

Körfolyamatokra épülő helyi gazdasági rendszer kidolgozása

A *kék gazdaság* koncepciója Günter Pauli nevéhez kötődik. Pauli 2010-ben megjelent azonos című könyvében kifejtette, hogy a hagyományos gazdaság a szűkösségre épül, munkanélküliséggel és intragenerációs egyenlőtlenségekkel jár, hulladék- és melléktermék-képződés, valamint a fosszilis energiahordozóktól és kémiától való függőség kíséri. A termelési-fogyasztási rendszereket pár multinacionális vállalat világméretű beszállítói hálózata uralja. Lineáris folyamatokra épül, mellőzi a szimbiózisban és rendszerszemléletben rejlő előnyös szinergiákat. A rendszer fejlődéséről a fokozatos innovációk gondoskodnak, a döntések alapját pedig költség- és profitcentrikusság jellemzi.

Pauli szerint a zöld gazdaság koncepciója fenntarthatósági szempontból nem képvisel jelentős előrelépést. Ugyan törekszik a negatív környezeti hatások minimalizálására, felszámolására, a vállalatokat a környezetvédelem érdekében a beruházások növelésére, a vevőket pedig többletfizetésre szorítja.

Vélekedése szerint a *kék gazdaság* a „hagyományos zöld paradigmát” is meghaladja. Koncepciója több elemének (teljes hulladékmentesség, teljes foglalkoztatottság, zéró adóztatás, minden gazdasági igény kielégítése) egyszerre való érvényesítése tudományosan nehezen megalapozható paradigmát vetít elénk. Elképzelésének egyik főbb eleme – a gazdaság körkörös, önszabályozó és rendszerszemléletű folyamatokban való gondolkodása – azonban érdemes mélyebb tudományos vizsgálatokra.

A hagyományos gazdaság alapvetően lineáris folyamatokra épül, egy-egy termelési folyamat végén korlátozottan újrahasznosítható és/vagy újrahasználható végtermék (hulladék) keletkezik, mely szükségszerű környezetterheléssel jár. A környezet és a természet ezzel szemben körfolyamatokra épül, melyben a hulladék újrafelhasználásra/újrahasznosításra kerül. A körfolyamat során érvényesül a természet körfolyamataiban is törvényszerű anyagmegmaradás elve. A különféle eredetű szennyezések és a hulladék termelése nagymértékben visszaszorítható azzal, hogy az anyagok, termékek magas gazdasági értékkel használatban maradnak. A termékek életciklusának végén csökken az új anyagok iránt támasztott igény (Pauli, 2010).

Érdekletes példája ennek a természetben előforduló körkörös folyamatoknak a szén biogeokémiai ciklusa. Ebben a ciklusban a levegő szén-dioxid-tartalmát a fotoszintetizáló növények (melyeket termelőknek nevezünk) kötik meg és építik be a szerves folyamataikba. A termelőket növényevő állatok fogyasztják el, őket *elsődleges fogyasztóknak* nevezzük. Az elsődleges fogyasztók a szerves anyagok egy részét beépítik szervezetükbe, egy részüket pedig biológiai oxidáció által lebontják, miközben szén-dioxidot termelnek, mely kilégzéssel kerül vissza a levegőbe. A primer fogyasztókkal szekunder fogyasztók (kisebb ragadozó állatok) táplálkoznak, mely által az ő szervezetükbe épülnek be a szerves anyagok. Energiához ők is csak a szerves

anyagok oxidációjával juthatnak, amely során ugyancsak szén-dioxid keletkezik és szabadul ki a légkörbe. Hasonlóképpen a másodlagos fogyasztók fölötti trofikus szinten a harmadlagos (tercier) fogyasztók (elsősorban nagyobb testű ragadozók) állnak. Ha a növények és állatok elpusztulnak, majd a talajba kerülnek, akkor a szerves anyagok lebontása az ún. *reducens* vagy *lebontó szervezetek* által történik. Az állati maradványokból karbonátos kőzetek (pl. mészkő, dolomit) képződhetnek hosszú idő során. Ha a növényi maradványok mélyen a talaj alá süllyednek, kellő idő elteltével és megfelelő fizikai körülmények (pl. magas nyomás és hőmérséklet, levegőtől elzárt anaerob közeg) mellett fosszilis anyaggá (kőolaj, ásványi szén) alakulnak. A szén ezen körfolyamatába kapcsolódott bele az ember a kőolaj és kőszén bányászatával és energiahordozóként való gyors ütemű fogyasztásával. Emberi beavatkozás híján a fosszilis eredetű üzemanyagok évmilliók során, a vulkáni aktivitás eredményeként, egy lassú ciklus folyamán kerülnek vissza a légkörbe. Azzal, hogy az évszázmilliók alatt felgyülemlett fosszilis tartalékokat (olajat, szént és földgázt) kitermeljük vagy éppen őserdőt égetünk, a szénraktárak átkerülnek a gyors körforgásba, és a légkör szén-dioxid szintjét emelik meg, amelyek irreverzibilis változásokat idézhetnek elő az éghajlatban. Az emberi tevékenység a vulkáni szén-dioxid-kibocsátásnak kb. 100–300-szorosaáért tehető felelőssé.

Több tanulmány (Deutsch, 2020) is felhívja a figyelmet a kék gazdaság Pauli (2010) által lefektetett paradigma elméleti alapjainak hiányosságaira és utópisztikus voltára. Mindezek miatt nem csak kék gazdaság koncepciója, hanem az arra épülő kék innovációk is nehezen azonosíthatók be. Ugyan Pauli nem definiálta egyértelműen a kék innovációkat, utalt rá, hogy a fenntarthatóságot előmozdító megoldásokból merített (Deutsch, 2020). Az innováció mértékének, kiterjedtségének tekintetében Tukker és Tischner (1996), Unruh (2000), valamint Carrillo-Hermosilla et al. (2010) munkái alapján a fenntartható fejlődés elveit és céljait szolgáló innovációk a rendszeroptimalizálás, -újratervezés kategóriái közé tartoznak.

Jelen tanulmánynak célja, hogy bemutasson egy olyan, alapvetően agráriumbeli körfolyamatokon alapuló rendszert, amely, ha nem is csökkenti zéróra a keletkezett hulladékot, de visszacsatolásokon keresztül jelentősen minimalizálja azt. Továbbá hazai tájadosottságok és gazdasági körülmények között is megvalósítható. Tanulmányunk célja Kék Gazdaság innovációk beépítése meglévő, jellemzően szántóföldi gazdálkodással és haszonállat-tartással kapcsolatos mezőgazdasági, vidékfejlesztő, táji rehabilitációt végző kisüzemek működébe.

Elsőként bemutatjuk mindazokat az alapelveket, melyeket fontosnak tartottunk a rendszer megalkotásakor. Majd bemutatjuk a rendszer elemeit és a közöttük lévő kapcsolatokat néhány alapvető számítással.

A Kék Gazdaság itt releváns alapelvei

A mintagazdaság létrehozásakor a Kék Gazdaság alább felsorolt alapelveiből indultunk ki.

1. Komplexitás, robusztusság, hibatűrés

A kék gazdaság egyik fontos alapelve, hogy olyan módon növeljük a gyártási, termelési ciklusok egymásra épülő számát, hogy az minél jobban hasonlítson a természetben előforduló rendszereket jellemző komplex hálózatos és körkörös anyagmozgásra. A hagyományos gazdasági rendszerekben sok a lineáris elem, a hulladék pedig felesleges melléktermékként jelenik meg. A robusztusságot és a hibatűrés növelését segíti, ha a termelő rendszerek hulladékát megelőzésként minimalizáljuk, vagy már meglévő hulladék esetén visszacsatoljuk a rendszerbe például újra használatra vagy újra hasznosítással.

Ha a termelő rendszereket egy zárt rendszerként értelmezzük, akkor egy irányított hálózattal (matematikai gráffal) modellezhetők. Előljáróban szükséges megjegyeznünk, hogy ez egy igen leegyszerűsített modell, melyben eltekintünk attól, hogy az általunk létrehozott mesterséges rendszert nem tudjuk teljesen függetleníteni a környezetétől és annak külső erőforrásaitól. Eltekintünk attól is, hogy magának a rendszernek a létrehozása is humán erőforrásokat (például e tanulmányt írók részéről szellemi erőforrásokat) igényel. Továbbá a rendszer elemeit is olyan innovációk képezik, melyek mérnöki munkaórák, sőt mérnökgenerációk sokaságának szellemi eredményei.

Azonban törekedhetünk arra, hogy a rendszer minél jobban önellátó, önszabályozó legyen. Ebben a matematikai gráffal modellezhető hálózatban irányított kapcsolat (gráfél) van a rendszer két csomópontja között, ha az egyik rendszer outputja egyben a másik rendszer inputja. A hálózat teljeskörű leírásához és modellezéséhez szükségünk van a hálózatban előforduló valamennyi ilyen kapcsolat és a kapcsolatok irányának ismeretére. Ha számszerűsíteni szeretnénk a kapcsolatok erősségét, ahhoz súlyozott hálózattal (súlyozott gráffal) szükséges dolgoznunk.

A súlyozott gráfokban a gráfok minden éléhez egy számértéket rendelünk, amely az él súlyát adja meg. A gráf matematikailag definiálható az ún. szomszédsági mátrixszal. Például legyen A egy olyan szomszédsági mátrix, amelynek $a_{i,j}$ eleme a gráf i és j csúcsát összekötő él irányát és erősségét adja meg. A kimenő éleket (outputokat) definiálhatjuk negatív $a_{i,j}$ értékkel, míg a bemenő éleket pozitív $a_{i,j}$ értékkel.

$$A = \begin{pmatrix} a_{1,1} & \cdots & a_{1,j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{i,1} & \cdots & a_{i,j} \end{pmatrix}$$

Ekkor az A mátrix első sora megadja a gráf 1-essel jelölt csúcsából kivezető és bevezető összes él súlyát. Ugyanezt megadja az A mátrix első oszlopa, vagyis az A mátrixunk lényeges tulajdonsága, hogy a főátlóra szimmetrikus.

A hálózatok szerkezetének és fejlődésének lényeges szerepe van abban, hogy a hálózatban kialakuljon a védekezési képesség a véletlenszerű meghibásodások és/vagy a szándékos támadások ellen. A hálózatok kutatásai eredményei (Albert and Barabási, 2002; Barabási and Pósfai, 2016) szerint a komplex hálózatok hiba- és támadástűrő képessége, valamint a kaszkádszerű hibák kialakulását irányító törvényszerűségek univerzálisak, vagyis a feltárásuk segít megérteni a komplex rendszerek széles körére jellemző robusztusságot.

