

Bioreaktorok Magyarországon

Ifj. Sinóros-Szabó Botond¹ – Stephan Maniak²

¹Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum,
Mezőgazdaságtudományi Kar,
Földműveléstan és Területfejlesztési Tanszék, Debrecen

²Columbia University, New York
sinoros@vipmail.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Összefoglalva elmondhatjuk, hogy a szervesanyagok anaerob módon történő átalakítása és felhasználása a lehető legnagyobb mértékű környezettel való harmonizáció útján kell, hogy végbemenjen. Ez a harmonizáció – az Európai Unió irányelveinek megfelelően – egy új gazdasági és rendszer-szemléletmódot eredményez. A projektek jövedelmezőségét a több-termékpályás rendszer termékpályái többlehatásának kihasználásával alapozhatjuk meg.

Kulcsszavak: EU, fenntartható mezőgazdaság, biogáz, környezetvédelem

SUMMARY

The transformation and utilization of organic materials must occur with the highest degree of environmental conformity. This conformity – in accordance with the guiding principles of the European Union – will result in a new economic and systematical approach. We can establish the profitability of projects with the utilization of surplus effects which characterize multiple-product lines.

Keywords: EU, sustainable agriculture, biogas, environmental protection

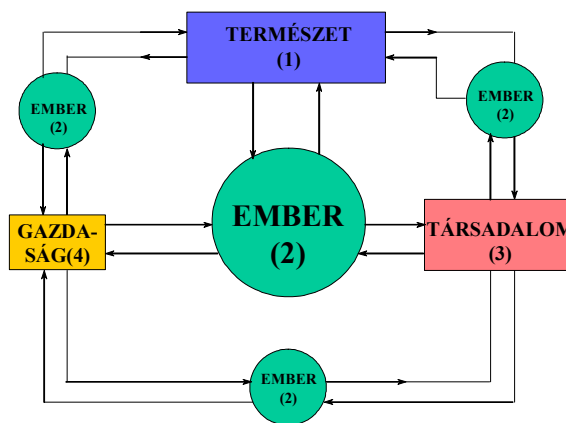
Az alábbiakban a szervesanyagok levegőtől elzárt, anaerob módon történő átalakítását, alkotóelemeinek feltáródását és azok komplex környezet-harmonikus hasznosítását foglaljuk össze.

BEVEZETÉS

Környezetünk, egymással szoros összefüggésben lévő elemek komplex rendszere. Ezeket az elemeket vizsgálhatjuk önmagukban illetve rendszerszerűen is. Ha vizsgálódásaink tárgyát csak egy-egy elem megismerésére összpontosítjuk úgy sokszor hibás, a valóságtól elrugaskodott eredményhez juthatunk, hiszen környezetünk – és ez nemcsak a természetire, hanem a társadalmira és a gazdasági környezetre is vonatkozik – nem veszi figyelembe a rendszer-, még inkább a modellhatárokat. Ezeket az összefüggéseket szemlélteti az 1. ábra. A rendszeralkotó elemek közötti kapcsolatok kétirányúak, ugyanakkor egyes esetekben – ha csak ideiglenesen is – bizonyos irányoknak prioritásuk van. Gondoljunk csak az üvegház gázok (greenhouse gases) emisszió részvénypiaci megjelenésére. Nekünk embereknek, mint az egyes rendszerek aktív tagjának, a szerepünk rendkívül jelentős. Bár az ember maga is alrendszer

a környezetnek, ugyanakkor az egyes környezeti alrendszerek közötti kapcsolat megvalósítója és részrendszere is egyben. Ebből is látszik, hogy az embernek rendkívül nagy szerepe van a természeti, gazdasági és társadalmi egyensúly illetve – ezen egyensúlyok megvalósításán keresztül és túl – a környezeti összegyensúly, környezeti harmónia megvalósításában (1. ábra).

1. ábra: Környezet alrendszerei és kapcsolatai



Forrás: Sinóros-Szabó (2004)

Figure 1: Subsystems and relationships of the environment
Nature(1), Human(2), Society(3), Economy(4)

A megismerés alapja, a jelenlegi állapot felmérése, elemzése, megismerése. Nem nélkülözhető azonban annak az útnak az értékelése, amelynek megtétele eljuttatott bennünket ahhoz a felismeréshez, hogy környezetünk jelen állapotát tovább nem lehet úgy igénybe venni, hogy a rendszer fenntarthatóságának lehetőségét ne biztosítsuk.

A fenntartható fejlődés (sustainable development) céljainak elérése érdekében a negatív hatások megelőzésének, mérséklésének és megszüntetésének a koncepcióját kell előtérbe helyezni. Az embert körülvevő természeti és társadalmi környezet tulajdonságait, bonyolult kölcsönhatásait és összefüggéseit értékelni kell.

