

Láng István

## A BIOMASSZA HASZNOSÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI\*

Három évvel ezelőtt beszámoltunk annak a széles körű és kollektív helyzet-elemző, szintetizáló és prognosztizáló munkának az eredményeiről, melynek keretében feltártuk az ország agroökológiai potenciáljának korlátait és távlati lehetőségeit. A végső következtetés az volt, hogy jelentős mértékben tovább fokozható a mezőgazdasági termelés, amennyiben ezt gazdaságpolitikai megfontolások indokolják.

Három évvel ezelőtt a viták során már nyilvánvalóvá vált, hogy folytatni kell a megkezdett munkát, és hasznos lenne részletesebben foglalkozni az ország területén megtalálható és évente megújuló biológiai eredetű szerves anyag, a biomassza sokoldalú hasznosításának kérdésével. Indokolta a további vizsgálódást az is, hogy elkezdődött a népgazdaság távlati fejlesztési koncepciójának kidolgozása. Ennek során alaposan elemezték az erőforrásokat és azok távlati alakulásait. Így vált többek között szükségessé annak alapos feltárása, hogy a biomassza *milyen nagyságrendű erőforrás* Magyarország számára napjainkban, és hogyan alakítható mennyisége, összetétele és felhasználhatósága 20–30 év múlva.

Ez újszerű feladat volt, és a tudománynak vállalkoznia kellett arra, hogy megkísérelje a válaszadást ezekre a kérdésekre.

A Magyar Tudományos Akadémia Elnöksége 1980 őszen ötéves munka-programot dolgozott ki néhány társadalmilag nagy jelentőségű probléma tudományos igényességű feltárására, kormányzati döntéseket megalapozó javaslatok kialakítására. Összesen 13 ilyen jellegű problémát választottak ki, és ezek között volt a biológiai eredetű anyagok, a biomassza távlati hasznosítási lehetőségeivel foglalkozó feladat is. Több hónapos előkészítés után, 1981 tavaszán kezdődött el a munka, melyet eredetileg két évre terveztünk. Az Akadémia elnöke és főtítkára javaslattal fordult az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság elnökéhez, a mezőgazdasági és élelmezésügyi miniszterhez, az Országos Környezet- és Természetvédelmi Hivatal elnökéhez, az ipari miniszterhez, a külkereskedelmi miniszterhez és a művelődési miniszterhez, hogy együttesen oldják meg a feladatot, mivel a téma szerteágazó jellege és az összefüggések rendszere ezt nagymértékben indokolta. A válaszok kivétel nélkül az együttműködési óhaját és készséget tükrözték. A későbbiek során igen szoros munkakapcsolat alakult ki az említettekén kívül még az Országos Tervhivatallal, a Központi Statisztikai Hivatallal és a Nemzetközi Gazdaság Kapcsolatok Titkárságával.

\* Az MTA 1983. évi közgyűléséhez kapcsolódva az Agrártudományok, a Kémiai Tudományok, a Biológiai Tudományok, a Gazdaság- és Jogtudományok, a Föld- és Bányászati Tudományok Osztálya együttes tudományos ülésén, május 3-án elhangzott bevezető előadás rövidített szövege.

A felmérés irányítására komplex bizottság alakult. Húsz munkacsoportban vizsgálták a biomaszra képződése, átalakulása és hasznosítása folyamatainak egyes speciális témaköreit, valamint ennek a folyamatnak gazdasági, műszaki és társadalmi feltételeit. Ez a munkafázis lényegileg az analitikai szakasz volt, amelynek a keretében tudományos igényességgel és gyakorlati megalapozottsággal részletesen elemezték a jelenlegi helyzetet, a várható tudományos és műszaki fejlődést, és ennek fényében a biomaszra hagyományos és új hasznosítási lehetőségeit.

Később következett a részeredményeket szintetizáló szakasz, amely még nem fejeződött be. Jelenleg abban az állapotban vagyunk, amikor már összegezni lehet a fontosabb megállapításokat és körvonalazni tudjuk a fejlesztés lehetséges irányait, határait.

Szükségnek tartottuk, hogy még a munka befejezése előtt széles körű vitára bocsássuk a felmérés előzetes megállapításait abból a célból, hogy megismerhessük a gyakorlati szakemberek és a tudományos kutatók reagálását, véleményét. Ennek érdekében a felmérés téziseit ez év márciusában hat területi vitán (Pécs, Veszprém, Eger, Szeged, Debrecen, Gödöllő) terjesztettük elő. Ezeket a területi vitákat a MTESZ-szel közösen szerveztük. Kereken 400 tudományos és gyakorlati szakember jelent meg és 60 felszólalás hangzott el.