A természetben előforduló hálózatok közül soknak meg van az a figyelemre méltó képessége, hogy az alapműködésüket akkor is fenntartják, ha néhány alkotóelemük meghibásodik. Az irányított gráfokban ez a csúcsok kiesését, illetve a csúcsokkal együtt az oda tartó és onnan kiinduló élek (kapcsolatok) kiesését jelenti. Az emberi sejtek fehérjéi például sokszor hibás szerkezetet vesznek fel és a reakcióik nem működnek, mégis ritkán észleljük ennek a következményét. Hasonló a helyzet a mutációk génállományban való előfordulásánál. Mutáció a teljes genomon előfordulhat, a nagy részük azonban mégis ún. csendes mutáció, mert nem kódoló szakaszt érint, vagy nem jár aminosav cserével. A robusztusság az ökológiában és a környezettudományban is fontos: itt képessé tehető az ember által okozott ökológiai összeomlások, környezeti terhelések, környezetpusztítások előrejelzésére. Például egy védett, szórványokban előforduló faj fennmaradása szempontjából lényeges az ökológiai folyosók megléte, mely által egy faj egymástól távol eső egyedei is képesek a szaporodáshoz szükséges fizikai közelségbe kerülni egymással. A gének sokféleségét és egy faj fennmaradási esélyeit (tehát végső soron a biodiverzitás mértékét) javítja, ha a faj minél nagyobb számú egyede tud szaporodásra képes diverz közösséget alkotni. Ebben az esetben a hálózat csomópontjait az egyedek, az egymással való szaporodóképességet pedig a kapcsolatok (vagy a kapcsolatok láncolatai) jelzik.

Hasonlóképpen fontos lehet a hálózatok ellenállóképessége a mérnöki tervezésnél, melyek célja olyan rendszerek tervezése, amelyek alapfeladataikat még részegységeik meghibásodása esetén is el tudják látni. Például egy vasúthálózat működőképessége nagyban függ attól, hogy egy-egy véletlenszerűen vagy célzottan megválasztott vonal meghibásodása milyen következményekkel jár. A véletlenszerű hibáknak a mindennapi működésben lehet szerepe, míg a célzott „meghibásodások” szerepe katonai-nemzetbiztonsági elemzésekben válhat fontossá (Tóth, 2020; Tóth2021).

A hálózatok a csomópontjaik kapcsolódásának véletlenszerűsége /meghatározottsága szerint lehetnek véletlen hálózatok, skálafüggetlen hálózatok vagy hierarchikus hálózatok (Barabási és Oltvai, 2004).

A véletlen hálózatok (Erdős-Rényi-hálózatok) csomópontjai véletlenszerűen kapcsolódnak egymáshoz, a fokszámeloszlás Poisson-eloszlással jellemezhető. A legtöbb csomópont megközelítőleg azonos számú kapcsolattal rendelkezik, az átlagtól jelentősen eltérő csomópontok igen ritkák. A véletlen hálózatok mind a véletlenszerű, mind a célzott támadásokkal szemben kevésbé érzékenyek. A hálózat

összekapcsoltsága a klaszterezettséggel jellemezhető. A klaszterezettségi együttható megadja, hogy a hálózat valamely pontjának a szomszédjai milyen sűrűn kapcsolódnak egymáshoz. A k_i fokszámú i -edik pont csomósodási együtthatója

$$C_i = \frac{2L_i}{k_i(k_i - 1)}$$

ahol L_i az i -edik pont k_i számú szomszédja közötti kapcsolatok száma. Egy teljes hálózat klaszterezettsége az átlagos klaszterezettségi együtthatóval mérhető, ennek $\langle C \rangle$ a jele, értéke pedig C_i értékeknek az összes $i=1, \dots, N$ pontra vett átlaga:

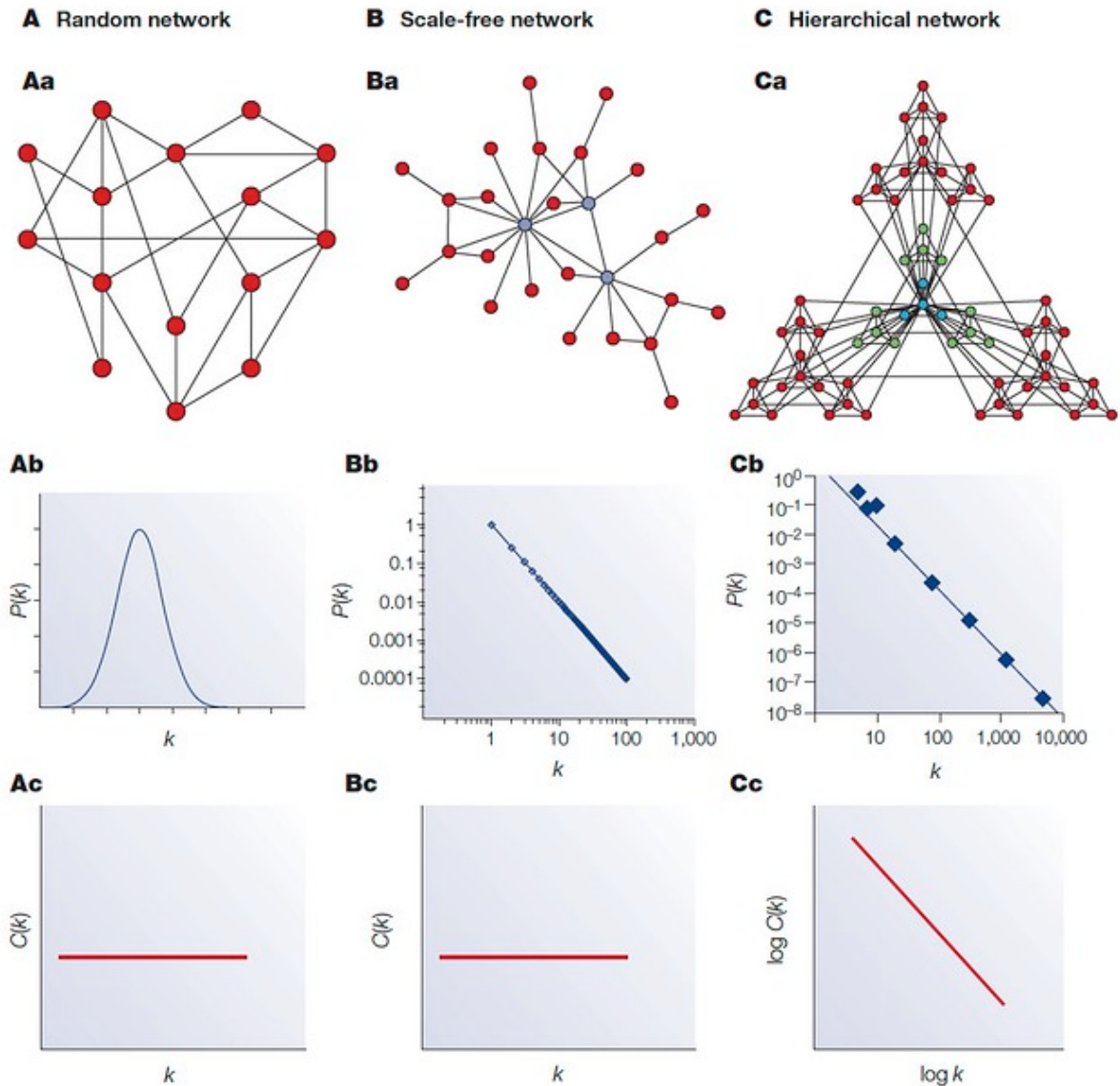
$$\langle C \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N C_i$$

Ahol $\langle C \rangle$ annak a valószínűsége, hogy egy véletlenszerűen kiválasztott pont véletlenszerűen kiválasztott két szomszédja kapcsolódik egymáshoz. Véletlen hálózatok esetében a klaszterezettségi együttható független a csomópontok fokszámától, így a k függvényében ábrázolt $C(k)$ vízszintes vonalként jelenik meg. Az átlagos úthossz arányos a hálózat méretének logaritmusával, ami azt jelzi, hogy a hálózat „kisvilág-tulajdonságú”, vagyis a csomópontok között mérhető átlagos távolság a csomópontok számához viszonyítva rövid.

A skálafüggetlen hálózatok fokszámeloszlása log-log skálán negatív kitevőjű hatványfüggvény: $P(k)k^{-\gamma}$, ahol γ a fokkitevő. A kitevő jellemző értéke a $2 < \gamma < 3$ tartományban mozog. Sok kis fokszámú csomópontot és kevés nagy fokszámú csomópontot találunk. A skálafüggetlen hálózatok felépülésének jellemzője a preferenciális kapcsolódás, vagyis egy a hálózathoz kapcsolódó új csomópont nagyobb valószínűséggel csatlakozik egy már eleve több kapcsolattal rendelkező csomóponthoz. A nagyszámú kapcsolattal rendelkező csomópontok kulcsszerepet játszanak a hálózat összetartása szempontjából. Célzott támadásokkal való eltávolításuk jelentősen csökkentheti a hálózat integritását. A skálafüggetlen hálózatok a célzott támadásokra érzékenyek, viszont a véletlenszerű támadásokkal szemben ellenállóak. Egyetlen, véletlenszerűen kiválasztott csomópont eltávolítása alig van hatással a rendszer integritására. Több, véletlenszerűen kiválasztott csomópont eltávolítása viszont már elszigetelt részekre bonthatja a hálózatot. Természetszerűen a csomópontok folyamatos, véletlenszerű eltávolítása során nőni fog a hálózat sérülésének valószínűsége.

Vizsgálatra érdemes kérdés, hogy hány véletlenszerűen kiválasztott csomópont eltávolítása szükséges ahhoz, hogy a hálózat hirtelen összeköttetés nélküli részekre essen szét. Vagyis mekkora az eltávolított csomópontok számának kritikus küszöbértéke. Hasonlóan a véletlenszerű hálózatokhoz, a skálafüggetlen hálózatok klaszterezettségi együtthatója független a csomópontok fokszámától, így a k függvényében ábrázolt $C(k)$ vízszintes vonalként jelenik meg.

A hierarchikus hálózatok fokszámeloszlása log-log skálán ugyancsak negatív hatványfüggvény. A skálafüggetlen hálózatoknál még érzékenyebbek a célzott támadásokra. A klaszterezettségi együttható itt független a rendszer méretétől.



1. ábra. A véletlen hálózatok(A), a skálafüggetlen hálózatok (B) és a hierarchikus hálózatok (C) tulajdonságai. Itt k jelöli a fokszámot, $P(k)$ a különböző fokszámú hálózati csomópontok előfordulási valószínűségét (Barabási és Oltvai, 2004).

A természetben előforduló legtöbb önszabályozó, komplex rendszer skálafüggetlen rendszernek tekinthető. Ilyen, bizonyítottan skálafüggetlen rendszereket alkot például az *Escherichia coli* baktérium anyagcseréjéért felelős kémiai reakciók, az élesztőgomba (*Saccharomyces cerevisiae*) fehérjéinek kölcsönhatásai. Ezen rendszerek hibátűrését javíthatja, ha azonos számú csomópont mellett minél több kapcsolat és minél több kör (visszacsatolás) van a hálózatban, mivel ekkor egy

véletlenszerűen kiválasztott él vagy élcsoport kiesése esetén nagyobb a valószínűsége, hogy a rendszer integritása megmarad.

