának meghatározásakor is.

A kezdési időpontot a naptár szerinti 106. napban állapítottuk meg. Ezzel a gazdálkodási tervvel való összesítés lehetőségét teremtjük meg. Így lehet a precíziós gazdálkodással és a kockázatkezeléssel kapcsolatos költségeket átvezetni a farm gazdálkodási tervébe, és a tervben a terméshozamra vonatkozó becsléseket feltüntetni. A rögzített kezdési időpont kivételével minden további terminus valószínűségi változó.

A fenológiai szakaszok átlagos, legrövidebb és leghosszabb időtartama egy FAO 400-as éréscsoportba tartozó hibrid esetén a már idézett előzmény (*Szármes szerk. 2015*) szerint:

1. táblázat: A kukorica fenológiai fázisai

Table 1. Phenological phases of maize

| FÁZIS | ÁTLAG | ALSÓ | FELSŐ |
|--|--------------|-------------|--------------|
| VETÉS - KELÉS | 10 nap | 5 nap | 12 nap |
| KELÉS - NÉGYLEVELES ÁLLAPOT | 14 nap | 12 nap | 18 nap |
| NÉGYLEVELES ÁLLAPOT - CÍMERHÁNYÁS | 50 nap | 48 nap | 55 nap |
| CÍMERHÁNYÁS - NŐVIRÁGZÁS | 5 nap | 4 nap | 8 nap |
| ÉRÉS - BETAKARÍTÁS | 65 nap | 60 nap | 75 nap |
| ÖSSZESEN | 144 nap | 129 nap | 168 nap |

A fázisok ideje mellett a másik kockázatnak kitett értéket a terméshozam jelenti, ezt szintén valószínűségi változóként kezeljük. Mivel a terméshozam csak a tenyészidő végén értelmezhető, minden fázisban csak a terméshozamra vonatkozó várakozás, előrejelzés határozható, illetve becsülhető meg. A másik változó tehát a terméshozamra vonatkozó várakozás, amelyet minden fázisban az aktuális körülmények alapján lehet megállapítani, illetve módosítani felfelé vagy lefelé. Az egyes fázisoknál a terméshozamra vonatkozó várakozásnál már szerepet játszanak a kockázatkezelési megfontolások is. A terméshozam becsülésére vonatkozóan áttekintést nyújt *Hajós* (é. n.). Ez az irodalmi tétel bemutatja a szakértői munka szerepét, megadja azok korlátait, vázolja a mérések és a szakértői tudás együttes lehetőségét.

A két változó együttes mérlegelésére az idézett kézirat (*Szabó* 2016) szerinti elveknek megfelelően már adtunk egy példát egy másik szakterületen (építőipar). Az ott alkalmazott ún. kockázati ablakok alkalmasnak bizonyultak a kockázatelemzés elvégzésére, és nagyon jól bemutathatóvá teszik a folyamat során változtatott becsléseket és az eredményeket. A most bemutatott eljárás is részben ezt a módszertant követi. A kockázati ablakok mérete és alakja a folyamat alatt változik, az idő múlásával a határok egyre közelebb kerülnek egymáshoz, az ablak méretei csökkennek.

A kockázatnak kitett értékeket érintő kockázati tényezőket a következő módon csoportosíthatjuk:

- termesztési, technológiai tényezők
- időjárási tényezők
- rendkívüli körülmények, extrém időjárási tényezők
- tápanyagellátási tényezők
- növénybetegségek, fertőzések
- kártevők

A kockázatelemzés két dimenziója tehát az időtartamra és a terméshozamra vonatkozó várakozás. Mindkettőt valószínűségi változóként kezeljük.

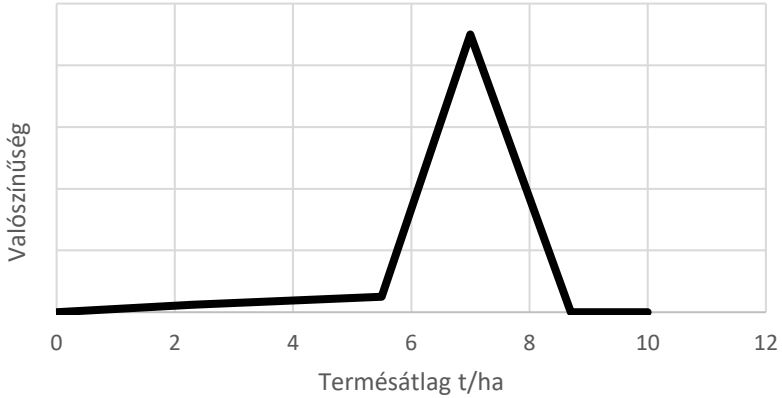
Az időtartamok alsó, felső és átlagos értékeit a fenti táblázatban megadtuk. A teljes tenyészidő és az egyes fenológiai szakaszok időtartamára, eloszlásukra a szakirodalom kismértékben eltérő, de egymáshoz nagyon közelálló értékeket ad meg. Az adatokból nem olvasható ki egyértelmű tendencia, a földrajzi hely sem ad markáns eligazítást, ezért döntöttünk az egyenletes eloszlás alkalmazása mellett.