Földünk globális problémái közül a következőket kell mindenek előtt kiemelni (Sinóros-Szabó, 2004):

- háború és béke kérdése,
- a Föld túlnépesedése,
- állandósuló élelmiszerhiány,
- anyag- és energiaválság,
- a környezet gyors ütemű leromlása.

Ezek a gondok nem egymástól elszigetelten jelentkeznek, hanem egymással összefüggésben, egymás hatását felerősítve hatnak. Például a fegyverkezési verseny csökkentése erőforrásokat szabadíthatna fel az élelmiszerhiány megoldására, és mérsékelné a környezet terhelését, de hozzájárulhatna a civilizációs szint emelkedéséhez és ezáltal a népességgrobbanás mérsékléséhez is.

Az előzőekben említett problémák negatív hatásainak a mérséklésére ad egy lehetséges választ a szervesanyagokból nyert biogáz hasznosítása. Ez a környezet-harmonikus technológiájának köszönhetően egy új szemléletű termelés, gazdasági szerkezetátalakítás alappillérévé válhat.

MAGYARORSZÁG ÉS AZ EURÓPAI UNIÓ

Az Európai Unióban jelenleg a megújuló energiaforrások aránya az összes energiafelhasználáson belül 5,3%-ot tesz ki. Magyarországon ez az érték csupán 3,6%. Ezt az arányt 2010-re Brüsszel 12 százalékra kívánja növelni tagországaiban. Az újonnan csatlakozott országok – az EU korábbi tagországainak technológiai, gazdasági és fejlesztési hátrányosságukból adódóan – átmeneti kedvezményt kaptak. Hazánkban az átmeneti kedvezmény hatása a 2010-re elért 6%-os részarány. Ha a teljes energiatermelésen belül a villamos energiára koncentrálnak (leszámítva az energiatermelés egészéből a fűtést és a közlekedést), kiderül, hogy Magyarországon a megújuló energiaforrások 2004-re 0,8 százalékos arányt jelentettek. Ezt a szinte elhanyagolható hányadot az uniós csatlakozás során 2010-ig legalább 3,6%-ra kell növelni.

Az EU-előírás teljesítéséhez 2010-ben legalább 1600 gigawattóra kell emelni a „zöldenergia-villamosáram” termelést. Ez 2004-ben az előírányzott érték kevesebb, mint a fele – 746 gigawattóra. Ebből 1000 gigawattóráig viszonylag nagyobb nehézségek nélkül meg lehet növelni a megújulókat azzal, hogy a széntüzeléses erőművek fatüzelésre állnak át. A piaci viszonyokat és a magyarországi adottságokat figyelembe véve a fennmaradó 600 gigawattórából 42 gigawattóra szélenergiából, 54 gigawattóra vízenergiából, 12-30 gigawattóra geotermikus energiából származhat (Népszabadság, 2004).

A hazai és nemzetközi helyzetet értékelő elemzésből kitűnik a biomassa hasznosításnak új és különleges lehetőségei vannak. Mindezek egyaránt stratégiaileg és taktikailag is jól értelmezhetők, hiszen a biomassa felhasználás egy új szemléletű energianyereshez az energiastruktúra s ezzel együtt a gazdasági szerkezet módosításához és átalakításához vezet oly módon, hogy a megvalósított projektek jelentős többlethatásokat biztosítanak és a továbbfejlesztéshez is szükséges nyereséget eredményeznek.

Magyarországon a biomassa hasznosítás egyik lehetséges – egyben elvárt – megoldása a szervesanyag hulladékok és származékok (*biogén anyagok*) fermentációs eljárással (anaerob módon) *bioreaktorban* történő hasznosítása.

EGY LEHETSÉGES MEZŐGAZDASÁGI MODELL

A mezőgazdaság mindig is több volt, mint egyszerű árutermelő ágazat. Az élelmiszerek és nyersanyagok előállításán túl egyéb feladatokat is ellátott, tájat, élővilágot, talajt, vizet, környezetet is „termelt”, munkát, megélhetést, életcélokat és feladatokat adott a vidék embere és közösségei számára. Ez ma sincs másképpen. Néhány évtizedes agráriparosítási, termelésmechanizálási kitérő után ismét rá kellett jönnünk: a mezőgazdaságnak a termelési feladatok mellett környezeti és társadalmi, regionális, foglalkoztatási feladatokat is magára kell vállalnia. Ez utóbbiak olyan – az egész társadalom és a helyi közösségek számára egyaránt fontos – ökoszociális szolgáltatások, amelyek helyben keletkeznek, nem importálhatók, és amelyekért a mezőgazdaságot, a gazdálkodót fizetség illeti meg. Fizetség illeti meg tehát, ha olyan gazdálkodási rendszert alkalmaz, amely segít fenntartani természeti, környezeti értékeinket, az ember és környezete kapcsolatait, és biztosítja a tevékeny élet és a biztos megélhetés feltételeit a mezőgazdaságban dolgozók, az abból élők számára.