2. Helyi alapanyagok, helyi termékek használata, helyi szolgáltatások igénybevétele

Helyi terméknek nevezzük a módosított és kiegészített 123/2009 FVM rendelet meghatározása szerint a „*helyben előállított, helyben honos vagy helyben megtermelt alapanyagból hagyományosan, nem nagyüzemi vagy gyáripari technológiával, eljárással, illetve az adott térségre jellemző technológiával, eljárással készült, mikro- vagy kisvállalkozás által előállított termék. (...) Helyben megtermelt vagy összegyűjtött alapanyagokból, helyben kialakult eljárások (receptek) alkalmazásával, többnyire kisüzemi keretek között előállított, esetleg csomagolásukban is helyi anyagokat, helyi kulturális elemeket felhasználó, ily módon a hely sajátosságait megjelenítő termékeket. Másrészt a helyi munkaerővel a helyi – kb. 50 km sugarú körön belüli – lakossági igényeket kielégítő termékek sorolhatók ebbe a körbe.*”

Külföldi jogszabályok a helyi termék fogalmát a földrajzi távolságok mellett államhatárokhoz is kötik. Így például USA-ban helyi terméknek számít a 400 mérföldön (hozzávetőleg 644 km-en) belül értékesített termék az előállító állam határain belül értékesítve (The US Food..., 2008).

A helyi termékek használata csökkenti a környezeti terhet (karbonlábnyomot) a kisebb szállítási távolságok révén. A helyi termékek használata mellett szóló további érv, hogy kisebb tárolási kapacitást tesznek szükségessé, amely ugyancsak környezetvédelmi szempont. A kisebb szállítási távolságok, a tárolás és tartósítás szükségletelensége költségmérséklésben is manifesztálódhat. A kisebb környezetterhelést ugyanakkor több tanulmány is vitatja (Kneafsey et al., 2013, Martinez et al., 2010).

Az adekvát tájhasználaton, a táj helyi jellegzetességeihez alkalmazkodó helyi gazdálkodási módok és helyi termékek a biodiverzitás megőrzését, a kipusztulóban lévő gyümölcs- és zöldségfajták megővését, a feledésbe merülő termékek használatának ösztönzését is szorgalmazhatják (NAK, 2016).

A helyi termékek és helyi energiaforrások használatának jelentősége nem csak ökológiai és környezetvédelmi szempont, hanem az alapvető élelmiszerek és energiahordozók esetében adott esetben nemzetbiztonsági érdek is lehet. Egy decentralizáltabb erőforrásokra épülő rendszer ellenállóbb az esetleges központi meghibásodásokkal szemben, csökkentheti az exportált energiahordozóktól való függést és ezáltal erősíthető az önrendelkezést és a szubszidiaritást.

A helyi termékek és szolgáltatások használata továbbá helyi természeti- és humán erőforrások bevonását jelenti. Jövedelem-termelő képessége révén munkahelyeket teremthet, vállalkozási, önfoglalkoztatási lehetőséget nyújthat és így növelheti a vidék népességmegtartó erejét, hozzájárulva ezzel a fenntartható vidék- és népességpolitikai célokhoz. Hozzájárulhat a térségi identitás erősítéséhez, egy település arculatformálásához, a térség turisztikai vonzerejének növeléséhez. A helyi

alapanyagok használata előmozdítja a jó gyakorlatok (best practice) alkalmazását, a régió gazdasági, kulturális és természeti örökségének megőrzését is (Salamonné, 2016).

A helyi termékek pénzben nehezen kifejezhető érték többlettel is bírnak. Ezt az érték többletet az eladó és vevő személyes kapcsolata, a termék ellenőrizhető eredete és kezelési módja adja. Ez lehet tartósítószer nélküli készítés, friss szüretelés. Tovább erősítheti a helyi termékbe vetett bizalmat, ha a terméket biogazdálkodással állítják elő. Sokszor ez minősítés nélkül történik, ami a vevő és az eladó személyes kapcsolata miatt szükségtelen.

A helyi termékek vonzerejét fokozhatja, hogy a természeti folyamatoktól eltávolodott fogyasztók a vásárlásaik során szembesülhetnek a szezonális vagy a szélsőséges időjárás következményeivel, amely azonnali hatást gyakorol az árukínálatra. Ezt megtapasztalva a vevők érzékenyíthetők a helyi termelők problémáira, szolidaritás vállalásra.

A helyi piacok és kosárközösségek felvevői éttermek is lehetnek, akik PR-jukba beépíthetik a helyi alapanyagok felhasználását, vendégkörüknek ismereteket nyújthatnak a helyi kulináris hagyományokról így erősítve a helyi identitásukat (Dubuisson–Quellier et al., 2011). A globális márkák mellett megjelenhetnek és vonzóvá tehetők a helyi vagy „közösségi márkák”. A közösségi márka a márka használóiból közösséget épít, a használókat bevonhatja a menedzselésbe is. A márka az üzenetén túl tartalmakat is képes közvetíteni, vagyis értéket teremt. (Piskóti et al., 2016; Szakál and Somogyi, 2016). Online platformok (pl. 30km.hu, FoodHUB) segítségével hozzáférhetőbbé válnak szélesebb, de közel élő vagy tartózkodó vásárlóknak a helyi termékek.

A helyi termékek elsőbbségét hangsúlyozza a „rövid ellátási láncok” politikája. A rövid ellátási lánc többféleképpen is definiálható. A földrajzi közelség mellett a közelség értelmezhető gazdasági, társadalmi, kulturális és környezeti közelségként, hozzáférhetőségként is (Juhász, 2012). A rövid ellátási láncokra jellemző még általában a kicsi üzemméret és volumen, valamint a fenntarthatóság valamelyik aspektusának megjelenése (Jarosz, 2008).

3. Szállítás helyett tárolás

Valamely termék azonnali hozzáférése sok esetben csak szállítás útján érhető el. Ennek oka lehet egy üzlet esetében lehet például a tárolási kapacitás szűkössége, vagy a készleten lévő árukba való korlátozott befektetés, amely megtérülőbb lehet, mint a magas ingatlan- és építési árak melletti kapacitásbővítés, vagy a készletezett áruk szavatosságának kockázata. A tárolás helyett választott szállítás ebben az esetben karbonlábnyom többletet eredményez. Olcsó üzemanyag és olcsó szállítási költségek mellett a karbonlábnyom-növekmény nem okoz érezhető költségnövekményt. A világpiaci energiaárak drasztikus növekedésével azonban ez erőteljesebben manifesztálódhat a költségekben is.

4. Megújuló erőforrások használata

A megújuló erőforrások használatával mérsékelhető a termelés szén-dioxid-kibocsátása. Ez különösen jó lehet például a traktorok és más gépek meghajtásánál, továbbá mindig rendelkezésre álló forrásokra alapozhatja a termelést.

A karbonlábnyom-vizsgálat lehetővé teszi, hogy különböző termelési folyamatok környezetterhelését összehasonlítsuk egymással. A karbonlábnyom egy olyan mutató, amely kifejezi egy adott antropogén tevékenység közvetett és közvetlen légköri üvegházgáz-kibocsátásának mértékét. A karbonlábnyom magában foglalja valamennyi üvegházgáz kibocsátását, azokat tonna szén-dioxid egyenértékre (t CO₂e) konvertálja. Karbonlábnyomot számíthatunk egy adott termékre, szolgáltatásra, vállalatra, egy földrajzi területre, vagy egy ország gazdaságára is. A karbonlábnyom mértéke arról is tájékoztat minket, hogy egy adott tevékenység milyen hatással van a klímaváltozásra.

Termékek karbonlábnyom számítását ún. életciklus-elemzéssel (angolul Life Cycle Assessment/Analysis – LCA) szokás számítani. Különösen fontos ez a megújuló erőforrások rendszerbe kötésére, mert így megállapítható, hogy a használatuk valóban csökkenti-e a CO₂-kibocsátást. Az életciklus elemzés egy napelem esetében például figyelembe veszi a működtetésével elért CO₂-kibocsátás-csökkentés mellett a napelem legyártásától annak (veszélyes hulladékként való, speciális és költséges) megsemmisítéséig okozott CO₂-kibocsátást is (egyenértékben).

5. Hulladékminimalizáció, energiaoptimalizáció

Az energetikában nevesítették a megtakarítás mutatójaként az ún. negawatt szemléletet, mely szerint az el nem fogyasztott energia a legolcsóbb, legkörnyezetkímélőbb megoldás. Egy negaWatt egy egységnyi megtakarított energiának felel meg. Hasonlóképpen egy fenntartható rendszer tervezésénél fontos lehet az energiamegtakarítás és a hulladékminimalizáció. Az antropogén rendszerekkel ellentétben a természeti rendszereknek nincsen hulladék kimenetele.

Az itt modellezett rendszer esetében az energiatakarékosság elsősorban a következő alapelvekben valósul meg:

1) a kímélő talajművelés a takarmány előállítás során takarékosgot jelent:

- a mezőgazdasági gépek üzemanyag-használatában, hiszen a kímélő művelés egyik lényeges pontja, hogy a talaj minél kisebb bolygatása árán termeljen, ez jelentős, hektáronként akár 30-40 liter üzemanyag megtakarítással jár
- növényvédőszer-használatban, mert a kímélő talajművelés kevesebb kemikália felhasználásával éri el ugyanazt az eredményt, mint a hagyományos szántóföldi művelés
- műtrágya-használatban

A talajkímélő mezőgazdaság leírását ld. később.

2) A kisüzemi élelmiszer-feldolgozás során az energia kaszkád biztosítása szintén energiatakarékos lépés. A szeszfőzés, a szörp, valamint a tej pasztörözése magas hőmérsékleten történik. Az itt tovább vezethető maradék hő alkalmas arra, hogy a sajt készítéshez biztosítsa a 30-40 °C fokot, illetve télen alkalmas a gazdasági helységek temperálására, továbbá télen a gombahelyiség 18-20 °C-on tartására. Ezzel az energiakaszkád teljes, azaz a legnagyobb hőmérséklettől kezdve az egészen alacsony hőmérsékletű, temperálásra alkalmas hőig gyakorlatilag veszteség nélkül, minden lépcsőt kihasználva hűl vissza a fűtővíz.

3) A gazdasági rendszer termelési szerkezetében az alapanyagok mindegyike 20 km-es körön belülről származik, sajnos ugyanez nem igaz az energiára és a gépesítésre és az alkatrészekre sem.

6. Input-output kapcsolódások feltárása

A természeti folyamatok jellemzője, hogy egy adott folyamatból származó hulladékok egy másik folyamat alapanyagaként, energiaforrásaként vagy valamilyen tápanyagként szolgálnak olyan módon, hogy az anyagáramlási rendszeren belül maradnak.

Emiatt nem csak a környezetterhelés elleni küzdelemben, hanem a javak szűkösségéből származó gazdasági problémákra is választ jelentenek, ha a természetes ökoszisztémákban megfigyelhető modelleket vezetünk be. A kék gazdaság paradigmája olyan megoldásokat keres, melyek a hulladékot a termelési folyamat hasznos elemévé teszik. Olyan inputokat keres továbbá, melyek széles körben és olcsón elérhetők, mivel csak nagyon kevesek számára jelentenek értéket a rendszerben.

7. Természetes vízmegtartó megoldások

A klímaváltozás nehezen írható le az időjárási változók növekedésével vagy csökkenésével. Míg a globális átlaghőmérséklet növekedése egyértelmű trend, addig nem találunk egyértelmű trendet a csapadék, a napsütéses órák száma, vagy más időjárási változó szignifikáns növekedésére vagy csökkenésére. Helyette valószínűségeket szignifikáns változásairól beszélhetünk. A szélsőséges időjárási jelenségek (árvíz, belvíz, aszály) bekövetkezési valószínűségének növekedéséről már tehetünk megállapítást. Az éghajlati adaptáció lényeges eleme emiatt a vízbő és vízhiányos időszakok lehetőségeihez mért kiegyenlítése. Ezt mozdíthatják elő a természetes vízmegtartó megoldások (natural water retention measures). Ezek olyan megoldások, melyekkel javítható a talajok és a vizes élőhelyek víztároló képessége. Jellemzően kisléptékű megoldások, a felszínen elérhető patak- és folyóvizet vagy a csapadékok utáni lefolyást képesek visszatartani, majd ezeket fokozatosan és természetes módon visszaengedik a környezetbe.