A mai vitautulást is tudatosan akkorra tűztük ki, amikor már van érdemi mondanivaló, de még alakíthatók és gazdagíthatók a megállapítások és javaslatok. Vagyis, amikor valódi véleménycsere alakítható ki, mert még van lehetőség az elhangzó észrevételek, javaslatok figyelembevételére. Erre egyébként azért is szükség van, mert számos megállapítás körül jelentősek a véleményeltérések a szakemberek körében. Lehetséges, hogy ezeket a véleményeltéréseket nem tudjuk mi sem véglegesen feloldani, de az bizonyosra vehető, hogy a viták hozzájárulhatnak a nézetek közelítéséhez, illetve az érvek és ellenérvek mérlegeléséhez.

## Célok és módszerek

Felmérésünk *alapfeladata* az volt, hogy átfogó képet nyerjünk a biológiai eredetű anyagok körforgalmáról, hasznosítási lehetőségeiről és arról, hogy e téren mi a helyzet most hazánkban. Ezen ismeretek birtokában érhetjük csak el azt a célkitűzésünket, hogy a hazai és nemzetközi tudományos eredményekre támaszkodva hozzájáruljunk

- a biomaszra szerepéről és tényleges értékéről kialakított szemlélet formálásához;
- a meglévő és hasznosítható belső tartalékok feltárásához;
- az ország biológiai erőforrásainak hasznosítását megalapozó stratégia kialakításához.

A felmérés *alapvető módszere* az volt, hogy az eddig felhalmozódott adatokat, ismereteket, tapasztalati tényeket kíséreltük meg egy összefüggő rendszerben elhelyezni. A biomaszra-előállítás és hasznosítás számos részterületét vizsgálták már hazánkban. Ezek egységes rendszerbe foglalása hiányzott elsősorban. Munkánk egyik jelentős eredménye lehet, hogy a teljes biológiai ciklus összefüggéseit és kölcsönhatásait egy rendszerben vizsgáltuk, s erről többé-kevésbé átfogó képet tudunk alkotni.

Ennek megfelelően a biomaszra termelési-átalakítási és felhasználási folyamata vizsgálatokor számoltunk a növényeknek a napenergia átalakításával

történő szerves anyag termelésétől kezdve, az állatok transzformáló és fogyasztó hatásain keresztül az előállított szerves anyagtömeg élelmiszerré, takarmánnyá, energiává stb. történő átalakítási formáival és hasznosítási lehetőségeivel.

E rendszer összes elemének és az azok közötti kölcsönhatásoknak együttes figyelembevétele biztosítja azt, hogy hatékony biomassza felhasználási alternatívákat dolgozhassunk ki.

A biomassza az ökoszisztéma anyagkörforgalmában termelődő, újratermelhető nyersanyag. Ez a tulajdonság csak akkor marad fenn, ha biztosítjuk az anyagkörforgalom szintentartásának feltételeit, azaz a termelésnek és a fogyasztásnak összhangban kell lennie a természeti környezet által nyújtott feltételekkel. Az egyensúly megbontása veszélyeztetheti a biomassza újratermelhetőségét, ami ezen „megújítható” nyersanyag kiapadásához vezethet.

Ez indokolja azt, hogy a biomassza termelése, hasznosítása lehetőségeinek kidolgozását össze kell kapcsolni a természetes és mesterséges ökoszisztémák védelmét, megőrzését lehetővé tevő feltételek vizsgálatával is, azért, hogy az előállítható biológiai nyersanyag termelési szintjét megőrizhessük, sőt hosszútávon növelni tudjuk.

A biomassza hasznosítási lehetőségeit jelenleg sok helyen vizsgálják a világon. Nemzetközi szervezetek tudományos rendezvényein is több alkalommal tűzték napirendre ezt a kérdést. A megújuló erőforrások gazdasági újraértékelése világszerte elkezdődött. A kezdeti szélsőséges illúziók után higgadtabb és realisabb kép bontakozik ki mindenhol, amelyben tényleges értéküknek megfelelő helyet foglalnak el az egyes erőforrások. Ismervén a külföldi vizsgáldások méreteit és szakterületeit, minden önelégültség nélkül mondhatjuk, hogy a biomassza jelenlegi felmérésével felzárkóztunk ebben a vonatkozásban az élenjárókhhoz, sőt, az összefüggések komplex elemzésével sok vonatkozásban előbbre is tartunk.