A termésátlagra is nyilvánvalóan vannak legkisebb, legnagyobb, illetve átlagos adatok saját, statisztikai, illetve historikus, tapasztalati forrásból. Kérdés, hogy a három értékkel kapcsolatban milyen eloszlást feltételezünk. Az első lehetőség az, hogy az alsó és a felső adat között minden értéket azonosan valószínűnek tartunk, vagyis egy véletlenszám-generátorra bízunk a várható érték becslését. A második, hogy az alsó és felső adat között sávokat határozunk meg, például hat részre osztjuk a tartományt, a középső kettőnek nagyobb, a jobbra-balra következő kettőnek kisebb, a szélső kettőnek még kisebb valószínűséget állapítunk meg. Így súlyozzuk a valószínűségeket, például a normális eloszlás egy, kettő és három szigma tartományba eső értékek területarányai szerint. Számolhatunk az alsó, közép és felső értékekkel a béta eloszlás szabályai szerint is. A módszer a várható értéket az alsó és a felső érték, valamint a középerék négyszeresével számolja. A szórás az alsó és felső érték különbségének hatodrésze. Mivel ez egy sztochasztikus módszer, természetesen másféle módon is számíthatók ezek a jellemzők.

A béta-eloszlás mellett szól az, hogy a kockázati elemzés jellemző ábrája mindig ez az aszimmetrikus sűrűségfüggvény, amely a kedvezőtlen, kockázati oldalon hosszabb, az esély-oldalon rövidebb. A béta-eloszlás egyszerűsíthető egy háromszög alakú sűrűségfüggvénnyel. A béta-eloszlás mindig véges tartományt jelöl ki, vagyis mind a két végén nulla az ordináta.

Itt a továbbiakban a következő döntés szerint járunk el: az időtartam meghatározásánál a legegyszerűbb módszert választjuk: a megadott alsó és felső határérték között minden időtartamra vonatkozóan azonos valószínűséget tervezünk, minden érték azonos eséllyel lehet várható érték.

A terméshozamra vonatkozó várakozásnál kompromisszumos megoldás mellett döntöttünk. A béta-eloszláshoz hasonlóan hármass becsléseket végeztünk: az alsó, a felső és az átlagos értékre vonatkozóan. A görbe vonalú sűrűségfüggvényt így háromszöggel helyettesítettük. A kockázati, kedvezőtlen oldalon egy kis háromszög betoldásával azt is tudtuk érzékelteni, hogy a termesztés közben a termést katasztrofális, végzetes hatások is érhetik. A háromszög méreteit úgy határoztuk meg, hogy a teljes terület 5%-át tegye ki. A másik, a kedvező esélyoldalon is be lehetne építeni egy hasonló elemet, de ezt nem tartjuk indokoltnak. A felhasznált sűrűségfüggvény tehát az **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.** szerinti általános alakot veszi fel.

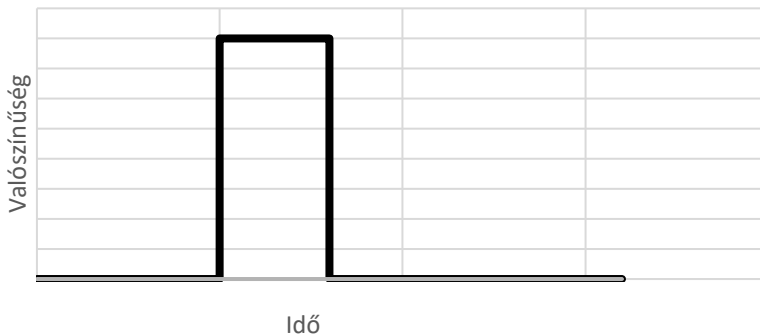


1. ábra: A terméshozam sűrűségfüggvénye

Figure 1: Distribution function of crop yield

Az 1. ábra szerinti függvényen a várható érték a legmagasabb ponttól kissé balra helyezkedik el, de az eltérés lényegtelen, elhanyagolható. A további ábrákon ez a sűrűségfüggvény a jobb szélén fog megjelenni, fordított tengelyelhelyezéssel.

A 2. ábra az egyenletes eloszlás nagyon egyszerű sűrűségfüggvénye látható, a becsült, megadott határok között minden érték azonos valószínűséggel bír, egyszerű, súlyozatlan véletlenszám-generálással választhatjuk ki a várható időpontot.



2. ábra: Az érés idejének sűrűségfüggvénye

Figure 2: Distribution function of crop maturation time

Az elemzésnél egy adott fázisban a növényfejlődés és más körülmények elemzésével és mérlegelésével a következő előrejelzésekre kerülhet sor:

- Időpont becslése a következő fenofázisok bekövetkezésére. Végezhetünk becsléseket egy (középérték) vagy három időpontra (várható, minimum és maximum).
- Terméshozamra vonatkozó várakozásainkat minden fázis után csak az érés előre jelzett időpontjára adunk, három értéket megjelölve.

Az elemzésnél a két dimenzió tehát az idő és a terméshozamra vonatkozó várakozás.

Az időnél a gazdasági év szerinti beosztást alkalmazzuk. A felsorolt öt fenofázis közül a harmadikat és a negyediket összevonjuk és beiktatunk egy közbenső fázist július és augusztus fordulójában. A fenofázis szerinti tagolásnál feltüntetjük a maximális, átlagos és minimális értéket.