A nagyléptékű vízmegtartó megoldások közül a legismertebb az ártéri gazdálkodás. Az ártéri gazdálkodás hagyományai Magyarországon a folyószabályozások (reformkor) előtti időszakra vezethetők vissza. Ennek alapja, a holtágak megnyitása

volt a főfolyás irányában a fokok által. (A fokok a hordalékpadokon keresztül vágott kis keskeny csatornák.) A holtágak élővízzel történő felfrissítésével az elposványosodás és elszikesedés ellen védekeztek. A csatornák természetesen szabályozott vízvezetők voltak zsilipekkel, amelyeken a nagyobb halak fennakadhattak és így egyfajta szervezhető-tervezhető halászat folyt.

A szántóföldi-kertészeti vízmegtartó gazdálkodás alapja a mozaikosság. A szántóföldek szélére ültetett erdősávok (melyek gyümölcsfákból is állhatnak) gyökerei megtartják a vizet, árnyékolnak, párákat képeznek és emellett természetes akadályt is képezhetnek az egyébként monokultúras táblákban terjedő kártevőknek és kórokozókknak.

Bizonyos agrotechnikai gyakorlatok is segítik a víz természetes megtartását, ilyen például a tarlóhántás, vagyis a víztartalmú növényi részek visszaforgatása a talajba. Gyümölcsösökben vízmegtartó hatása van a talajtakarásnak (mulcsozás, agrofólia) a feketén tartás helyett. Bizonyos kertészeti kultúrákban (pl. szőlő) kialakítható teraszos művelés, amely a domboldalon hirtelen lezúduló csapadék (talajt károsító vízerózió) ellen véd emellett, hogy a csapadékvizet az ültetvényben egyenletesebbé teszi. Metszéssel (például egy dúsabbra hagyott lombozattal) vagy takarónövényzettel (pl. fű) szabályozható a páratartalom a természetett növény közvetlen közelében.

A szintvonalas művelésnek is lehet vízmegtartó hatása. A szintvonalas művelés lényege, hogy az ültetés, a szántás és a barázdák kialakítása szintvonalak mentén történik (a vízfolyás irányára merőlegesen). A művelés célja egy vízmegtartó réteg kialakítása a talaj felszínén, illetve a lefolyás lassítása úgy, hogy lassabban tud a talajba beszivárogni a víz. A szintvonalas művelés így növeli a talaj áteresztőképességét, valamint csökkenti a művelés miatt bekövetkező vízvesztéséget és vízeróziót. További hasznos vízmegtartó hatású agrotechnika az altalajlazítás.

Vízmegtartó hatása van a gyommentesítésnek is. A gyomok a tápanyagok mellett vizet és napfényt is elvonnak a kultúrnövényektől. Számos olyan invazív fajuk van, amelyek a kultúrnövényeknél jobb kondícióval rendelkeznek, intenzívebben növekednek. Jelentős részük R-stratégista, vagyis ideális környezeti körülmények között gyors (rapid) szaporodás jellemzi őket, nagy magreprodukcióval rendelkeznek, emiatt a nemzedékeik gyorsan követik egymást. Könnyebben alkalmazkodnak egy kiszámíthatatlanul változó környezethez, eleve szélsőséges (sivatag, tajga, tundra) vagy a klímaváltozás miatt szélsőségessé vált éghajlatú területeken, emberi zavarások ellenére is megélnek. Lakatlan helyeket, vagy emberi hatásra (pl. erdőtüz) elpusztított területeket is elsőként az R-stratégista növényfajok tudnak benépesíteni. A rendszeresen művelt mezőgazdasági területeken az R-stratégista, döntően egyéves gyomok mellett a másik legfontosabb gyomnövény csoportot az évelő fás szárú gyomnövények (pl. *Rubus* nemzetségbe tartozó fajok) képezik. Ezek a fajok mind ellenálló, agresszívan terjeszkedő, nehezen irtható gyomok, melyek mély gyökérzetük által sok vizet vonnak ki a talajból. Agresszivitásukat az adja, hogy előnyben vannak az egyéves növényekkel szemben, mert nem csak magokkal (generatíván), hanem vegetatív szaporítószervekkel is képesek szaporodni. Ellenállóak a gyomirtó szerekkel

szemben. Néhány fás szárú (akár gyom) növény kártevővédelmi szempontból azonban hasznos lehet a szántóföldeken. Ilyenek a T-alakú fák, amelyek a területre vonzzák a rágcsálókra és kisebb kártevőkre vadászó ragadozó madarakat.

Beépíthető megoldások vidéki termelő kisgazdaságok működésébe

Az alábbiakban egy körfolyamatokra épülő mintagazdaságot mutatunk be. Megadtuk az elem által termelt főterméket, a termelési folyamat során keletkezett hulladékot. Ezt követően megvizsgáltuk, hogy a hulladék képezheti-e egy a rendszerbe illesztett további elem inputját, valamint, hogy az inputként való felhasználásának milyen indoka, előnye lehet számunkra.

A vidéki közösségekben élők számos olyan problémával küzdenek, amely életminőségükre kedvezőtlen hatással van: a falvak elöregszenek, folyamatos az elvándorlás, magas a munkanélküliség, a városokhoz képest alacsonyabb a (magasan) képzett munkaerő aránya. Jelenleg a mezőgazdasági termelésben a hatékonyság és a versenyképesség növelése miatt a gépesítés és a hi-tech eljárások kerültek előtérbe és ugyanazokat a feladatokat egyre kevesebb ember is képes ellátni.

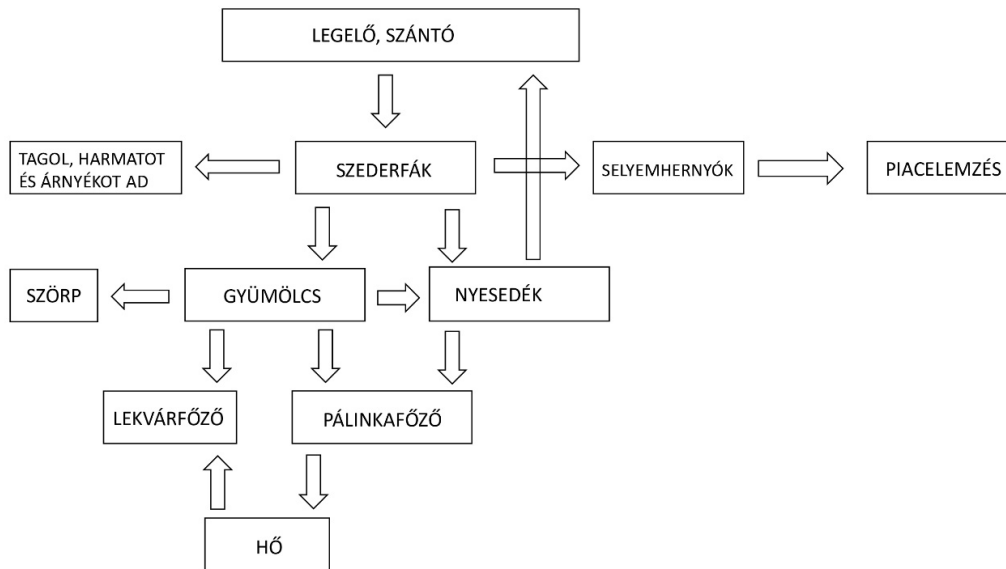
Azonban ha a hasznon túl tekintve azt is kedvezőnek ítéljük meg, hogy gazdák közösségei kézzel, nagy gondossággal előállított feldolgozott élelmiszert termelnek és értékesítenek, miközben gazdaságuk a természeti környezettel harmonikus kapcsolatban működik, és a tevékenységük hasznának egy részéről önként lemondva alkalmazottakat foglalkoztatnak, akkor egy olyan működőképes modellt kapunk eredményül, amelyről a szakirodalom alapján is kijelenthető, hogy megoldást kínál a vidék problémáira (munkanélküliség, elvándorlás), miközben népesség helyben maradását, sőt a komplex rendszer kiépítését tekintve még további szakemberek helyszínre vonzását is végzi.

A rendszer bázisául egy jelenleg is létező, a komplex körfolyamatba bevont területét tekintve kb. 10 hektáros vegyes hasznosítású terület, nem számítva azokat a mezőket, amelyekről egyelőre csak input anyag beszállítása történik. A terület és a területen zajló termelést kiszolgáló külső területek néhány termelő tulajdonában vannak, ezen termelők gazdaszövetkezet alkotnak.

A rendszer három fő területre osztható fel:

- 1) tej- és húshasznú állatok tartása, és az ezekhez kapcsolódó input- és output anyagok
- 2) a rendszerben megjelenő, a közvetlen termelésből érkező folyamatok ún. elsődleges termékeinek (hús, gyümölcs, tej stb.) további feldolgozása késztermékké és a hulladékok kezelése
- 3) olyan termelési láncok, amelyek a fentiekhez illeszthetők a komplexitás és a reziliencia növelésére, de jelenleg nem részei a rendszernek: szederfa erdősávok, biogáz-termelő gység stb.

I. Szederfák körfolyamata: A 2. ábrán látható rendszer a tagoló, mezővédő erdősávokra alapuló komplex körfolyamatot részletezi.



2. ábra

A rendszer központi elemei a szederfákból álló tagoló fasorok és ezek több szempontú beépítése komplex körfolyamatokba. A szederfasorok hatása közvetlenül az árnyékolás, harmat- és szélcsapda. A fasorok metszése, évi karbantartása fanyesedéket szolgáltat a fűtési rendszernek (ezt az adott mennyiség csak részben fedezi, más, a területen található agrár-erdészeti rendszerek nyesedéke, szálalás után maradó gallyazása is kiszolgálja, így lesz elegendő). A szederfák termése a szeder, vagy faeper könnyen gyűjthető, és alkalmas lekvár, szörp és pálinka készítésére. Ehhez szükséges folyamathő, amelynek előállítása gépészet kiépítését kívánja meg, mert jelenleg nem áll rendelkezésre, továbbá több maunufaktúras berendezés megfelelő elhelyezését, hogy azok a helyes sorrendben kövessék egymást a fizikai térben a hő korábban elmagyarázott kaszkádoltatásához.