A fenntartható mezőgazdasági földhasználati és gazdálkodási rendszerek alkalmazása tehát a vidéki térségek és a vidék társadalma megmaradásának kulcskérdése. Ezt azonban csak olyan rendszerek képesek biztosítani, amelyek úgy állítanak elő piacra vihető, jó minőségű, egészséges és biztonságos termékeket, hogy közben megőrzik az élővilágot, a tájat, s benne az embert, közösségeit, kultúráját, életcélokat, feladatokat, munkát és megélhetést biztosítva a vidéki népesség, a helyi vidéki közösségek számára.

Ezek a felismerések vezettek el a többfunkciós európai agrármodell megfogalmazásához. E modell legfőbb összetevői az elvándorlás megszüntetése, kistérségek, régiók helybentartó képességének növelése, a biztonságos és egészséges környezet és a jólét.

Az összetevők elérése érdekében a fejlesztésnek ki kell terjednie a mező- és erdőgazdaság úgynevezett több funkciós térhasználatának kifejlesztésére:

- A szerkezetátalakítással érintett településekben fontos válságkezelő eszköz.
- A népességmegtartó erő és a munkanélküliség csökkentésére is szolgál.
- A turisztikailag értékes tájak fenntartására, a tájak gondozásának fontos tényezője.
- A falun élő lakosság azonosság tudata, önérzete, a hagyományok ápolása és tisztelete, a helyi kezdeményezések felkarolásának szükségessége.
- Az infrastruktúra fejlesztése.
- Az építészeti örökség védelme.
- A kultúra és általában a szellemi élet előtérbe helyezése.
- A természet és az ember együttélésének szükségessége.
- Újabban különösen erős hangsúllyal jelenik meg az energia politika (energia növények telepítése, biomassa feldolgozás).

- A fejlesztés térségében érintett emberek helybentartása, biztonságának növelése.
- A fejlesztési térség környezet, fejlesztési tökegvonó képességének növelése.

A BIOGÁZ

A biogáz előállítás és hasznosítása szerves (biogén) anyagok környezetharmonikus átalakítását és profitot biztosító több főtermékpályás projekteket jelent. A szervesanyagokból anaerob baktériumos erjedés során biogáz keletkezik. Általánosságban elmondható, hogy a biogáz alkotórésze az éghető metán (50-65%) és a széndioxid (25-40%), de tartalmaz kénhidrogént (0,05-1,5%) és csekély mértékben szénmonoxidot, valamint hidrogént is. Fűtőértéke 20-24 MJ/m³-nek vehető. A metán/széndioxid arány metán javára történő eltolásával a fűtőérték növelhető lenne, de ehhez a széndioxid metánná redukálását (biológiai úton) fokozni kellene.

Mivel a biogázfejlődés sok tényezőtől függ, ezért általánosságban ezt csak bizonyos határok között lehet megadni. Néhány szervesanyagból keletkezett biogáz fajlagos mennyiségét az 1. táblázat mutatja be.

1. táblázat

Néhány szervesanyagból keletkezett biogáz mennyisége

Szervesanyag(1)	Biogáz mennyisége (m ³ /t)(7)
Marhatrágya(2)	90-310
Sertétrágya(3)	340-550
Baromfitrágya(4)	310-620
Istállótrágya(5)	175-280
Kukoricaszár(6)	380-460

Forrás: Sági (2003)

Table 1: The quantity of biogas derived from various organic matter

Organic matter(1), Cow manure(2), Pig manure(3), Poultry manure(4), Barn manure(5), Corn stalks(6), Quantity of biogas (m³/t)(7)

Pontosabb adatokat azért nehéz mondani, mert a gázkihozatal nemcsak a trágya összetételétől, nedvességtartalmától függ, hanem a biogáztermelés technológiájától, az anaerob fermentáció hőmérsékletétől is függ.

A biogáztermelő rendszerben a nyersanyagot nagy térfogatú (előtároló) medencébe gyűjtik, hogy az erjesztőkamra (reaktor) folyamatos ellátását biztosítsák. A higiéniai szempontból nem közömbös anyagokat (ételmaradék, vágóhídi hulladék) előzőleg külön aknában tárolják, esetenként higiénizálás és/vagy pasztörizálás folyamat alkalmazásával semlegesítik. A fermentor folyadék- és gázszigetelt tartály, amelyben keverőberendezés akadályozza meg a rétegződést. Az anaerob baktériumos, gázfejlődéssel járó erjedés két fázisra bontható: egy mezofil illetve egy termofil folyamatra. A két folyamat közötti különbség nemcsak a mezofil 32-38 °C-os hőmérsékletéhez képest a termofil 55-60 °C-os hőmérséklete, hanem a folyamatokban résztvevő baktériumok fajtája és a reakciók ideje is. Ugyancsak

különbség, hogy a reakció lejárásának tekintve a mezofil folyamat során a baktériumok a zsirokat, proteinek és szénhidrátokat bontják le. Ez általánosságban 25-30 nap, de a fermentációs idő nagymértékben függ a rendszerméretektől, az alkalmazott fermentációs technológiától, a bevitt anyagoktól, más néven a receptúrától.