A korábban ismertetett fázisidőpontok alsó és felső értékeit átszámítottuk a naptári napokra, a következő módon:

2. táblázat: A kukorica fenológiai fázisai naptári napokban

Table 2. Phenological phases of maize in calendar days

| FÁZIS | ALSÓ | FELSŐ |
|---|----------|----------|
| VETÉS IDŐPONTJA | 100. nap | 110. nap |
| VETÉS - KELÉS | 105. nap | 122. nap |
| KELÉS - NÉGYLEVELES ÁLLAPOT | 117. nap | 140. nap |
| NÉGYLEVELES ÁLLAPOT - NŐVIRÁGZÁS | 169. nap | 203. nap |
| ÉRÉS - ARATÁS | 229. nap | 278. nap |

A terméshozamnál több szintet határozhatunk meg. Ezek lehetnek a becslések határai, illetve a várakozásokat ezekhez az értékekhez viszonyíthatjuk.

A Magyarországon termesztett kukorica éghajlati-biológiai terméshozamát általában hektáronként 9,5 és 10,5 tonnára teszik, bár termésversenyeken értek már el 18 tonnás hozamot is. A szántóföldi termesztésben stabilan elérhető hozamok értéke a statisztikai adatok alapján hektáronként 9,0-9,5 tonna (KSH 2017). Mi az elemzésnél 9,5-10,5 tonnás maximális terméshozamokból indultunk ki.

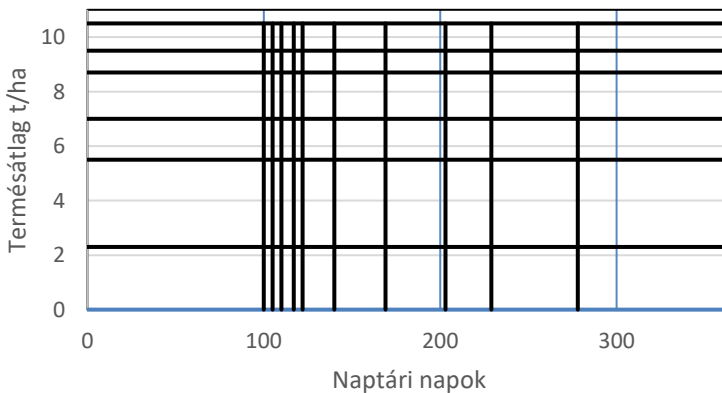
Példánkban a maximumot a Kisalföldön 2016-ban elért hozammal 8,66 tonnára vesszük fel. A minimális terméshozam ugyancsak a Kisalföldön 2015-ben, 5,51 tonna

volt hektáronként. Átlagértéknek az elmúlt tíz gazdasági évben elért hozamok egyszerű átlagaként 6,95 tonnát veszünk fel. A precíziós gazdálkodás eszközei segítségével ezek az értékek jelentősen felfelé tolhatók el, ezért becslésünk erősen konzervatívnak tekinthető, és érdemes lenne a terméshozam értékeket precíziós gazdálkodást folytató gazdaságok adatai alapján meghatározni.

Az elért minimum alatti értékek a nagyon rossz évekre vonatkoznak. A nagyon rossz jelző azt jelenti, hogy a tapasztalati adatok alapján végzett becslések arra az évre, amikor különösen kedvezőtlen időjárás van, és egy-két extrém jelenség is fellép, általában az átlagtermés harmadát jelölik meg termésminimumnak, ez példánkban 2,32 tonna hektáronként. És az utolsó érték a nulla, amennyiben a teljes termés elpusztul, vagy a maradék mennyiséget nem takarítják be, vagy betakarított termés az eredeti célra nem használható fel, nem értékesíthető.

A 3. ábra vízszintes tengelyén tehát két beosztást alkalmaztunk: a naptári beosztás mellett feltüntettük a szakirodalom által megadott fenofázisokra vonatkozó időértékeket. A kötött kiinduló vetési időpontra kívül a keret minden fenofázisra ad közép, maximális és minimális értéket.

A függőleges tengelyen szerepelnek a szakirodalomból megismert határok, illetve a konkrét termelési helyre vonatkozó, példaként szolgáló maximum, minimum és átlaghozamok.

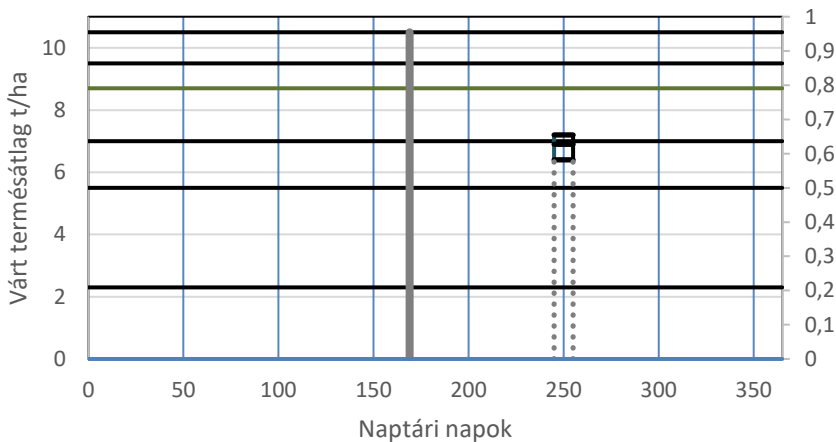


3. ábra: Az elemzés keretei

Figure 3: Framework of our analysis

Ebben a keretben végezhetjük el fázistól fázisra haladva a kockázatelemzést, megadhatjuk a konkrét fázisban jelentkező kockázati tényezőket, a lehetséges káros hatásokat, illetve a kockázat észlelésére, a kockázatkezelésre alkalmas eszközöket.