INPUT	OUTPUT	KÖZTES TERMÉK	HOZZÁADOTT ANYAG
Időjárási elemek	szeder	nincs	nincs
Szeder	szörp	Kipréselt hús	Hő, cukor, víz
Kipréselt hús	lekvár	nincs	Cukor, tartósító
Kipréselt gyümölcshús	Pálinka	cefre	víz

Cefre	Trágya	nincs	
Szederfa levele	Selyemhernyó	nincs	Piackutatást igényel

Tömegáram számítás: egy szederfa termése a fa felnőtt korában kb. 30-40 kg. A területen a tagoláshoz kb. 150-180 m hosszúság áll rendelkezésre, É-D irányban ilyen hosszúak a tagolni kívánt, részben már agrár-erdészeti megoldásokkal ellátott legelők. Ez kb. 20 fát jelent, ha fasor, 80 fát, ha erdősáv kialakítása történik, azaz 300, vagy 2400 kg termés keletkezik egy fasorból/erdősávból évente. A keletkező termékek mennyiségét itt foglaltuk össze:

	FASOR	ERDŐSÁV
Termés	300 kg	2400 kg
Szörp	50 liter	400 liter
Lekvár / pálinka (vagylagos)	50 liter / 12 liter	400 liter / 96 liter

A mezővédő szederfa-erdősávok jelentősége és ökológiája:

Ha a szántóföldi kultúrák között fasávokat, fasorokat létesítünk, azzal nem csak tagolható a terület, hanem a mikroklíma is stabilizálható. A fasorok árnyékot adnak, gyökereik megtartják a vizet, csökkentik a párolgást és emiatt az aszályok elleni védekezésben is felhasználhatók. Szélfogó szereppel is bírnak a táblák között, ami csökkenti a mezőgazdasági szélkárt, viharkárt (szártörés, elfekvés, nehezebb betakaríthatóság). A megfelelő tájolás szerepe tapasztalati alapon jelentős, az észak-déli tájolású, hosszú, nem túl széles erdősávok kialakítása bír jelentős kedvező hatással. Míg kora reggel az erdősávok páracsapdaként működnek, az árnyékoló hatás pedig nem engedi meg a sávok közötti mezők gyors felmelegedését napközben, addig a déli Nap besüt a sávok közé, és ilyenkor az árnyékoló hatás eltűnik, de délután ismét megjelenik, csökkentve ezzel a hőstressz kialakulásának lehetőségét. Ugyanez igaz az uralkodó szélirány kedvezőtlen hatásának mérséklésére is. Az északnyugati szelek nyáron szárítanak a nem védett mezőket, földeket, azonban az É-D tájolású tagoló sávok ezt a hatást is mérséklik, továbbá harmatcsapdát képeznek.

A szederfa, vagy eperfa (az előbbi a dunántúli tájnyelvi kifejezés) levele a selyemhernyó kizárólagos tápláléka. Még élő hagyomány számos vidéki településen (így Döbröközön is), hogy a falu határában található fasorok csonkázásával sok kisebb ágat hozó fák levelein számos család termesztett selyemhernyót – viszonylag egyszerű technológiát igénylő, könnyen végezhető munkával jövedelemhez juttatva magukat. Jelenleg a selyemhernyó tartása hazánkban az átvevőpiac teljes hiánya

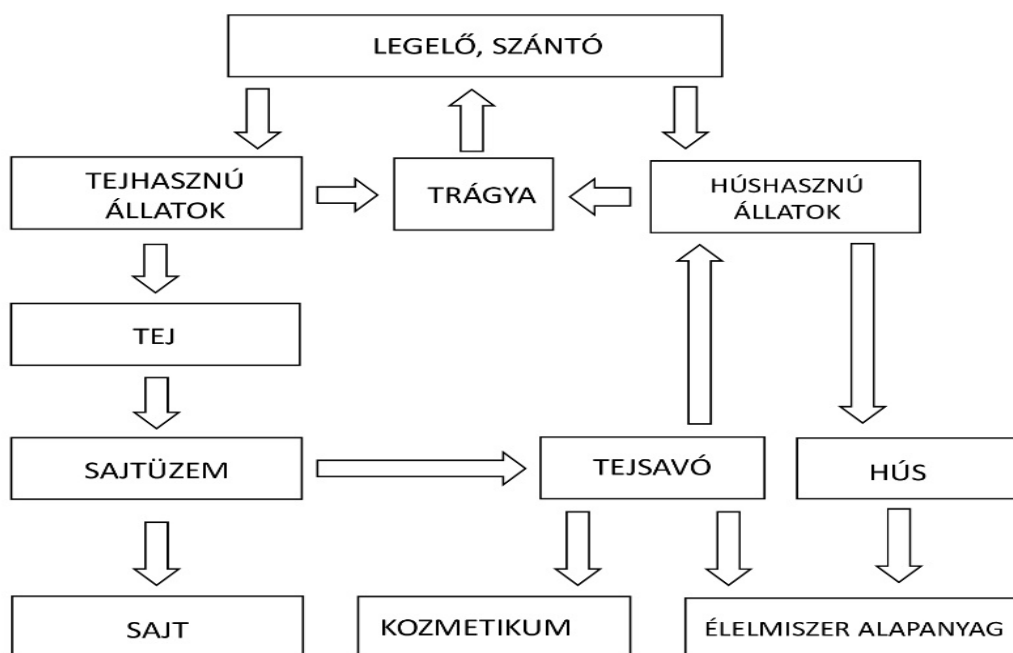
miatt ütközik nehézségbe, ez a kérdés piackutatást igényel, mert a szomszédos országokban létezik átvevőrendszer.

A szederfa igénytelen, gyakorlatilag gondozásmentes, gyors növekedési erélyű fa. Magyarországon két fajtája fordul elő, a fehér szeder (*Morus alba*) és a fekete szeder (*Morus nigra*), amit más néven savanyú szedernek neveznek. Az elnevezésük a morfológiai különbségekre utal: a fehér szeder termése lehet sárgásfehér, rózsaszín vagy sötétebb pirosas, a gyümölcsök szára eléri a fél-egy cm-t, míg a fekete szeder csak sötét, fekete színű gyümölcsöket terem jelentősen rövidebb száron. További lényeges különbség a gyümölcs ízében van: a fehér szeder termése mindig édes, míg a fekete szederé inkább édes-savanyú. Míg a fehér szeder példányai ma az egész országban megtalálhatók, a fekete szeder ritkán ültetett faj. A fehér szederfa fája kiváló alapanyag hordókészítésre is alkalmas. A szederfa további előnye, hogy Magyarországon nem nagyon van kártevője, emiatt nem szükséges permetezni.

Régen a selyemhernyók táplálékán kívül felhasználták termését is (faeper, vagy szeder), lekvár főzésre, turmix vagy pálinka készítésére. A szederfák fasorba rendezésével nyáron egyszerű, ponyvateregető módszerrel lehet a termést összegyűjteni és szörp, lekvár, vagy pálinka alapanyagként használni. Mivel a gyümölcs termése biztos (téli, tavaszi csapadék mindig van elegendő), ez biztos bevételi forrás lehet. A termés szörpalapú felhasználása után még cefrézhető, cefrézése után a cefre még használható talajjavító anyag alapjaként is. (Meglévő almaüzem koncepcióba teljesen beépíthető).

A szederfa nyesedéke fűtésre felhasználható, ami a pálinkafőzésnél lehet szükséges.

II. A tejelő gazdaság ciklusa: A 3. ábrán látható komplex körfolyamat a legeltetésre és szemestakarmányra alapozott tej- és húshasznú állattartás hagyományos ciklusa.



3. ábra

Jelenleg a rendszernek 23 tejelő anyakecske, 2 tehén és 6 hízósertés képezi részét. A jelenlegi takarmányigényt a következő táblázat foglalja össze:

Állat	Szálatakarmány	Szemestakarmány	Terület (kaszáló)	Szántó
Kecske (23 tejelő)	42 körbála	15 q	6 hektár	½ hektár
Tehén (2 tejelő, 2 üsző)	50 körbála széna	20 q	8 hektár	¾ hektár
Sertés (6)	0	20 q		¾ hektár
	92 körbála	55 q	14 ha	2 ha

A keletkező termékek közül legfontosabb a tej, amely itt mint köztes termék jelenik meg, ennek nagyságrendje évente 35-40 ezer liter tej, amelynek kb. 10%-a lesz sajt (4000 kg) és a maradék a tejsavó, amely 35 ezer liter is lehet. A savó alkalmas takarmánykiegészítésre sertések esetén, a jelenlegi sertésállomány megnövelhető, mert a sertések takarmányozásában a tejsavó ugyanis mennyiségét tekintve kb. napi 100 liter, amely hozzávetőleg 20-30 sertés takarmányának kiegészítésére is alkalmas (ezek átlagos számok, a sertéshizlalás elején több, később kevesebb savót kell adni).

Az állattartó telep másik „terméke” a trágya, amely a legtöbb ilyen gazdaságban sajnos nem képvisel értéket, ezt leginkább az mutatja, hogy miként kezelik a trágyát: legtöbbször nem különösebb szakértelemmel rakják le, így annak sokszor szinte teljes beltartalma elveszik. A telepen összesen keletkezik egy év alatt kb. 30-40 tonna almos trágya, a következő megoszlásban:

Állomány	Trágya (t/év)
Szarvasmarha (4 db)	20
Kecske (23 db)	11
Sertés (6 db)	5
Összesen:	36

A jó minőségű trágya a megfelelő kezelés hatására jön létre, azonban a jelen tanulmányban leírt komplex körfolyamatban nemcsak a trágya, hanem a pálínkafőzés „hulladéka”, a kiégett cefre is a trágyakazlakhoz kerül, ennek mennyisége kb. 1 t/év, ha nemcsak faszor, hanem mezővédő erdősáv van jelen szederfákból.

I/O tábla (kvalitatív):

INPUT	OUTPUT	KÖZTES TERMÉK	HOZZÁADOTT ANYAG
Időjárás elemek	Széna és abrak	szármaradvány	Kemikália, gépi munka
Széna és abrak	tej	trágya	víz
Tej	sajt	savó	Oltó, hő
Trágya	Komposzt	nincs	Cefre, víz
Cefre	Komposzt	nincs	trágya

A rendszerben keletkező egyik nagyon értékes köztes termék a savó, amely a sajt készítés után marad vissza, és értékes alapanyag lehet, ha fel tudják használni.

Tejsavó hasznosítása: Az üzemi méretű sajt- és túrógyártásnál keletkező egyik „melléktermék” a tejsavó, mely többféle állati eredetű (tehén, kecske, teve, láma) tejen előfordul. A tejsavót a múltban hulladéktermékként kezelték és a gazdák a

folyókba öntötték vagy az állatok számára tápkeverékként használták. A hulladékkezelési előírások és a molekuláris biológiai kutatások fejlődésével a tejsavó felhasználásának új módjait fedezték fel. A tejsavó alkalmassá tehető emberi fogyasztásra, elsősorban táplálékkiegészítőként.

A tejsavó fő összetevői a béta-laktoglobulin és az alfa-laktalbumin. A tehéntejben előforduló arányuk 45–57% illetve 15–25%.

A béta-laktoglobulin összetételének közel 25%-át BCAA aminosavakadják, elsősorban a leucin. Az alfa-laktalbumin közel 6% triptofán aminosavat tartalmaz, amely a szerotonin (közismert nevén boldogsághormon) képzésének alapja. Az alfa-laktalbumin egyúttal lizinben, leucinben, theoninben és ciszteinben

Az alfa-laktalbumin könnyen oldódó, egyszerű, nem hőstabil fehérje, így hőkezeléssel – például süteményvbe sütve – a tojásfehérjéhez hasonlóan kicsapódik (denaturálódik). Ezáltal elveszíti esetleges allergizáló hatását, szemben a hőstabil tejfehérjével (kazein), így a hőkezelést követően allergiások is fogyaszthatják.

A tejsavó 10–15%-ban 4 különböző típusú immunoglobulint is tartalmaz, ezek az IgG, IgA, IgM és az IgE, melyek immunrendszer javító hatásúak.