A fentieknek megfelelően a fermentáció kezdetén a biológiai aktivitás beindulásával erős hőmérsékletnövekedés indul be, amely a hetedik nap körüli időszakban éri el a csúcát, ezután a hőmérséklet folyamatosan lassan csökken, mely időszakban az illékony szervesanyagok mennyisége lassan elfogy. A fermentáció megkezdése után a tizedik-huszedik nap után a hőmérséklet gyakorlatilag stabilizálódik, és a fermentáció folyamata lelassul.

A reaktor (digester) hőmérsékletének beállítása és fenntartása hőcserélőn keresztül történik. A szervesanyag tárolók és az erjesztőkamrák legtöbbször betonból készülnek, belülről hőszigeteléssel ellátottak és a jobb hőmérséklettartás érdekében földbeágyazottak. Fűtésük többnyire alulról és oldalról történik.

Mivel a biogáz 6-12%-ban levegővel keveredve robbanásveszélyes és gyúlékony is, a biogáz-üzemek építésénél és működtetésénél biztonsági előírásokat be kell tartani, mint pl. a gáz kéntelenítését, lángvédelmet, túlnyomás elleni védelmet, fáklyázás lehetőségét stb.

Az előállított biogázt biogáz-üzemű motorba juttatják, amely elektromos áram előállítására szolgál. A motor működése közben termelt hőcserélőn keresztül lakóház, istálló és melléképületek fűtésére használható. A termelt hőnek kb. egyharmada az erjesztőtérhez jut vissza és annak hőmérsékletét tartja fenn. A generátor által termelt áram nem csupán belső használatra szólhat, hanem külső hálózathoz csatlakoztatva fölös elektromos energiát táplálhat oda, ellenszolgáltatásért. Ezáltal a hagyományos hőtermelő egységekhez hasonlóan az elsődleges energia kihasználása jelentősen javul (az energiavesztés csökken), a környezet terhelése mérséklődik és a gazdaságosság nő, amennyiben a berendezés egész éven át üzemel. Ez nemcsak a gázolajjal működő motorokkal oldható meg, hanem a biogázos motorokkal is, de figyelembe kell venni, hogy a biogáz nyáron kisebb kockázattal termelhető, mint a hidegebb őszi-téli időszakban.

A biogázra alapozott energiaellátó rendszerek megépítése előtt tehát – azok minden előnyösége ellenére – ajánlatos gondos számításokat készíteni a hő és az áramszükséglet, az éves üzemelési idő és költségek, valamint a lehetséges bevételek és megtakarítások tekintetében.

A biogázüzemű erőművek értékelésénél nem hagyható figyelmen kívül az, hogy a kiejert maradék kórokozó mikroorganizmusokat nem tartalmaz, szaga a komposztéhoz hasonló, nem kellemetlen, állaga laza, könnyen kezelhető, a talajra juttatva könnyen beszívódik, és N-tartalma jól érvényesül (a biotrágya nitrogén tartalma kisebb, mint a receptúra anyagainak nitrogéntartalma), tehát trágyaként többnyire alkalmazható.

A BIOREAKTOR FELÉPÍTÉSE

Egy bioreaktor – egyik lehetséges – sematikus felépítését a 2. ábra mutatja be.

Az előtárolóba érkezik be a bioreaktorba betáplálni kívánt anyag. A tárolást itt megelőzheti egyfajta válogatás műveletsora, amelynek egyik legfőbb célja a reaktor műszaki rendszerének a védelme, a meghibásodások elkerülése. Ilyen meghibásodást okozhat a szárnyasok tollpihéje a fermentortornyokban aprító-keverőszivattyú tengelyére rácsavarodása. Mindezek mellett törekedni kell arra, hogy a beérkezett anyagok már osztályozva, a lehetőségek szerint homogénebben érkezzenek az előtároló fogadógaratjaihoz.

Az előkészítőtérben állítják be a receptúra folyadéksűrűségét, ugyanakkor itt állítják össze magát a receptúrát is.