Az érés várható időpontjánál a két dimenzió szerinti minimumok és a maximumok vonala jelöli ki a kockázati ablakot. Az időre és a terméshozamra vonatkozó becsléseink a kockázati ablakban együttesen ábrázolhatók. A terméshozamnál a várható érték is jelölhető. A 4. ábra látszik, hogy a függőleges tengelyen a becsült maximum és minimum értéke között jelöltük ki az ablakot, a becsült minimumérték alatt a vízszintes tengelyig terjedő tartományt pontozott vonallal jeleztük. Ez mindig az elemzés kereteinél megállapított 5%-nyi területet képező tartomány nagyon súlyos károk bekövetkezésénél kialakult helyzetre. Az időnél a várható érték hiányzik, illetve bármelyik lehet.



4. ábra: Kockázati ablak

Figure 4: Risk window

A kockázati ablak mérete, alakja minden elemzési időpontban változik. Normál körülmények között az oldalhosszak és az ablak területe is jellemzően csökkenő tendenciát mutat. Ha a dimenziók közül egyik vagy másik, vagy mindkettő nő, akkor valami rendkívüli dolog történt, vagy ilyen helyzet kialakulását várjuk, jelezzük elő.

A 4. ábra egy, a 169. naptári napon készült becslést mutat. A függőleges vonal a június közepére eső dátumot mutatja, az ablak három vízszintes osztása pedig a

minimális (6,4 t/ha), a várható (6,9 t/ha), illetve a maximális (7,2 t/ha) termés hozamra vonatkozó előrejelzést.

A növény zavartalan fejlődését akadályozó károsítóknál a szakirodalom szerinti csoportosítást követtük. Kártevőknek tekintettük a gerinces állatokat, a rovarokat és a fonálférgeket. A kórokozók csoportjai a vírusok, baktériumok és a gombák. Károsítók még a haszonnövények konkurensei, a gyomnövények. A mezőgazdasági technológiára és a károsítók elleni védekezésre vonatkozó leírásainkat elsősorban *Keszthelyi et al. 2009, Bozsik et al. é. n., Csajbók 2012, Fischl et al.:é.n., Varga-Haszonits Zoltán et al. 2006* irodalmi tételek segítségével készítettük el.

Vetés előtti műveletek

A vetés előtti műveletek az őszi munkákkal kezdődnek. Az ősszel, illetve tavasszal, közvetlenül a vetés előtt elvégzett technikai művelet a tarlóművelés, amely a tarlólántásból és a tarlóápolásból áll. Az alapművelés, (szántás, vagy forgatás nélküli), az alapművelés elmunkálása, illetve a magágyészítés.

Kockázati tényezők:

- kedvezőtlen talajviszonyok (felázott, járhatatlan talaj) nehezíti vagy akadályozzák a munkákat
- emberi hibák
- gépek meghibásodása

Hatások:

- késés
- nem egyenletes eldolgozás

Felismerési és kockázatkezelési lehetőségek és eszközök:

- helyszíni megfigyelések
- gyakorlott gépkezelők alkalmazása
- megfelelően karbantartott gépek használata

Vetéstől a kelésig

A vetés és a kelés között a hőmérséklet, illetve annak változása a legfontosabb időjárási befolyásoló tényező. A szakirodalom szerint a talajhőmérséklet egészen kismértékű változásai is nagymértékben befolyásolják a fázis hosszát. A vetés-kelés

fenológiai szakasz hossza szinte csak ettől a tényezőtől függ. A káros hatások kivédésére csak a vetés időpontjának megváltoztatása jöhet szóba. Az elvetett mag károsítói ebben a fázisban a talajlakó kártevők és a rovarok lárvái. Nagy részük a megfelelő talajmunka és gyomtalanítás során elpusztul. A megfelelő megelőző védekezés módja a csávázott vetőmag alkalmazása, illetve a vetéssel együtt végzett fertőtlenítés. A csírázáskor megjelenhetnek a vadak, elsősorban a vaddisznó, ellenük is védekezni kell. A védekezés módja lehet fizikai akadály alkalmazása (kerítés, villanypásztor), vagy szagosító anyaggal telített csomagok kihelyezése.

Kockázati tényezők:

- alkalmatlan vetőanyag
- hideg időjárás, alacsony talajhőmérséklet
- talajban élő károkozók
- vadkárok
- emberi hibák
- gépek meghibásodása, helytelen beállítások

Hatások:

- vetési hibák
- késői kelés
- hiányos csírázás, kelés, alacsony tőszám
- részben elpusztított csírák

Felismerési és kockázatkezelési lehetőségek és eszközök:

- megfelelő vetőanyag
- időjárási előrejelzések figyelése
- helyszíni megfigyelőeszközök adatainak feldolgozása
- vegyszeres védekezés
- csapdák, riasztás, távoltartás alkalmazása a vadak ellen
- trágyázás

Keléstől a négyleveles állapotig

Az időjárási hatások ebben a májusi fázisban a fiatal növényt érik. Ebben az időszakban még előfordulhat éjszakai fagy, tartós hideg idő, de nagyon meleg idő is. A vadkárok elkerülését és enyhítését segíti az illetékes vadászati szervezettel való

együttműködés. Megjelennek a madarak, főként a fácán és a galamb veszélyes, lecsipkedik a kihajtott növény csúcsát.