## Az adatbázis

Minden felmérés előfeltétele a megbízható *adatbázis*. A múltban eltérő mutatók figyelembevételével készült adatokat használtak a különböző elemzésekhez, ezért a levont következtetések nem voltak összehasonlíthatók. Szükség volt egységes biomassza statisztikára. A KSH Mezőgazdasági Főosztálya elvállalta, hogy részletes statisztikát készít a mezőgazdaság és az erdőgazdálkodás szerves anyag termeléséről, és ezeket az adatokat külön füzet alakjában a szakemberek rendelkezésére bocsátja. Vállalkozásukat nem egészen egy év alatt teljesítették. A kiadvány megjelent. (A mezőgazdaság és az erdőgazdálkodás szerves anyag (biomassza) termelése. KSH kiadványa. Budapest, 1983.) Túlzás nélkül mondhatjuk, hogy jelenleg Magyarország rendelkezik a legrészletesebb biomassza statisztikával. Valamennyi adatot szárazanyag súlyra is átszámították az összevethetőség érdekében. Ez szokatlannak tűnik, különösen az állattenyésztés esetében, de nagymértékben elősegíti a teljes anyagforgalom nyomonkövetését. A következő adatok az idézett KSH kiadványból származnak.

Az 1. táblázat arról ad képet, hogy milyenek az *évente képződő elsődleges biomassza arányai*. A teljes produkció 54 millió tonna abszolút szárazanyag, ami magába foglalja a szár- és gyökérmaradványokat is. Ennek 63%-át a gabonafélék és ezek melléktermékei alkotják. Az adatok jól szemléltetik azt, hogy a gabonatermelés mennyire meghatározó tényező az ország szerves anyag

1. táblázat

Elsődleges biomassa éves produkciója (1980)

Megnevezés	1000 tonna	Százalékos megoszlás
Gr.bonafélék	34 287	63,0
Hüvelyesek	507	0,9
Ipari növények	2 799	5,2
Szálas- és tömegtakarmányok	6 719	12,4
Zöldség és burgonya	1 239	2,3
Gyümölcs	402	0,7
Szőlő és egyéb növények	490	0,9
Mezőgazdaság összesen	46 443	85,4
Fakitermelés	4 152	7,6
Egyéb erdei termék	3 790	7,0
Erdőgazdálkodás összesen	7 942	14,6
<i>Mindösszesen</i>	54 385	100,0

termelésében. Minden más eltörpül mellette. Második helyen van az erdei biomassa éves produkciója, ezután következnek sorrendben a szálatakarmányok, az ipari növények és a kertészeti növények. A táblázat a szerves anyag tömeget mutatja, és nem a gazdasági értékét. Közismert például, hogy a kertészeti növények jelentős devizabevételt adnak, értékarányuk jóval nagyobb, mint a mennyiségi arányuk.

A 2. táblázatban *főtermékre és melléktermékre* felbontva mutatjuk be a mezőgazdaságban, illetve az erdőgazdálkodásban képződő biomasszát. A növénytermelésben a keletkező főtermék és melléktermék aránya csaknem azonos. Az erdőgazdálkodásban más a helyzet: a főtermék 5,5-ször több, mint a melléktermék. A főtermékre és a melléktermékre való felosztás nem örök érvényű. A melléktermékből is lehet főtermék, pl. a teljes növény betakarítása és feldolgozása esetén.

2. táblázat

Az elsődleges biomassa megoszlása fő- és melléktermékre (1980)

Megnevezés	1000 tonna	Százalékos megoszlás
Mezőgazdasági főtermék	22 114	40,7
Erdőgazdasági főtermék	6.733	12,3
Összesen	28 847	53,0
Mezőgazdasági melléktermék	24 329	44,8
Erdőgazdasági melléktermék	1 209	2,2
Összesen	25 538	47,0
<i>Mindösszesen</i>	54 385	100,0

A 3. táblázat a növénytermelés során nyert *főtermékek hasznosítási arányait* mutatja be. Takarmányfelhasználásra kereken 65% jut, a lakosság 14%-ot fogyaszt el, 6,7%-ot exportálunk és ipari feldolgozásra 1,3% kerül. A fennmaradó rész a vetőmag, a veszteség és a tartalék.