A keverőtérben – szivattyúk segítségével – homogenizálják az eddigi folyamatok során még inhomogén anyagot. A homogenizálás során a

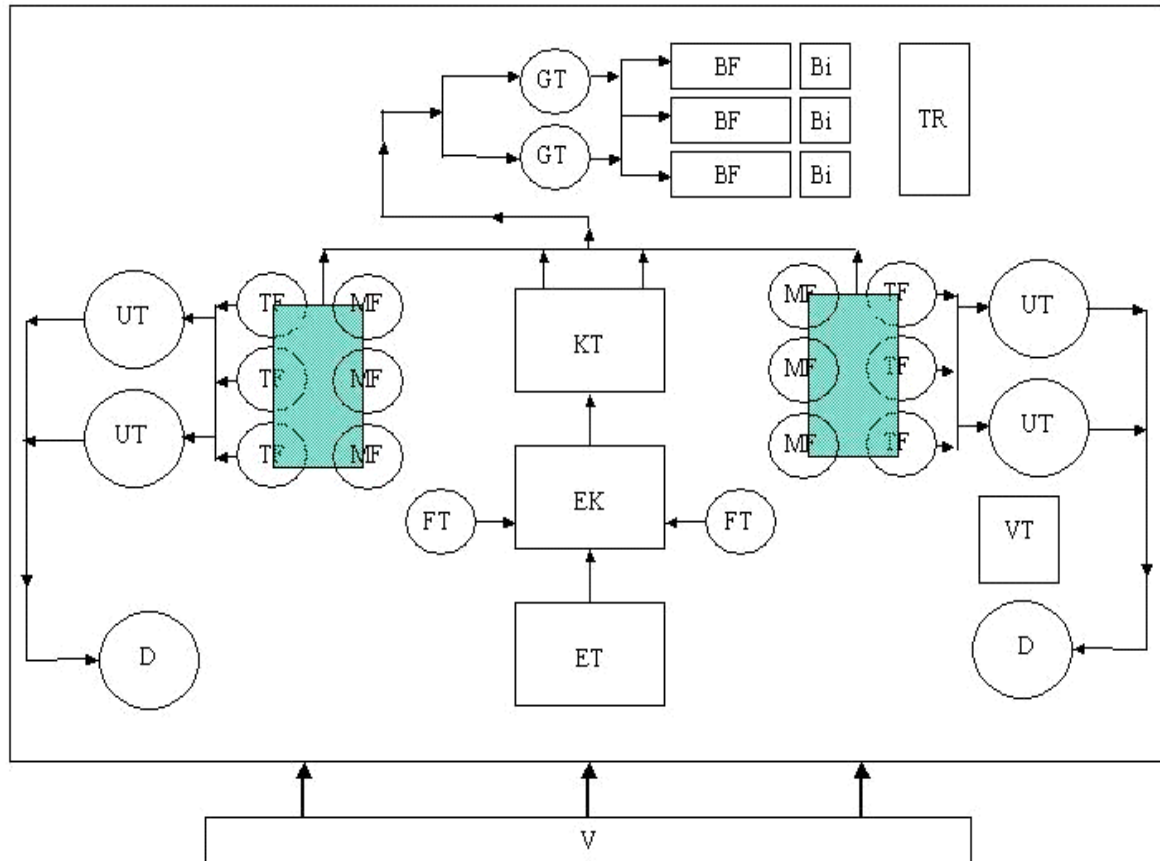
fermentorokban lejátszódó reakciók sokkal jobban tervezhetők illetve nyomon követhetők, mint inhomogén anyagok esetében.

A bioreaktor méretezéséhez a biztosnak látszó szervesanyagok elemzése elengedhetetlen. „Receptúra”-szerű egyenletes gáztermelést elvárni, egyáltalán receptúra készítését elképzelni, célirányos elemzés nélkül lehetetlen.

A bioreaktor üzembiztos működésének egyik fontos alapfeltétele a bioreaktorban fermentáló anyagok mennyiségi és minőségi jellemzői által meghatározott manipulációja. Ezek figyelembe vételével kialakított fermentációs anyagreceptúra összeállítása és tervszerű szabályozása. Mindezek összességében a leírtaknak megfelelő tárolási és felhasználási rendszer kialakítását és működtetését igénylik és egyszersmind feltételezik.

Egy bioreaktor üzem létrehozása során súlyponti elem a 2000. évi XLIII. törvény a hulladékgazdálkodásról, mely 2004. január 7-én lépett hatályba.