A fázis kártevői még a lárvák és a kifejlett rovarok (pl.: kukoricabarkó, muharbolha). Vegyszeres irtásukat sorközbe dolgozott anyaggal javasolják elvégezni. Számos betegség is megtámadhatja a friss növényt, gyakori a csírákori gombás betegség.

Kockázati tényezők:

- fagy, tartós hideg időjárás
- vadak, madarak kártevése
- gombás betegségek
- rovarok kártevése

Hatások:

- tőszámcsökkenés
- fejlődést gátló betegségek kialakulása

Felismerési és kockázatkezelési lehetőségek és eszközök:

- szakértői jelentések vizsgálata
- károkozó-előrejelzések figyelése
- helyszíni megfigyelőeszközök adatainak feldolgozása
- vegyszeres védekezés
- csapdák, riasztás, távoltartás alkalmazása a vadak és madarak ellen

Négyleveles állapottól a címerhányásig, valamint a címerhányástól a nővirágzásig

A címben jelzett második szakasz rövidsége miatt a két fázist összevonva tárgyaljuk. Júniusban szükség lehet a tápanyag-pótlásra, lombtrágyázásra. A kártevők közül ebben az időszakban főleg a kukoricamolylepke, gyapottok bagolylepke, amerikai kukoricabogár ellen kell védekezni, de számos más kártevő is kifejlődik. A vadak, a szarvas és az őz a termésre már végig, a betakarításig komoly veszteségeket okozhatnak, a védekezést folyamatosan fenn kell tartani.

Kockázati tényezők:

- vadak, madarak kártevése
- gombás betegségek
- rovarok kártevése

Hatások:

- tőszámcsökkenés
- fejlődést gátló betegségek kialakulása

Felismerési és kockázatkezelési lehetőségek és eszközök:

- szakértői jelentések vizsgálata
- károkozó-előrejelzések figyelése
- helyszíni megfigyelőeszközök adatainak feldolgozása
- vegyszeres védekezés
- csapdák, riasztás, távortartás alkalmazása a vadak és madarak ellen

Érés

Az érés szakasza az itt alkalmazott szakaszolás szerinti leghosszabb fázis. A terméshozam nagysága a július-augusztus hónapok időjárástól nagymértékben függ, a legfontosabb tényező a napsütés, a hőmérséklet és a megfelelő vízellátás. A vadak, rágcsálók (mezei pocok, ürge, hörcsög) és a vadak ellen védekezni kell. Jelentős károkat okozhatnak a rovarok, bogarak. A fejlődő kukoricát számos betegség fenyegeti, ezek egy része ellen védekezni kell, mások nem okoznak problémát. Az érési szakaszt a következő részben ismertetett példánkban két részre osztottuk, külön kezelve a júliusi, illetve az augusztustól a betakarításig tartó időszakot.

Kockázati tényezők:

- forróság
- csapadékhiány, aszály
- vadak, madarak kártevése
- gombás betegségek
- rovarok kártevése

Hatások:

- a tenyészidő meghosszabbodása
- gyenge szemfejlődés, alacsony hozamot ígérő fejlődés
- fejlődést gátló betegségek kialakulása
- tápanyaghiány

Felismerési és kockázatkezelési lehetőségek és eszközök:

- időjárási jelentések figyelése

- szakértői jelentések vizsgálata
- károkozó-előrejelzések figyelése
- helyszíni megfigyelőeszközök adatainak feldolgozása
- vegyszeres védekezés
- öntözés
- csapdák, riasztás, távoltartás alkalmazása a vadak és madarak ellen

Betakarítás, szállítás, tárolás

A betakarítást a nagytömegű árukukoricánál kombájnokkal végzik. A kombájnok csőtörő adapterrel, morzsolva végzik a munkát. A betakarításnál a betakarító és a szállító gépek együttműködésére van szükség. A kukoricát nedvességtartalmának megfelelően mesterséges szárítás után vagy szárítás nélkül tárolják be.

Kockázati tényezők:

- csapadékhiány, aszály
- vadak, madarak kártevése
- gombás betegségek
- rovarok kártevése

Hatások:

- a tenyésződés meghosszabbodása
- gyenge szemfejlődés, alacsony hozamot ígérő fejlődés
- fejlődést gátló betegségek kialakulása
- tápanyaghiány

Felismerési és kockázatkezelési lehetőségek és eszközök:

- szakértői jelentések vizsgálata
- károkozó-előrejelzések figyelése
- helyszíni megfigyelőeszközök adatainak feldolgozása
- vegyszeres védekezés
- lombtrágyázás
- csapdák, riasztás, távoltartás alkalmazása a vadak és madarak ellen

Az elemzést a már bemutatott 4. ábra látható kockázati elemzési keretek között végezzük el. Az elemzés dinamikus, végig követi a folyamatot, a tervezés minden

fázisban a tényeknek megfelelő módon kerül aktualizálásra, módosításra. Minden fázis után módosíthatók a következő fázisok bekövetkezésére, illetve a terméshozamra vonatkozó várakozások. A módosításoknál már elemezni, értékelni kell a kockázati helyzetet, meghatározhatjuk a kezelési intézkedéseket, illetve megbecsülhetjük, kalkulálhatjuk az intézkedések költségeit.