A tejsavó további fő összetevője (10–15%) a glükomakropeptid, mely az emésztett kazeinből keletkezik a sajtgyártás során. Esszenciális aminosavakban gazdag, amely elősegíti az ásványok felszívódását.

Termék	Mennyiség (kg/év)	Típus
Sajt	3500	Végtermék
Füstölt áru	540	Végtermék
Savó	35000	Köztes termék
Nyesedék, vágóhídi hulladék	120*	Hulladék

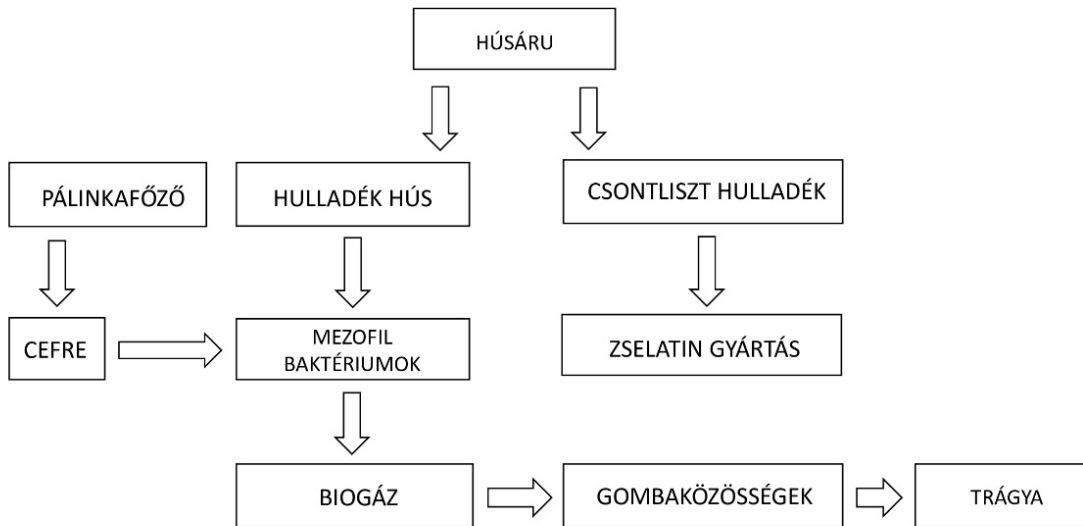
* A sertések 150 kg élősúlyához még kell 240 kg, ez döntően a csont, amit meg kell őrölni, úgy esetlegesen alkalmas talajerőpótlónak a komposztáláshoz.

III. A melléktermék – talajjavító rendszer komplex ciklusa (4. ábra): A rendszerben keletkező trágya mellett a pálinkafőzés hulladékaként, vagy köztes termékeként megjelenik a kiégetett cefre, továbbá a húshasznú állatok feldolgozása során keletkezik húsipari hulladék (zsigerek, belek, bőr, inak, stb.) is. Ennek a kezelésére, komposzttá alakítására alkalmas rendszer az, amelyben a cefrét és a trágyát ugyanazon trágyakazalban érleli és komposztálja, ugyanakkor az állati hús feldolgozása során keletkező vágóhídi hulladék kezelésére lehetséges olyan

baktériumos kezelés, amely a kellemetlen szagot megszünteti és a szerves anyagot átalakítja, komposztálásra alkalmassá teszi. Meg kell jegyeznünk, hogy ezen hasznosítási ág nagyon komoly egészségügyi előírások betartását kívánja meg.

4. ábra

Amennyiben a mezővédő erdősáv a nagyobb méretben valósul meg, úgy a szederfák



alapot szolgáltatnak nagyobb mennyiségű pálinka főzéséhez. A kiegészített cefrén még fejleszthető biogáz, ha trágyát és másodvetésű kukoricaszárat adunk a fermentorhoz. A biogáz termelése után visszamaradt extraktum trágyával keverve (mivel minden trágya fizikai okból nem képes bemenni a biogáz-rendszerbe) alkalmas gombatáptalajnak is.

Az egész folyamat anyagmérlegét a cefre mennyisége határozza meg, mint legfontosabb összetevője:

Biogáz-összetevő	tonna	%
Cefre	1	20%
Trágya	1	20%
Kukoricaszár	3	60%
Összesen	5**	

A fenti számokkal kb. 8-900 m³ biogáz állítható elő, amely a potenciálisan előállítható fagázzal együtt alkalmas arra, hogy a legnagyobb hőigényű pasztörözést el lehessen vele végezni. Fűtőértéke ~5000 kWh, amely alkalmas az épületek fűtésére, és a teljes pálinkamennyiség kifőzésére, továbbá az összes tej pasztörözésére sajt készítés előtt.

I/O tábla

INPUT	OUTPUT	KÖZTES TERMÉK	HOZZÁADOTT ANYAG
Haszonállatok	Trágya	nincs	Baktériumok
Kiégett cefre	Biogáz	fermentum	víz
Fermentum	Gombatáptalaj	nincs	Fonal, víz, almos trágya
Gombatáptalaj	Gomba, komposzt		Víz, hő

A végeredmény ebben a ciklusban a komposzt, továbbá a megtermelt gomba és a biogáz.

Termék	Éves mennyiség
Komposzt	~30 t
Gomba	~200-400 kg
Biogáz	~8-900 m ³

Fenntarthatósági alapelvek a rendszerben

A szemes- (kukorica, árpa/búza, takarmányborsó) és szalastakarmány (lucerna, széna, évelő rozs) előállításánál a gazdák törekszenek a talaj szervesanyag-tartalmának növelésére, az üvegházgáz-kibocsátás csökkentésére (no till, minimum till művelési módok), amelyhez a gépesítést a pályázatból beszerezni tervezett RAD-vetőgéppel teszik teljessé. A nedvesség megtartására irányuló eljárások (mezővédő erdősávok, fasorok használata, a szántók állandó növényborításának elősegítése) együttes használata a pályázat során elérhető gazdaságbővülés fenntarthatóságát szolgálja, mert a talajállapotot javítja, az üvegházgáz-kibocsátást csökkenti és a gazdaságot, mint rendszert alkalmazkodóképesebbé teszi az éghajlatváltozás hatásaival szemben.

Állattartásból származó szerves trágya felhasználása

A mintagazdaságban a tehének és kecskék együttesen almos trágyát adnak, ami logisztikailag könnyen visszajuttatható a termőföldekre. A trágyaprizmák olyan

kialakításúak, hogy azokra a tervezett egyéb melléktermék (biogáz extrakt, ehasznált gombatáptalaj stb.) is kijuttatható és együtt válik érett trágyává. Egyfelől az állatok legeltetése során a legelőkre magától kijut, másfelől az istállótrágya kiszórható a földekre. Az igen magas előállítási költségű műtrágyát kiválthatja az istállótrágya, melynek kijuttatása minimális szállítással jár. Emellett környezetkímélő gazdálkodás keretében használható fel, akár a termőföldek közelében található házikertekben, gyümölcsösökben is. A mintául vett szövetkezet területén a legnagyobb szállítási távolság egyik telephelyről a másikra, vagy egy mezőre, sehol nem haladja meg a 3 km-t.

Régóta ismert, hogy a szerves trágyák kedvező hatásúak. A növénytermesztésben évszázadokon keresztül szerves trágyákkal pótolták a földek tápanyagigényét. Kedvezően hatnak a talajok fizikai és kémiai tulajdonságaira, előnyösek a makro- és mikrotápelem tartalmuk miatt. Javítják a talaj szerkezetét: a homoktalajokban a kolloidok tartalmát növelik, a túlkötött talajokat pedig lazítják. Kedvezően hatnak a talaj kationcserélő képességére, pufferkapacitására, a biológiai talajélet megtartására is. A trágya elbomlása során szén-dioxid keletkezik, mely elősegíti a tápanyagok oldódását.

Fahulladék, nyesedék, venyige elgázosítására épülő fűtőrendszer és/vagy benzinhelyettesítő gyártása

A területen kb. 3 hektárnyi erdősáv van, amelynek száralásos termelése során évente kb. 3–4 m³ nyesedék képződik, amit jelenleg semmire nem használnak. Amellett, hogy ez lesz az alapja a manufaktúras feldolgozóipar hőigényének, egy része továbbra is megmarad. Egy faelgázosító kazán megépítése nem rendkívüli költség (beszerzése sem az), és ha lehet róla leválasztani fagázt, az alkalmas aggregátorok, a major területén teherhordást végző kistraktorok stb. működtetésére (A technológiai részleteket vizsgálni kell.)

Hideg-meleg levegőt felhasználó önszabályozó, ön-öntöző üvegház létesítése

Amennyiben lehetséges a levegő meglévő nedvességének páráként történő kinyerése pusztán a levegő mozgásával, amit napelemekkel összekapcsolt ventilátorok és csövek végeznek, akkor egy egyszerű, kút nélkül működtethető csepegtető öntözéssel működő üvegház készíthető, amely így pusztán a napsütést kihasználva működőképes, így a dombtetőn, ahol az egyik központi major van, és ahol a víz kérdése nem megoldott (egyetlen működő kút van) egyszerűen tud működni.

Növényvédelmi előrejelzés

A növényvédelmi előrejelzés segít minket abban, hogy a növényállományunkban a gazdaságilag számszerűsíthető károkat megelőzzünk. Itt nem az időjárási károk és a fajták genetikájából eredő károk megelőzéséről, hanem az állati kártevők (rovaroktól a nagyvadakig) és a kórokozók (vírusok, baktériumok, gombák) elleni védelemről van szó.

A növényvédelmi előrejelzési módszerek jelentős része környezetterheléssel nem járó „jó gyakorlat”, biológiai praktika vagy bevált és fennmaradt hagyományos népi gazdálkodási módszer. Ilyenek például a kártevők jelenlétét, egyedsűrűségét felmérő gabonahálózások (vetésfehérítő bogarak), csalogatás (burgonya csalogató módszer), ragacsos színcsapdák (liszteskék, tripszek, levéltetvek), feromoncsapdák (lepkék), területi vagy térfogati felmérési módszerek (pajorok, drótférgek), futtatók (drótférgek), talajhőmérőzések. Ezekkel a felmérésekkel meghatározható a védekezési beavatkozás szükségessége, optimális ideje, gyakorisága.

Kevésbé elterjedt növényvédelmi előrejelzési módszerek az IT-alapú megoldások. Multispektrális műholdfelvételekből vegetációs indexek számolhatók, melyek kiindulópontot adnak a differenciált tápanyag- és öntözővíz kijuttatáshoz. További IT-alapú módszerek a különféle szenzorokat (talajszenzorok, levélszenzorok) és időjárás-változókat (besugárzás, szélesebbesség, csapadék, páratartalom, légnyomás) mérő állomások kihelyezése. Az állomások a mért adatokat egy szerverre továbbítják, ahol modellezéssel előrejelzések készülnek. Ilyen magyar innovatív találmány a szőlőkben használható Szőlőőr (Smart Vineyard), amely elsősorban a nagy kórokozó járványok (lisztharmat, peronoszpóra, botrítisz) előrejelzésében segítenek.