2. ábra: Bioreaktor sematikus felépítése, rendszerelemei



Forrás: Ifj. Sinóros-Szabó (2004)

Az ábra jelölései: ET – Előtároló, EK – Előkészítőtér, FT – Folyadéktároló, KT – Keverőtároló, MF – Mezofil fermentor, TF – Termofil fermentor, ÚT – Utótároló, BF – Blokkfűtőmű, Bi – Biztonsági rendszer, GT – Gáztároló, TR – Transzformátor, V – Vezérlő központ, VT – Víz tároló, D – Depónia (szervesanyag)

Figure 2: Sematic structure of bioreactor, system elements
 Key of fig. 2: ET – Pre storage, EK – Preparatory area, FT – Liquid storage, KT – Mixing storage, MF – Mesophyl phermentor, TF – Thermophyl phermentor, ÚT – Post storage, BF – Bloc heating unit, Bi – Safety system, GT – Gas storage, TR – Transformer station, V – Control unit, VT – Water storage, D – Organic matter

Az Országgyűlés a környezet védelme érdekében, különös tekintettel a Magyar Köztársaságnak az Európai Unióval fennálló és más nemzetközi megállapodásokból adódó kötelezettségeire:

- a fenntartható fejlődés, a jövő generációk létfeltételeinek, lehetőségeinek biztosítása,
- az energia- és nyersanyagfogyasztás mérséklése, a felhasználás hatékonyságának növelése, a hulladék mennyiségének csökkentése,
- az emberi egészség, a természeti és épített környezet, hulladék okozta terhelésének mérséklése.

A feldolgozó üzem működtetéséhez, megfelelő receptúra alapján összeállított biomassza alapanyag folyamatos biztosítása szükséges.

A szervesanyag fermentáció kimeneti (*output*) terméke a biotrágya. Ennek mennyisége, minősége és kijuttatásának rendszere azok a fő jellemzők, amelyeket komplex kölcsönhatásaiban kell elemezni és komplex összefüggéseikben kell meghatározni.

A hivatkozott törvény és a hozzá kapcsolódó korábbi, illetve később létrehozottak biztosítják a jogi keretet:

- a különböző minőségű biomassza anyagok gyűjtésére,
- szállítására,
- a feldolgozás előtti tárolására,
- előfeldolgozásra (receptúra szerint),
- gázosításra – energiahordozóvá alakításra,
- a visszamaradó biotrágya szakszerű hasznosítására, figyelemmel az EU szervestrágya felhasználási szabályozására.

A feldolgozó üzem működtetése során biztosítani kell a feldolgozásra kerülő veszélyes hulladékok veszélymentes tárolását, előkészítését.

A biztonságos üzemelés feltételrendszerébe tartozik a közműrendszerek-létesítmények kifogástalan működése, bár ennek egyes elemei a működés során belső forrásokkal kiváltásra kerülnek.

A közmű létesítmények megléte azonban elengedhetetlen feltétel. A teljesség igénye nélkül néhány elemet felsorolok:

- A meglévő közművek egyéb építési tevékenység miatt szükségessé váló kiváltásokat, vagy szabványos keresztezés kiépítésekor azoknak – szükség esetén – egyidejű rekonstrukciójáról gondoskodni kell.
- Épületek építésére engedély csak az övezeti előírásoknak megfelelő közművesítés biztosítása esetén adható.
- A közlekedésfejlesztést, a területfejlesztést a célszerű kivitelezés érdekében a közmű ágazati fejlesztési tervekkel egyeztetni kell.
- A közművezetékek telepítésénél (átépítéskor és új vezeték létesítésekor) a gazdaságos területhasználatra figyelmet kell fordítani. Utak alatt a közművek elrendezésénél mindig a távlati összes közmű elhelyezési lehetőségét kell figyelembe venni. A csak távlatban várható közmű számára is a legkedvezőbb nyomvonal fektetési helyet szabadon kell hagyni, nem szabad elépíteni.

A BIOMASSZA FELDOLGOZÓ BIOREAKTOR MEGÉPÍTÉSÉT SZABÁLYOZÓ JOGSZABÁLYOK

⇒ Új funkció létesítése, ha az az érvényes jogszabályok szerint hatásvizsgálat köteles, akkor a hatásvizsgálatot el kell végezni, legkésőbb az építési engedély iránti kérelem beadásáig.

⇒ Új területhasználat, beruházás esetén az engedélyezés feltétele a környezeti adottságok, továbbá a változással várható környezeti hatások vizsgálatának elvégzése és e vizsgálatok és értékelésük csatolása az engedély kérelemhez.

Ezen a részen jegyeznék meg, hogy a bioreaktorok elektromos energiatermelése csak abban az esetben válhat jövedelmezővé, ha annak működése törvényi szabályozás útján biztosítva van. Ezt a szabályozást az Európai Parlament és Tanács 2001. szeptember 27-én elfogadott (2001/77/EK) irányelve és az új – a megújuló energiát is támogató – villamos energia törvénye illetve a 2001. évi CX. magyar törvény, amely kötelezi az áramszolgáltatókat a „zöldáram” emelt szinten történő átvételéről.

Az elhullott állati tetemek ártalmatlanításánál pedig a 41/1997. (V. 18.) FM rendelettel közzétett Állategészségügyi Szabályzatot kell figyelembe venni.