Az elemzésnél terméshozamra vonatkozó várakozások becslésére Monte Carlo módszert használtunk. A Monte Carlo módszer előrejelzésre, becslésre, kockázatelemzésre használható véletlen szám generátor. Lehetővé teszi a nagyszámú lehetséges kimenet mesterséges előállítását és a domináns mintázatok elemzését. Közgazdaságtudományi területen leggyakrabban a kockázatelemzés, érzékenységvizsgálat és előrejelzés céljából alkalmazzák. A módszer egyszerűsége lehetővé teszi, hogy a matematikusok mellett más tudományterületek kutatói is könnyen alkalmazzák. A módszer alkalmazása eredményeképpen a modellek futtatása során nagy, tetszőleges számosságú lehetséges jövőbeni kimenet áll elő, így az eredmény várható alakulásával, lehetséges kimeneteivel kapcsolatban pontosabb képet kapunk, miközben a véletlenszerűséget és a jövővel kapcsolatos bizonytalanságot is figyelembe vesszük. A szimuláció eredményeképpen feltárt jövőbeli utak elemzése fontos döntéselőkészítési elem.

Az előzőekben bemutatott háromszögeloszlást követő véletlen terméshozamok tetszőleges számban állíthatók elő. A kísérletek számának növelésével és a kísérletsorozatok ismétlésével a terméshozamok sűrűségfüggvénye folyamatosan változik. A változás mértékének értelmezési tartománya és értékkészlete a terméshozam intervallumának minimuma, maximuma, valamint a leggyakrabban előforduló érték (ami speciális esetben lehet a hosszútávú átlag is) egyre pontosabb becslésével folyamatosan változik (az értelmezési tartomány szűkül, az értékkészlet bővül).

A terméshozam alakulásának, változásainak a gazdasági hatását egy 100 hektáros farm példáján mutatjuk be. Meghatároztuk a bevételi és kiadási kategóriákat, illetve azok egy jellemző megoszlását szakirodalmi adatok alapján. A bevételek nagyságát alapvetően a terméshozam és a felvásárlási árak, illetve a területarányos támogatások határozzák meg, a kiadások nagyságát pedig az időjárás és a növénytermesztéshez szükséges tevékenységek költségei.

Egy farmgazdaság gazdasági körülményeinek leírása meglehetősen bonyolult feladat, a kiadások és bevételek szinte tetszőleges bontásban adhatók meg. A kockázati elemzés

céljaira a következő felsorolásokba foglalt tételeket adjuk meg, természetesen ez a helyi viszonyoknak és az elemzés kívánt szintjének megfelelően tetszőlegesen módosítható, szűkíthető és bővíthető. A cash flow ebben a példában az adott időszakban történő bevételek és kiadások egyenlegét jelenti, minden módosítás, átértékelés és hatásvizsgálat nélkül, minden áthúzódó hatást is figyelmen kívül hagyva.

Az elemzésben technikailag a kiadásokat és bevételeket jelentkezésük gyakorisága szerint csoportosítottuk. A példa kidolgozása érdekében állást foglaltunk minden tételnél abban a kérdésben, hogy évente, félévente, negyedévente vagy havonta keletkezik. A felsorolásban megadottak természetesen javaslatok, módosíthatók.

Javasolt bevételi kategóriák:

- Tagi, tulajdonosi befizetések (évente)
- Támogatások (állami és egyéb közpénz-támogatások) (félévente)
- Kártérítés, kárenyhítés, állami (félévente)
- Kártérítések, biztosítás alapján (félévente)
- Értékesítési bevételek (fő tevékenység) (negyedévente)
- Értékesítési bevételek (egyéb gazdálkodási tevékenység) (negyedévente)
- Nyújtott szolgáltatások bevétele (negyedévente)
- Beérkező bérleti díjak (havonta)
- Hitelek, hitelkeretek terhére lehívások (negyedévente)
- Kamatbevételek (negyedévente)
- Pénzügyi műveletekből származó bevételek (negyedévente)
- Kapott osztalékok (évente)
- Adó-visszatérítések, kompenzációs felár (havonta)
- Egyéb bevételek (havonta)

Javasolt kiadási kategóriák

- Tulajdonosi pénzkivétel, osztalék (évente)
- Központi bérek, menedzsment, adminisztráció (havonta)
- Rendszeres, alkalmazotti bérek és kiegészítő juttatások (havonta)
- Alkalmi bérek (havonta)
- Munkáltatói költségek, hozzájárulások (havonta)

- Közterhek (havonta)
- Adók (havonta, negyedévente, félévente, évente)
- Energiaközmű díjai (havonta)
- Közlekedéssel kapcsolatos kiadások (havonta)
- Telekommunikációs díjak (havonta)
- Kommunális szolgáltatások kiadásai (havonta)
- Beszerzések, tartós eszközök, gépek, járművek, berendezések (félévente)
- Építés (évente)
- Fő tevékenység beszerzései, anyagok, eszközök stb. (negyedévente)
- Egyéb tevékenységhez szükséges beszerzések (negyedévente)
- Bérleti díjak, lízingdíjak (negyedévente)
- Igénybe vett szolgáltatások díja (negyedévente)
- Javítási, karbantartási kiadások (negyedévente)
- Értékesítési- és marketingkiadások, jutalékok (félévente)
- Általános kiadások, posta, írószer, reprezentáció stb. (negyedévente)
- Biztosítási díjak (félévente)
- Adósságszolgálat (negyedévente)
- Tagsági díjak (évente)
- Reprezentáció (félévente)
- Egyéb kiadások (félévente)

Az 5. és 6. ábra a bevételek és a kiadások százalékos megoszlását mutatja havi bontásban.