Biológiai növényvédelmi védekezés

A biológiai növényvédelmi megoldások segítenek abban, hogy minimális vagy akár zéró környezetterhelés mellett védjük meg a kultúrnövényeinket. A biológiai növényvédelmi védekezés mellett szól, hogy az EU New Green Deal grandiózus célokat fogalmazott meg 2030-ra, köztük, hogy a növényvédőszer (peszticid) használatot a felére kell csökkenteni. A biológiai növényvédelmi védekezés ugyanakkor még kevésbé elterjedt, eredményekről leginkább csak az üvegházban, fóliasátorban vagy más zárt térben termesztett kultúrák esetében beszélhetünk.

A legfőbb biológiai védekezési eljárások:

- Légtértelítéssel kártevőkiszorítás
- Természetes összetevőket tartalmazó növényvédőszer (pl. lenolaj, levendulaolaj tetvek ellen)
- A kórokozóknak vagy kártevőknek kijuttatjuk az ellenségeit, predátorait vagy parazita szervezeteket.
- Feromoncsapdákkal növények és/vagy állatok által kibocsátott szaganyagokat juttatunk ki, amelyek jelzéseként szolgálnak.
- Hasznos beporzó szervezetekkel (poszméhek, rovarhotelek) segíthetjük a kultúrnövények eredményes megtermékenyítését.

Feromonos légtértelítés

Párosodási időszakban a nőstény lepkefajok ún. szexferomonokat bocsátanak ki, mely a hímek odavonzását és az ezt követő párosodást és utódnemzést szolgálja. A

különböző nemű egyedek közti eredményes kommunikáció legfőbb módja a feromonok kibocsátása, illetve érzékelése, mivel az egyedek kis testméretüknél és nagy repülési távolságuknál fogva látással nem képesek megtalálni egymást. Ez az ismeret felhasználható arra, hogy a gyümölcsösökben jelentős gazdasági károkat okozó lepkefajok (almamoly, almailonca, keleti gyümölcsmoly, szilvamoly, tarka- és nyerges szőlőmoly) szaporodása ellen védekezzünk.

Feromonos légtértelítés során a szexferomon nagy tömegű kijuttatására speciális diszpenzerek (lényegüket tekintve párologtatók) szolgálnak, melyek gyárilag vannak feltöltve a célkártevő faj feromonjával. Ezek a nőstény egyed ivari feromonját akkora mennyiségben juttatják a légtérbe, hogy az elfedi a nőivarú lepkék természetes csalogató anyagát. Ennek következtében a hímek nem találják meg a nőstényeket és a párosodás, így a tojásrakás nem valósul meg, ami által a kártétel teljesen elmarad, illetve jelentősen lecsökken. Az évről-évre folyamatosan, nagyobb területen alkalmazott légtértelítés következményeként a károsító-populáció lecsökkenthető. A rágókártevők kártételének elmaradása a sérüléseken át fertőző kórokozók (pl. botrítisz, monília) kártételét is mérsékli.

Mivel egy adott faji feromon csak a célfajra hat, segíti a hasznos élő szervezetek felszaporodását, a természetes rovarfauna fennmaradását. A légtértelítés a vegetáció időszaka alatt folyamatosan stabil védelmet nyújt az állománynak, hatását az időjárás és a kipermetezett készítmények nem befolyásolják.

Természetes összetevőket tartalmazó növényvédőszer

Bizonyos növények olajai rovarölő (inszekticid), rovarriasztó hatásúak. Ilyenek például a levendula, ánizs, citrusfélék, eukaliptusz, citronella, citromfű, cédrus, borsmenta. Ezeket felhasználhatjuk „botanikai inszekticidként” növényházban, kiskertben a kultúrnövények közé ültetve, illetve magát a kivont növényi illóolajat hígítva permetléként.

Antagonista szervezetek

Szinte valamennyi élőlény rendelkezik konkurens szervezetekkel, amelyek benne vagy rajta kívül élősködnek (endo- és ektoparaziták) és megölik (parazitoidok) vagy életben hagyják, hogy élősködjenek a gazdaszervezeten (paraziták), táplálékforrásként szolgálnak számára (préda – predátor viszony), vagy versengenek a természeti erőforrásokért (tápanyagok, víz, fény). Ez igaz a gazdasági kárt okozó gyomnövényekre és a mezőgazdasági állati kártevőkre és kórokozókra (vírusok, baktériumok, gombák) is. A növényvédelemben ezek a kölcsönhatások (melyek természetes módon kialakultak vagy mesterséges úton befolyásolhatók) kiaknázzhatók, leginkább viszont csak zárt térben, üveg- és fóliaházakban (Ábrahám et al., 2011; Darvas, 2008).

Préda – predátor viszony: hangyák pajzstetvek ellen, hurokvető gombák fonálférgék ellen, ragadozó atkák növénykártevő atkák ellen, ragadozó katicák pajzstetvek ellen, macskák rágcsálók ellen.

Parazita – gazdaszervezet viszony: kószapajzstetvek (*Dactylopius tomentosus*) fügekaktusz (gyomnövény) ellen.

Parazitoid – gazdaszervezet viszony: a parazitákkal ellentétben az élősködés után elpusztítják a gazdaszervezetet, jellemzően azért, mert egy másik fejlődési állapotba kerülnek, ahol már nincs szükségük a gazdaszervezetre. A biológiai növényvédelemben hasznos legfőbb parazitoidok a fürkészdarazsak és a fürkészlegyek.

Hasznos beporzó szervezetek alkalmazása és védelme

A közhiedelemmel ellentétben a rovarporozta mezőgazdasági kultúrák beporzásáért nem csak egyedül a méhek felelősek. A mézelő méheken kívül sokféle méhfaj, vadméhek és egyéb hártványászárnyúak, sőt rengeteg légy is részt vesz. A hazai növények közül kevés az olyan faj, amelynek beporzása csak néhány rovarfaj képes. Ilyen kivétel a lucerna, melynek beporzását a mézelő méh nem segíti, viszont a lucerna szabóméh alkalmas rá.

A hasznos beporzó szervezetek (köztük is elsősorban a méhek nyújtotta ökoszisztéma-szolgáltatás) veszélyeztetettsége közismert probléma az agráriumban, mely elsősorban a méhekre veszélyes növényvédőszeres használatának következménye, de hozzájárulnak még a méhek vírusfertőzöttsége és az éghajlatváltozás okozta szélsőséges időjárási események (jégeső, fagykár stb.) okozta nektárszegénység a fontosabb virágzó kultúrákban.

Ezért fontos a méhkímélő technológia, a méhekre veszélyes szerek éjszakai kijuttatása, olyan módon, hogy azok lebomlása reggelre, a méhek repülési idejének kezdetére már végbe menjen. Gyümölcsösök esetében megoldást jelent egy méhésszel való együttműködés, aki biztosítja a beporzó kolóniákat. További megoldást jelenthet a beporzó rovarokat csalogató, hosszan virágzó növényfajok ültetése a gyümölcsösök közelébe, amely jelentősen felduzzaszthatja a beporzó rovarok populációját.

Talajkímélő gazdálkodás és egyéb agrotechnikai jó gyakorlatok a terméshozam növelésére.¹

A talajkímélő gazdálkodás rendszere

¹ A szekció tartalmát lásd részletesen: Fenntarthatatlan talajhasználat és megoldási javaslatok (Fülöp Sándor – Hetesi Zsolt). <https://m2.mtmt.hu/gui2/?mode=browse¶ms=publication;31196033>

Azokban a talajokban, amelyek mentesek az emberi beavatkozástól (erdei és sztyeppe talajok) a következő kedvező folyamatok zajlanak. A talaj élő gyökerekkel van átjárva, hiszen felszíne a tájnak megfelelő növényzettel borított. A talaj szerkezete zavartalanul fejlődik, benne szerves anyag halmozódik fel, elérve a talaj teljes tömegének 10-15%-át. Az élő, nem forgatott talajban a növények gyökerei tápanyagraktárként szolgálnak, illetve felületükön kialakul egy a talajból tápanyagot könnyen felvevő és a növénynek felvehető formában továbbadó baktériumréteg, illetve gombafonal-hálózat, amely valódi együttélésben (szimbiózisban) létezik a növényekkel, és szintén a tápanyagfelvételt segíti elő. Részletes talajvizsgálatok ugyanis kimutatják, hogy a talajból felvehető tápanyag-mennyiség lényegesen több, mint a vízdoldott formában jelen lévő tápanyag, a feltárást a talajlakó élőlények segítik elő: a talajban található mikro- és makroelemek átalakítása, a haszonnövények számára történő előkészítése a talajélők, baktériumok és gombák feladata. A talaj tetején képződő szervesanyag réteg, az ún. moder humusz alakításában a gombák és baktériumok munkája kiemelt fontosságú, így azon talajok, ahol eleve jobb a talajélet, tápanyagfeltáródás és humuszképződés szempontjából is kedvezőbb feltételekkel rendelkeznek. Ezt használja ki az ún. talajkímélő mezőgazdasági gyakorlat.

A talajkímélő mezőgazdasági módszer világszerte terjedőben van, a brazil és argentin szójatermés nagy része ilyen technológiával keletkezik, versenyképességének ez az egyik oka a GMO-vetőmag mellett. Négy területen tartalmaz eltérést a hagyományos gyakorlattól:

1. Minimál művelés (minimal tillage, no tillage). A talaj forgatás nélküli kezelése, lehetőség szerint teljesen bolygatásmentes művelése. Ezt olyan technológiával érik el, amelyben a vetőgépek bármilyen minőségű, és bármilyen élő, vagy holt szervesanyaggal, növényzettel borított talajba képesek vetni. Az ilyen vetőgépeket direktvetőgépeknek nevezik. A direktvetőgépek vetőegységei magas felületi nyomást érnek el, nagyobb súlyuk miatt, így képes a vetőelem átszakítani a talajt borító szerves anyagot (mulcs, élő növény, növényi maradvány), és közvetlenül a talajba vet.
2. A gazdasági év során állandó növényborítás elérése. A főnövény (pl. búza, szója, kukorica) betakarítása után gyakran leforgatják a tarlót, azzal a korábban elterjedt szemlélettel összhangban, hogy a talajjal érintkező tarlómaradvány lebomlik és humuszt képez. Így a szántással megforgatott talaj pusztá marad egész télen, és a szervesanyag-tartalma a felszínen bomlik, miközben CO₂ jut a légkörbe. Manapság a tarlóba azonnal célszerűnek tartják, hogy újra növényeket vessenek, takarónövény és talajlazító hatás miatt.
3. A talaj állandó fedése, legalább mulccsal. Az elpusztult szervesanyag, amely a gazdasági főnövény maradványa, vagy a másodvetésű takarónövény maradványa, a talajt borítva megőrzi a nedvességet és a talajjal érintkezve humuszt kezd kialakítani.

4. A talajban a gazdasági év nagy részében élő gyökerek vannak. A hagyományos gazdálkodás során a talajban csak a gazdasági főnövény gyökerei képeznek élő hálózatot, a felszántott talajban nincs növényzet, így él gyökerek sem lehetnek. A gyökérszövet határretegében képződő mikroba-bevonat és gombákkal történő szimbiózis az, amely hozzájárul a tápanyagfeltáráshoz és felvehetővé alakításához.