A kommunális eredetű hulladékok szelektív gyűjtéséről a hulladékgazdálkodásról szóló 2000. XLIII. törvény alapján kell gondoskodni.

E helyütt meg kell jegyeznünk, hogy az üzemelő biomassza feldolgozóban keletkező minden hulladék hasznosítható.

Mindenképpen hatást gyakorol a beruházás a magas technológiai szint telepítése révén az ott élők szemlélet és gondolkodásmódjának pozitív irányú megváltozására, hiszen biztosítja a biztonságos foglalkoztatottságot, ezen keresztül – mint már említettük – a lakosságmegtartó képességet, valamint a felsorolt változásokkal párhuzamosan a térség tökevonását.

A projekt kivitelezése évente mérhető nyereséget termel, ismétlődően, mert a fossziliákon alapuló energiaforrások fokozatos megszüntetése, az ország energia igényének fokozatos növekedése ezt biztonságossá teszi.

A bioreaktor hatékonyságának fokozásához és továbbfejlesztéséhez egy kísérleti termőterületi tér biztosítása (20-40 ha) és a hatékonyság fokozást megtestesítő, valamint a nemzetközi technológiai versenyben meghatározó pozíciót biztosító folyamatos kutatások végzése és azok eredményének gyakorlati megvalósítása.

A BIOREAKTOR ÜZEM LÉTESÍTÉSÉNEK FŐBB ÖKONÓMIAI HATÁSAI

A bioreaktor üzem létesítésének legfőbb paraméterei: a bevételek jelenlegi és jövőbeli alakulása, a beruházás mértéke és az üzemeltetés költségei. Ezek fontosságát indokolják a gazdaságossági mutatók, melyek közül adott időszak bevételei és üzemeltetési költségei a nyereséget

(hasznot) illetve a beruházás költségei, a bevételek és az üzemeltetés költségei a megtérülési időt határozzák meg. A 2., 3. és 4. táblázatok ezeket a tényezőket szemléltetik adott hely és adott időszakban relatív módon. A táblázatok három különböző nagyságú beruházást vizsgálnak. Az I-es a legkisebb, míg a III-as a legnagyobb üzemi paraméterekkel jellemezhető bioreaktor telepet mutat be. Referenciaként egységnyi értéknek az I-es méretű telep elektromos áramtermelésének értékesítéséből számítottuk ki.

2. táblázat

Biogáz telep adott időszakának relatív bevételei

Bevételek(1)			
Üzemméret(2)	I	II	III
Elektromos áram(3)	1,00	1,25	1,50
Hőenergia(4)	0,38	0,57	0,76
Biotrágya(5)	0,03	0,06	0,10
Vágóhídi hulladék(6)	0,05	0,07	0,80
Összesen(7)	1,46	1,95	3,16

Forrás: Ifj. Sinóros-Szabó (2004)

Table 2: Relative income of biogas plant for a given period
Income(1), Plant size(2), Electricity(3), Heat energy(4), Bio manure(5), Slaughterhouse waste(6), Total(7)

3. táblázat

Biogáz telep adott időszakának relatív beruházási költségei

Beruházás költségei(1)			
Üzemméret(2)	I	II	III
Gáztároló(3)	0,22	0,27	0,32
Előtároló(4)	0,68	0,81	0,89
Fermentorok(5)	1,17	1,36	1,55
Épületgépészet(6)	0,81	0,95	1,03
Blokk fűtőmű(7)	0,81	1,24	1,63
Hőhasznosító(8)	0,32	0,41	0,49
Utótároló(9)	0,27	0,27	0,27
Összesen(10)	4,28	5,31	6,18

Forrás: Ifj. Sinóros-Szabó (2004)

Table 3: Relative investment costs of biogas plant for a given period

Costs of investment(1), Plant size(2), Gas storage(3), Pre-storage(4), Fermentors(5), Building machinery(6), Bloc heat unit(7), Heat utilizer(8), Post storage(9), Total(10)

4. táblázat

Biogáz telep adott időszakának relatív üzemeltetési költségei

Üzemeltetés költségei(1)			
Üzemméret(2)	I	II	III
Anyagjellegű ráfordítások(3)	0,41	0,56	0,72
Személyi jellegű ráfordítások(4)	0,07	0,08	0,08
Egyéb költségek(5)	0,08	0,11	0,14
Összesen(6)	0,56	0,75	0,94

Forrás: Ifj. Sinóros-Szabó (2004)

Table 4: Relative operational costs of biogas plant for a given period

Costs of operation(1), Plant size(2), Material investments(3), Personnel investments(4), Other costs(5), Total(6)

A beruházás a fogadó településen térszerkezeti változást okoz, azzal a körülménnyel, hogy létrejön. A bioreaktor üzem közvetlen környezetébe szükségszerűen további építkezés kell megvalósuljon, hiszen az üzemben keletkező ún. hulladék hő hasznosításra ott kell hasznosító üzemet (hűtőházat, vágóhidat, aszaló üzemet stb.) létrehozni, mert a hő szállítása az üzem rentabilitását csökkentené, a hasznosító üzemben előállított termék költségeit növelné, ami a termék árában realizálna, ezáltal a versenyképessége csökkenne.