Bevételek

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
|--|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|
| 3 Tagi, tulajdonosi befizetések | 3,00 | | | | | | | | | | | | 3,00 |
| 2 Kapott osztalékok | 2,00 | | | | | | | | | | | | 2,00 |
| 25 Támogatások (állami és egyéb közpénz-támogatások) | 12,50 | | | | | | 12,50 | | | | | | 25,00 |
| 3 Kártérítés, kárenyhítés, állami | 1,50 | | | | | | 1,50 | | | | | | 3,00 |
| 7 Adó-visszatérítések, kompenzációs felár | 0,35 | 0,35 | 0,70 | 0,35 | 0,35 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 7,00 |
| 40 Értékesítési bevételek (fő tevékenység) | 4,00 | | | 8,00 | | | 12,00 | | | 16,00 | | | 40,00 |
| 10 Értékesítési bevételek (egyéb gazdálkodási tevékenység) | 2,50 | | | 2,50 | | | 2,50 | | | 2,50 | | | 10,00 |
| 1 Nyújtott szolgáltatások bevétele | 0,25 | | | 0,25 | | | 0,25 | | | 0,25 | | | 1,00 |
| 1 Beérkező bérleti díjak | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,10 | 0,10 | 1,00 |
| 2 Kártérítések, biztosítás alapján | 1,00 | | | | | | 1,00 | | | | | | 2,00 |
| 2 Hitelek, hitelkeretek terhére lehívások | 0,50 | | | 0,50 | | | 0,50 | | | 0,50 | | | 2,00 |
| 1 Kamatbevételek | 0,25 | | | 0,25 | | | 0,25 | | | 0,25 | | | 1,00 |
| 1 Pénzügyi műveletekből származó bevételek | 0,25 | | | 0,25 | | | 0,25 | | | 0,25 | | | 1,00 |
| 2 Egyéb bevételek | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,20 | 0,20 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 2,00 |
| 100 | | | | | | | | | | | | | |

5. ábra: A bevételek százalékos megoszlása

Figure 5: Breakdown of revenues in percentages

Kiadások

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 4 Tulajdonosi pénzkivétel, osztalék | 4,00 | | | | | | | | | | | | 4,00 |
| 4 Központi bérek, menedzsment, adminisztráció | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,40 | 0,40 | 0,32 | 4,00 |
| 18 Rendszeres, alkalmazotti bérek és kiegészítő juttatások | 1,44 | 1,44 | 1,44 | 1,44 | 1,44 | 1,44 | 1,44 | 1,44 | 1,44 | 1,80 | 1,80 | 1,44 | 18,00 |
| 3 Alkalmi bérek | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 3,00 |
| 2 Munkáltatói költségek, hozzájárulások | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,20 | 0,20 | 0,16 | 2,00 |
| 8 Közterhek | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,80 | 0,80 | 0,64 | 8,00 |
| 9 Adók | 0,45 | 0,45 | 1,35 | 0,45 | 0,45 | 1,35 | 0,45 | 0,45 | 1,35 | 0,45 | 0,45 | 1,35 | 9,00 |
| 2 Energiaközmű díjai | 0,20 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 2,00 |
| 2 Közlekedéssel kapcsolatos kiadások | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,10 | 2,00 |
| 2 Telekommunikációs díjak | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,20 | 0,20 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 2,00 |
| 1 Kommunális szolgáltatások kiadásai | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,10 | 0,10 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 1,00 |
| 1 Általános kiadások, posta, frészter, reprezentáció stb. | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,10 | 0,10 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 1,00 |
| 3 Beszerzések, tartós eszközök, gépek, járművek, berendezések | 2,10 | | | | | | 0,90 | | | | | | 3,00 |
| 3 Építés | 3,00 | | | | | | | | | | | | 3,00 |
| 16 Fő tevékenység beszerzései, anyagok, eszközök stb. | 5,60 | | | 5,60 | | | 3,20 | | | 1,60 | | | 16,00 |
| 4 Egyéb tevékenységhez szükséges beszerzések | 1,40 | | | 1,40 | | | 0,80 | | | 0,40 | | | 4,00 |
| 3 Igénybe vett szolgáltatások díja | 0,30 | | | 1,20 | | | 0,30 | | | 1,20 | | | 3,00 |
| 2 Javítási, karbantartási kiadások | 0,60 | | | 0,40 | | | 0,60 | | | 0,40 | | | 2,00 |
| 1 Értékesítési- és marketingkiadások, jutalékok | 0,50 | | | | | | 0,50 | | | | | | 1,00 |
| 2 Bérleti díjak, lízingdíjak | 0,50 | | | 0,50 | | | 0,50 | | | 0,50 | | | 2,00 |
| 2 Adósságszolgálat, bankköltségek | 0,50 | | | 0,50 | | | 0,50 | | | 0,50 | | | 2,00 |
| 1 Biztosítási díjak | 0,25 | | | 0,25 | | | 0,25 | | | 0,25 | | | 1,00 |
| 1 Precíziós termelés eszközeinek kiadásai | 0,25 | | | 0,25 | | | 0,25 | | | 0,25 | | | 1,00 |
| 1 Egyéb kiadások, tagsági díjak, reprezentáció | 1,00 | | | | | | | | | | | | 1,00 |
| 5 Korrekció a bevételi többlet miatt | 5,00 | | | | | | | | | | | | 5,00 |
| 100 | | | | | | | | | | | | | |

6. ábra: A kiadások százalékos megoszlása

Figure 6: Breakdown of expenses in percentages

Methodology for the economic assessment of risk effects in corn production

Part I.