## 3. táblázat

## A növénytermelés főtermékeinek hasznosítása (1980)

Megnevezés	1000 tonna	Százalékos megoszlás
Lakosság fogyasztása	3 278	14,2
Ipari feldolgozás	294	1,3
Kivitel	1 553	6,7
Vetőmag felhasználás	520	2,3
Takarmány felhasználás	14 918	64,7
Virág	27	0,1
Zöldtrágya	5	0,0
Betakarítási veszteség	1 079	4,7
Készletváltozás ( $\pm$ )	1 382	6,0
Felhasználás összesen	23 066	100,0

Természetesen tudtuk eddig is, hogy a megtermelt növényi főtermékek nagyobbik felét a gazdasági állatok fogyasztják el. A táblázat szemléletesen érzékelteti az arányokat. A primér biomassa legértékesebb részének, a főterméknek mintegy kétharmadát át bocsátjuk az állatok emésztőcsatornáján. Az állattenyésztés a legnagyobb biomassa transzformáló közeg Magyarországon. Ez azt mutatja, hogy az állattenyésztés mértéke, színvonala, az állatállomány faji összetétele határozza meg alapvetően a növényi eredetű szerves anyagok körforgalmát.

A főtermékek takarmányozási célú hasznosítását akkor tudjuk csökkenteni, ha a melléktermékek arányát növeljük. Ez szorosan összefügg az állatállomány szerkezetével. A kérődzők, ezen belül is elsősorban a szarvasmarha-állomány, a húsmarha termelés jelentős növelése esetén tudjuk csak nagymértékben emelni a melléktermékek szerepét a takarmányozásban.

Szárazanyagra számítva hétszer több növényi szerves anyag képződik évente hazánkban, mint állati eredetű. Termelési értékben az arányok már kiegyenlítődnek, mert az állattenyésztés során egységnyi szárazanyagra vonatkoztatva jóval nagyobb érték képződik, mint a növénytermelésben. Az állattenyésztés részaránya a termelési értékben 49,6%, a növénytermelésé 50,4%.

A 4. táblázatban az állattenyésztés során keletkező főtermékek összesített mennyisége látható. A keletkezett hasznos termékek (pl. tej, tojás, gyapjú) és a súlygyarapodás szárazanyag súlyát adtuk össze. A sertésenyésztés adja a

## 4. táblázat

## Az állattenyésztés főtermékeinek összes mennyisége szárazanyagban (1980)

Megnevezés	1000 tonna	Százalékos megoszlás
Baromfi	296,7	21,6
Sertés	571,5	41,7
Szarvasmarha	459,8	33,4
Juh	45,4	3,3
Összesen	1373,4	100,0

legnagyobb tömeget. A szarvasmarha hasznos produkciója áll a második helyen; megjegyezzük azonban, hogy a szarvasmarhánál az összprodukciónak 70%-a a tejből és 30%-a húsból tevődik össze. A baromfi a harmadik helyet foglalja el. Baromfiból a hús 55%-ot, a tojás 44%-ot, a toll 1%-ot jelent. A juhtenyésztésnél a hús részaránya 51%, a tej aránya 28%, a gyapjúé 21%.

A hasznos produkció ilyen módon történő számítása esetén az egygyomrúak (sertés, baromfi) részaránya 63,3%, a kérődzők (szarvasmarha, juh) 36,7%. A hagyományos számításnál az élősúly produkciót vesszük figyelembe. Ha így számolunk, akkor az egygyomrúak aránya 81,4%, a kérődzők pedig 18,6%. Nem célunk, hogy új számítást javasoljunk. Mindössze arra szeretnénk felhívni a figyelmet, hogy a teljes biológiai produkció figyelembevétele mennyire más arányokat mutat be, mint amit megszoktunk.

Az 5. táblázatban az állattenyésztési főtermékek 1980. évi felhasználási arányait láthatjuk. A hazai élelmiszertermelés áll az első helyen 54%-kal, az export csaknem 30%-ot jelent, takarmányozásra 10% jut, ipari feldolgozásra pedig 4%. Az állati termékekből elsősorban élelmiszert állítanak elő. A belső fogyasztás és az export együttesen 84%-ot tesz ki.

#### 5. táblázat

Az állattenyésztés főtermékeinek hasznosítása (1980)

Megnevezés	1000 tonna	Százalékos megoszlás
Lakossági fogyasztás	826	54,1
Ipari feldolgozás	62	4,1
Kivitel	445	29,2
Takarmányozás	154	10,1
Veszteség	39	2,5
<b>Összesen</b>	<b>1526</b>	<b>100,0</b>

A 6. táblázatban az istállótrágya képződését mutatjuk be, állatfajonként és szárazanyagra számítva. Az alom is benne foglaltatik az adatokban, ami szarvasmarha esetében kereken a trágya 30%-át teszi ki. A szarvasmarha alakítja át legnagyobb tömegben az elsődleges biomasszát szerves trágyává.