Az ilyen módon művelt területek a humuszképzés miatt jelentős mennyiségű CO₂-t kötnek meg, amely a talaj körforgásában marad és szántás hiányában nem kerül levegőre, ahol így lebontó baktériumok munkája nyomán nem jut újra a légkörbe. A talajtakarás miatt vetett takarónövények hektáronként akár több tíz tonnás mennyiségű CO₂ megkötésére képesek. Világszerte 117 millió hektáron folyik takarásos, szántás nélküli művelés, ez azt jelenti, hogy míg a talaj szervesanyag-tartalma évről évre nő (míg telítése nem megy, 15% körüli szintet érve el), kb. 0,2-0,4 Gt CO₂-t von ki évente a légkörből ez a gazdálkodási forma. További előny a szerkezetes talaj, amely a minimális művelés esetén is kisebb vonóerő-igénnyel művelhető, azaz jelentős az üzemanyag-megtakarítás; továbbá a szerkezetes talaj sokkal nagyobb mennyiségű vizet képes a talajban tárolni, mint a szántással művelt, eketalp-betegséggel rendelkező talajok.

További jó mezőgazdasági gyakorlatok:

- Rezisztens kultúrnövény-fajták választása
- Őshonos növényfajok termesztése
- T-fák kihelyezése terméskárosító rágcsálók madarak általi gyérítésére
- Vadkárenyhítő megoldások
- Pillangósok beiktatása a vetésforgóba (nitrogénmegtartó hatással javítják a termőképességet)
- Mulcsozás keresztesvirágúakkal (talaj szervesanyag tartalmát növelik).
- Online növényvédelmi döntéstámogató rendszerek használata. Ingyenesen elérhető műholdfelvételek, meteorológiai adatbázisok, méhkímélő technológia megvalósítását segítő méhnevelő telepek online térképes nyilvántartása, egyéb információs rendszerek.

A szövetkezet, mint gazdasági forma használhatósága

A szövetkezeti mozgalom Angliában vette kezdetét 1844-ben a Rochdale-i szövetkezet megalapításával. Azóta is azon alapelveket, amelyek egy szövetkezet működését meghatározzák, Rochdale-i elvek néven ismertek². A világon a dán mezőgazdasági modell fele meg leginkább ezen elveknek. A dán szövetkezeti mozgalom egyházi alapítású, és jelenleg a dán mezőgazdaság három alappillére közül az egyik; a másik kettő a dán állami földbirtok-politika, a szaktanácsadói rendszer.

² Elvek: 1. a nyitott tagság; 2. a demokratikus igazgatás; 3. a visszatérítés a vásárlás arányában; 4. a korlátozott tőkekamat; 5. a készpénzre eladás; 6. a szövetkezeti továbbképzés előmozdítása, 7. a politikai és vallási semlegesség elve.

A dániai szaktanácsadói rendszer a gazdák tulajdonában áll, rendkívül hatékony és feladatait a gazdák érdekeit szem előtt tartva végzi. Kezdetben az állam támogatta a szaktanácsadói rendszer működési költségeit 100%-ban, ma ez az arány 40%. A szaktanácsai hálózat költségvetésének többi részét a gazdák állják, árbevételük függvényében.

A dán földbirtokrendszer állami szabályozása két lépésben maximalizálja az egy gazdálkodó számára elérhető maximális birtokméretet: képesítés nélkül 30, képesítéssel („zöld diploma”) 125 hektár, úgy, hogy az állatállomány által termelt trágya biztonsággal elhelyezhető legyen a földterületen.

A dán szövetkezetekben nincs közös tulajdon, ezen társulások alapja az olyan együttműködés amelyben több gazdaság valamilyen gazdálkodási, értékesítési, vagy feldolgozási műveletet közös üzemben végez vagy végeztet el, mindeközben maga a gazdaság független marad, azaz nem jön létre közös tulajdon; a dán szövetkezet sokkal inkább egy kisvállalkozói beszállítórendszer, ahol a termelési lánc egyéni gazdáknak drága, vagy versenyképességi szempontból elérhetetlen, a szövetkezés révén elérhetővé, megfizethetővé válik. A szövetkezés fő célkitűzése: tagi termelői közösség létrehozása abból a célból, hogy a tagok termékeit optimális áron adja el, s kockázatukat mérsékelje, versenyképességüket növelje.

Magyarország természeti adottságai és a mezőgazdasági kultúra viszonylagos fejlettsége lehetővé tenné, hogy az egyéni gazdaságok szétszabdaltsága és sérülékenysége helyett a gazdák és a feldolgozóipar összefogása, szövetkezeti formában történő együttműködése a kisebb és a nagyobb gazdák közötti aránytalanságokat mérsékelje, a versenyképességet fokozza, ez azonban történelmi tapasztalatok miatt és más tapasztalatok híján egyelőre nem vonzó.

A magyar sajátosságok közé tartozik, hogy a 20. század elején majd a Hangya Szövetkezet indult el és a Futura Rt-n keresztül a két világháború között lényegében a teljes magyar gabonaexportot magába foglalta. A mozgalom hasonló volt a dán modellhez, állami birtokméret-szabályozás nélkül. A szocialista államberendezkedés saját kollektivizálási tervei miatt megszüntette és kártalanítás nélkül államosította 1948-ban. Ekkor 2000 tagszövetkezete volt, 700 ezer taggal, 30 gyárral, 40 feldolgozó üzemmel és 400 üzlethelyiséggel országszerte.

Az ezután következő erőszakos kollektivizálás három hullámban (1948-53, 1953-55 és 1957-62) megszüntette a korábbi szövetkezeti rendszert és a paraszti magántulajdont is. Ezen típusú szövetkezet kialakítása olyan jelentős szociális és pszichológiai terhet rótt a paraszti társadalomra, hogy 1 millió ember költözött városba, a hagyományos paraszti életforma pedig megszűnt. Ennek a traumatikus folyamatnak az eredményeképp a szövetkezés, társulás gondolata, akármilyen formában ellenszenves lett azoknak, akik vidéken elaprózódott birtok szerzettél rendelkezve, saját helyzetük csapdája miatt versenyképtelenek, de érzelmi okból alig mozdíthatók ki helyzetükből.

A szövetkezés fontossága a Kék Projektek esetén

A felvázolt rendszer mind összetettségét, mind szakmaiságát tekintve megkívánja gazdák és fenntartók szövetkezését, társulását. A rendszerben olyan, egyébként mezőgazdasági alkalmazások hálózata található, amelyek működtetése sokrétű ismereteket kíván meg, ezek egy ember esetén nem várhatók el, és a rendszer részeinek folyamatos üzemeltetése sem oldható meg egyetlen ember munkájával, így célszerű több részre bontani, mint ahogy a valós rendszer (amely részben már létező rendszer és a hálózatosodás egy része már megtörtént a valóságban is) szintén egy szövetkezeti keretek között működő gazdaság kooperációját jelenti, és a modell ezt kívánja fejleszteni.

Referenciák

1. Albert, R.; Barabási, A.-L. (2002): *Statistical Mechanics of Complex Networks*. Reviews of Modern Physics, Vol. 74. pp. 47-97.
2. Barabási, A.-L.; Oltvai, Z. (2004): *Network Biology: Understanding the Cell's Functional Organization*. Nature Reviews Genetics 5(2) pp. 101-114. DOI:[10.1038/nrg1272](https://doi.org/10.1038/nrg1272)
3. Barabási, A.-L.; Pósfai, M. (2016): *Network Science*. Cambridge University Press, Cambridge.
4. Carrillo-Hermosilla, J.; del Rio Gonzalez, P; Könnölä, P. (2010): „*Diversity of eco-innovations: Reflections from selected case studies*. Journal of Cleaner Production, 18. 10., pp.1073-1083.
5. Deutsch, N. (2020): *A Kék Gazdaság innovációs megfontolásai és a kék innovációk egy lehetséges vizsgálati modellje*. Budapesti Corvinus Egyetem.
6. Dubuisson-Quellier, S.; Lamine, C.; Le Velly, R. (2011): *Citizenship and consumption: mobilisation in alternative food systems in France*. Sociologia Ruralis, 51 (3)., pp. 304–323.
7. Jarosz, L. (2008): *The city in the country: Growing alternative food networks in Metropolitan areas*. Journal of Rural Studies, 24(3)., pp. 231–244.
8. Juhász, A (szerk.). (2012): *A közvetlen értékesítés szerepe és lehetőségei a hazai élelmiszerek piacra jutásában*. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest.
9. Kneafsey, M.; Venn, L.; Schmutz, U.; Balázs, B.; Trenchard, L.; Eyden-Wood, T.; Bos, E.; Sutton, G.; Blackett, M. (2013): *Short Food Supply Chains and Local Food Systems in the EU. A State of Play of their Socio-Economic Characteristics*. In: Santini, F.; Gomez, Y; Paloma, S. (szerk.): JRC Scientific and Policy Reports: Joint Research Centre Institute for Prospective Technological Studies, European Commission.
10. Martinez, S.; Hand, M.; Da Pra, M.; Pollack, S.; Ralston, K.; Smith, T.; Vogel, S.; Clark, S.; Lohr, L.; Low, S.; Newman, C. (2010): *Local Food Systems: Concepts, Impacts, and Issues*. ERR. 97. Department of Agriculture, Economic Research Service, Washington D.C,

11. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara (2016): *Helyi termék kézikönyv*
12. Pauli, G. (2010): *Kék gazdaság, 10 év 100 innováció 100 millió munkahely*. Pécs: PTE-KT Kiadó
13. Tukker, A.; Tischner, U. (2006): *New Business for Old Europe: Product Services, Sustainability and Competitiveness*. Sheffield: Greenleaf
14. Pirog, R.; Rasmussen, R. (2008): *Food, fuel and the future: Consumer perceptions of local food, food safety and climate change in the context of rising prices*. Ames, IA, Leopold Center for Sustainable Agriculture
15. Piskóti I.; Dankó L.; Nagy K.; Szakál Z.; Molnár L. (2016): *Térségi identitás és márka-modellek gyakorlati adaptációja társadalmi marketing megközelítésben*. „Mérleg és Kihívások” IX. Nemzetközi Tudományos Konferencia tanulmánykötete, Miskolci Egyetem, Gazdaságtudományi Kar
16. Salamonné Máté Andrea (2016): *Helyi termékek, termelői piacok szerepe napjainkban*. Szakdolgozat, Budapesti Gazdasági Egyetem
17. Szakál, Z.; Somogyi, K (2016): *Tokaj-Hegyalja Piac, mint a helyi termékek bemutatását célzó turisztikai különlegesség*. Marketingkaleidoszkóp, Miskolci Egyetem Marketing és Turizmus Intézet konferenciakiadványa
18. The US Food... (2008): *The US Food Conservation and Energy Act of 2008*. 110 P.L. 246; 122 Stat. 1651; 2008 Enacted H.R. 6124; 110 Enacted H.R. 6124.
19. Tóth, B. (2020): *Redundancy analysis of the railway network of Hungary*. In: Szita Tóthné, Klára; Jármái, Károly; Voith, Katalin (szerk.): *Solutions for Sustainable Development: Proceedings of the 1st International Conference on Engineering Solutions for Sustainable Development, (ICESSD 2019)*. London, United Kingdom 394 p. pp. 358-367.
20. Tóth, B. (2021): *The effect of attacks on the railway network of Hungary*. *Central European Journal of Operations Research* 29. pp. 567–587.
21. Unruh, G. C. (2000): *Understanding carbon lock-in*. *Energy Policy*, 28. pp. 817-30.