JÓZSEF SZABÓ – NORBERT KOVÁCS – PÉTER SZÁRMES

Széchenyi István University

SUMMARY

External factors like agricultural properties of land, weather effects during growing season and internal factors like crop production plan, agricultural technology, available information, reactions to situations influence risks and risk management measures. In this paper, we described a methodology using yield simulation taking into account important agricultural events and activities to determine how yield fluctuations and agricultural activities affect the revenues and costs of a farm and its profitability. We designed the products of risk assessment and risk management so that they can be easily transferred into the business plan. We show the link between yield assessments and economic effects on the business plan revised monthly. Our example clearly illustrates how an Excel application can support the planning and revision process. For a more precise estimate, we can use statistical and empirical data and expert opinions. It also helps to make a better estimate of economic effects, and thereby allows for a more appropriate preparation and a more secure operation of the farm.

Keywords: risk management in agriculture, crop yield simulation with Monte Carlo simulation, estimation of economic results and profitability for an agricultural farm

IRODALOM

Bozsik A. - Bujáki G. - Bürgés Gy. - Czencz K. - Deli J. - Glits M. - Folk Gy. - Hunyadi K. - Ipsits Cs. - Járfás J. - Kadlicskó S. - Kiss J. - Koppányi M. - Kozma E. - Kövics Gy. - Kuroli G. - Lánszki I. - Petrányi I. - Petróczy I. - Pécsi S. - Péntes B. - Pintér Cs. - Radócz L. - Reisinger P. - Sáringer Gy. - Szabolcs J. - Szalay-Marzsó L. - Takács A. - Tomcsányi E. - Tóth A. - Tóth I., Virányi F. (é.n.): Mezőgazdasági üzemtan. Szántóföldi növénytermesztés és kertészet. Növényvédelem. Mezőgazda Kiadó é. n. Elektronikus anyag. Letöltés: 2017. május 30.

Csajbók J. (2012): Szántóföldi növények termesztése és növényvédelme. Egyetemi jegyzet. Debrecen, 2012. Elektronikus anyag

<http://www.agr.unideb.hu/ebook/szantofoldinovenyek/index.html>, letöltés: 2017. május 7.

Fischl G. - Horváth J. - Kadlicskó S. - Kiss E. - Pintér Cs. - Bíró K. (é.n.): A szántóföldi növények betegségei. Elektronikus anyag. Mezőgazda Kiadó, é. n. Letöltés: 2017. május 19.

Hajós L. (é. n.): A mezőgazdasági termelés gyakorlatának alapismeretei. Szaktudás Kiadó Ház. Elektronikus anyag. Mezőgazda Kiadó, é. n. Letöltés: 2017. május 19.

Keszthelyi S. - Vörös G. - Szőke K. - Fischl G. (2009): Az árukukorica növényvédelme. Növényvédelem, 45. (5), 2009 257-278. old.

Koppány K. - Kovács N. - Szabó J. (2013): Építőipari projektkockázatok mérésének egyes módszertani kérdései. Konferencia-előadás. Növekedés és egyensúly, Kautz Gyula Emlékkonferencia, Magyarország, Győr

Koppány K. - Kovács N. - Szabó J. (2014): Módszertani építőköcskák a projektkockázatok elemzéséhez. Konferencia-előadás. A tudomány és a gyakorlat találkozása, konferencia a Széchenyi István Egyetem Kautz Gyula Gazdaságtudományi Karán, Győr

Kovács N. – Koppány K. (2014): Kockázateleméleti és módszertani építőköcskák, in: Kovács Norbert (szerk.): Építőköcskák, Universitas-Győr Nonprofit Kft., Győr

KSH (2017): 6.4.1.5. A kukorica termelése (2000–) Elektronikus anyag: http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omn013a.html, letöltés: 2017.05.24.

Szabó J. (2014): Bevezető gondolatok az építőipari kockázatok menedzseléséhez, in: Kovács Norbert (szerk.): Építőköcskák, Universitas-Győr Nonprofit Kft., Győr

Szabó J. (2016): Szabó József: A kockázat rétegei. Kézirat. Győr

Szármes P. (2015): Élő Gábor, Koppány Krisztián, Kovács Norbert, Szabó József, Szármes Péter (szerk.): Precíziós gazdálkodás: Kockázatmenedzsment. Győr: Universitas-Győr Nonprofit Kft., 2015. 106 p. (ISBN:978-615-5298-52-3)

Varga-Haszonits Z. - Varga Z. - Lantos Zs. - Enzsölné Gerencsér E. (2006): Az éghajlati változékonyság és az agroökoszisztémák. Nyugat Magyarországi Egyetem, Mosonmagyaróvár

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

Szabó József – Kovács Norbert – Szármes Péter

Széchenyi István Egyetem,

Kautz Gyula Gazdaságtudományi Kar,

H-9026 Győr, Egyetem tér 1.

E-mail: szaboj@sze.hu, kovacsn@sze.hu, peter.szarmes@gmail.com