A fogadó település saját infrastruktúrája fejlesztésével (útépítés, vezeték létrehozás stb.) szintén olyan térszerkezeti módosulásokat hoz létre, melyet csak fokoz a lakossági építkezés előtérbe kerülése.

A reaktor közvetlen környezetébe létrejövő beruházások indukálják kisebb, az ott feldolgozott termékek tovább feldolgozását végző üzemek létrejöttét, ami által nem csak a fogadó település, hanem a környező települések térszerkezete is megváltozik.

A térszerkezet változása maga után vonja az életminőség változását is. Az életminőség javulása ezzel szemben nem csak a bioreaktor közvetlen közelében, hanem a tágabb környezetében élők körülményeinek javulásában is érzékelhetővé válik.

A bioreaktor üzem megvalósulása az építkezés során munkahelyteremtő, elsősorban segédmunkás szükséglet kielégítése terén. Az építkezés befejezése után kisebb létszám a karbantartás terén, a nagyobb rész a kapcsolódó, mindenképpen megvalósítandó energia hasznosító beruházások létrehozása terén található munkát.

A közvetlen építkezés befejezése, az üzemszerű termelés beindulása mind az energiaáramlás, mind az adott település eddig nem tapasztalt forrás kiegészítését biztosítja. A forrás kiegészítés a település fellendülését, további stabil munkalehetőséget biztosít.

Az a körülmény, hogy a bioreaktornak otthont adó település belső fellendülése biztosítottá válik, maga után vonja a környező települések számára nyújtható fellendülést elősegítő beruházásokat.

Amint azt a térszerkezeti módosulásoknál már kifejtettük, egy bioreaktor üzem létrejötté olyan térszerkezeti változásokat indukál, melyek az életminőség, a munkahelyteremtés lehetőségét vonja maga után.

A térszerkezeti és életminőség változása az éber befektetők figyelmét nem kerüli el, ami további tőkebeáramlást, beruházást, ezen keresztül esetleg építkezéssel járó beruházást, munkahelyteremtést, életminőség javulást eredményez.

Természetesen az előzőekben vázolt fejlesztések visszahatnak a bioreaktor üzem létrejöttére is. A kor változó követelményeinek megfelelően a bioreaktor üzem is korszerűsödhet, pl. a hulladékként keletkező biotrágya használhatóságának fokozásával, konzisztenciájának módosításával.

Alapvetően ezek a várható feladatok indukálták a bioreaktor telepen létrehozásra tervezett laboratóriumot. Részben a beszállított anyag energetikai minősítésére, részben a biotrágya racionális hasznosítása érdekében történő termőtalaj fizikai, kémiai és biológiai vizsgálata céljából.

A laboratóriumot célszerű akkreditáltatni, hiszen várható a bioreaktor működés melléktermékeként keletkező biotrágya olyan jellegű módosulást eredményez a termőtalajban, mely a jelenleg

ismeretes és használt talajművelési rendszerek változtatását vonja maga után. A laboratórium mellett ezért lényeges egy kísérleti telep (15-30 ha) létrehozása, ahol megalapozottá lehet tenni az akkreditált laboratórium vizsgálati eredményei alapján innovált művelés technológiákat, további költségtakarékos természetéstechnológiák, jövedelmezőbb mezőgazdasági termelés érdekébe, ami további életminőség javulást eredményez.

IRODALOM

- Sági F. (2003): Energiahasznosítás a mezőgazdaságban – Biogáz. <http://www.kornyezetunk.hu/belso/mg25.html>
- Sinóros-Szabó B. (2004): Technológia és fejlesztés. Főiskolai jegyzet, Nyíregyházi Főiskola
- Sinóros-Szabó B.-Fás J.-Erdős G.-Ifj. Sinóros-Szabó B. (2004): Bioreaktor – tanulmány. Pécs
- Népszabadság (2004): Csökkenthető a Zöldáram ára. Népszabadság Online 2004. október 25. <http://www.nol.hu/melleklet/cikk/337550/>
2000. évi XLIII. törvény a hulladékgazdálkodásról. <http://www.complex.hu/kzldat/t0000043.htm/t0000043.htm>
2001. évi CX. törvény a villamos energiáról. <http://www.complex.hu/kzldat/t0100110.htm/t0100110.htm>
- 41/1997. (V. 18.) FM rendelet. <http://gtr.uw.hu/41per1997.txt>
- 2001/77/EK irányelv. <http://www2datanet.hu/im/tree.asp?rec=12.30>