#### 6. táblázat

Az istállótrágya-termelés szárazanyagban (1980)

Megnevezés	1000 tonna	Százalékos megoszlás
Baromfi	673	11,9
Sertés	1127	20,0
Szarvasmarha	3311	58,8
Juh	275	4,9
Ló	240	4,2
Egyéb	9	0,2
<b>Összesen</b>	<b>5635</b>	<b>100,0</b>

A továbbiakban valószínűleg meghökkentőnek tűnő összehasonlításokat teszünk.

Kiszámítottuk, hogy mennyi energiát fogyaszt el az állatállomány évente ahhoz, hogy a kívánt hasznos biológiai produkciót létrehozza. Vagyis: mennyi energia szükséges a gazdasági állatoknak nevezett biológiai motorok működtetéséhez. A hajtóanyagról, az energiahordozóról a növénytermesztés gondoskodik, mégpedig oly módon, hogy energiát köt meg a Nap fényenergiájából. Jelenleg Magyarországon két megújítható energiatermelő ágazatról beszélhetünk: az egyik a növénytermelés, beleértve most az erdészetet is, a másik a vízerőművekkel történő villamosenergia-termelés. Minden egyéb folyamat a meglévő, nem megújítható energiakészletet alakítja át, illetve használja fel. A jelenlegi szemlélet szerint azonban nem számítjuk be az ország energiamérlegébe azt az energiát, amit a növényzet köt meg évente.

Az állati szervezeteknél a számítások során a következő módon jártunk el: a statisztikai adatokból tudjuk, hogy mennyi elsődleges biomasszát használunk fel a *takarmányozásra*. Ennek összesített súlya kerekén 16 millió tonna szárazanyag, amelyben összesen 254 Peta Joule energia van. A Peta Joule egyenlő  $10^{15}$  Joule-lal. Összehasonlításként: az ország összes energiahordozó felhasználása 1980-ban 1300 PJ volt, de természetesen ebbe nem számították bele a mezőgazdaságban képződő, jelentős energiataralommal rendelkező anyagokat, azaz a növényeket, amelyeket takarmányozásra használtunk fel, pedig ez a teljes energiamérleg közel 20%-át teszi ki.

Igaz az is, hogy a növénytermelés során képződő energia előállításához jelentős mennyiségű *külső energiára* is szükség van (pl. traktorok üzemanyaga, műtrágyák gyártásához felhasznált energia stb.), ezért a termesztett növényekben levő teljes energiának csak egy része, mégpedig kétharmad körüli mennyisége tekinthető csupán új energiának.

Kiszámítottuk, hogy mennyi energiataralma van a képződött állattenyésztési fő- és melléktermékeknek. Összesen 113 PJ értéket kaptunk. Adott esetben az alom energiataralmát levontuk. Vagyis bevittünk a rendszerbe növény formájában 254 PJ-t, kinyertünk állati biomasszában 113 PJ-t. „Eltűnt” 141 PJ. Vagyis: ennyi energiát használ fel az állati szervezet. Összehasonlításként elmondjuk, hogy a három legenergiaigényesebb iparág, vagyis a vegyipar 154 PJ-t, a kohászat 130 PJ-t és az építőanyag-ipar 58 PJ-t használt fel 1980-ban.

Az állattenyésztés nem akármilyen ágazat, hanem a legnagyobb anyag- és energiafelhasználó ágazatok között van, a vegyiparral és a kohászattal azonos nagyságrendű, vagy azt meghaladó értékeket mutat fel. Érvényes ez anyagra, energiára és bruttó termelési értékre is. Természetesen a takarmányok energiataralma és az egyes iparágak energiafelhasználása csak egy ilyen számítás keretében hasonlítható össze. Az nyilvánvaló, hogy a takarmányokban levő energiát csak az állatok hasznosíthatják. De az is igaz, hogy az állattenyésztés, mint „iparág”, zömmel a mezőgazdaságban előállított saját energiahordozóit használja fel és alig igényel drága, importált energiaforrást.

Felmerült azonban a kétség, hogy jó-e ez a számítás? Lehet, hogy nem is használják fel az állatok azt a tömegű biomasszát, amit a statisztika kimutat. Ezért *ellenőrző számítások* elvégzésére kértük fel az állattéttan szakembereit.

A feladat a következő volt: számítsák ki elméletileg azt, hogy 1980-ban összesen mennyi széndioxidot leheltek ki Magyarországon a gazdasági állatok,

a házi méhtől kezdve a szarvasmarháig bezárólag. Kemény intellektuális munka volt ez számukra. A végeredmény: elemi szénre átszámítva 3,4 millió tonna. Ha a primér biomassa esetében átlagosan 45% elemi széntartalommal számolunk, akkor ez a szénmennyiség 7,6 millió tonna növényi szárazanyagnak felel meg, aminek az energiatartalma kereken 121 PJ. A két érték igen közel van egymáshoz. Az eltérés mindössze 14%. A számítás tehát megbízható volt.

Ismételten szeretnénk hangsúlyozni, hogy a biomassa termelés, átalakítás, hasznosítás kulcskérdése elsősorban az állattenyésztés körül dől el. A produktív növekedésének minden egyes százaléka milliárdos nagyságrendű termelési értékekben jelentkezik.

A biomassa további körforgásában jelentős szerepe van az *élelmiszeriparnak*. A növényi főtermékeknek kereken 16%-a kerül elsődleges ipari feldolgozásra (pl. a búzát megőrlik és lisztet készítenek belőle). Az állati termékeknek az elsődleges feldolgozás során az ipari részesedés 59%. A feldolgozás melléktermékek és hulladékok képződésével jár, amelyek nagyobb része alkalmas arra, hogy hasznosítható terméké alakítsák át és elsősorban a takarmányozás során használják fel. Keményítő értékben kifejezve kereken 440 ezer tonnát jelentett ez a mennyiség 1980-ban. Csupán becslésekre szorítkozhatunk, amikor azt mondjuk, hogy ennek 30%-a jelenleg nem hasznosul.

Az emberi *településekből* nagy mennyiségű szemét és szennyvíz kerül ki, amelyek szervesanyag-készletét a mikroorganizmusok részben lebontják, részben szennyvíziszap formájában rakódik le. A csatornázás és a szennyvíztisztítás további fejlesztésével növekedni fog a szennyvíziszap mennyisége is. Szárazanyag-súlyban kifejezve itt is több százezer tonnányi mennyiségekről van szó. A szennyvíziszap megfelelő hasznosítása egyúttal környezetvédelmi eljárást is jelent.

A biológiai eredetű anyagok körforgásának vizsgálatokor *együttes rendszerben* kell tehát szemlélnünk a produkció képződését, a keletkezett szerves anyagok átalakulását, hasznosítását, továbbá a fennmaradó termékek lebontásának folyamatát. Az anyag- és energiatakarékossági célkitűzések elérése nagyrészt attól függ, hogy mennyire vagyunk képesek a saját szolgálatunkba állítani a biológiai szervezetek és életközösségek természetes anyag- és energia-átalakítási folyamatait, amelyek természetüknél fogva racionális és takarékos folyamatok.

### Egy fejlesztési alternatíva

További munkánk fontos fázisa volt *egy feltételezett mezőgazdaság-fejlesztési alternatíva* felvázolása. Erre azért volt szükség, mert a biomassa távlati hasznosítási lehetőségeinek kidolgozásához konkrét, de ugyanakkor reális adatok kellek. A fejlesztési variáns összeállításakor az agroökológiai potenciál felmérése során felhalmozódott adatokat, hozamprognózisokat használtuk fel. Viszonylag szerény, átlagosan 1,8% éves növekedési ütemet tételeztünk fel, ami lényegében véve megegyezik az Országos Terhivatalban alkalmazott távlati fejlesztési számítások alsó sávjával. Az így kialakított variáns szerint 2000-ben a gabonafélékből 19,7 millió tonna termés érhető el. Az 1979–81. évek átlagában a gabonatermés 12,5 millió tonna volt. A növekedés 57%. A zöldség, gyümölcs és szőlő együttes mennyisége e variáns szerint az ezredfordulón 5,9 millió tonna lesz, szemben az 1979–81-ben átlagosan termelt 4,5 millióval. A növekedés 30%-ot tesz ki. A vágóállat termelés feltételezett





hogy a hazai ipar gyártmányszerkezetének átalakítása során a biomasza termelés és feldolgozás kérdései kapjanak a gyakorlatban még nagyobb prioritást.

## Hasznosítási javaslatok

Tekintsünk át néhány táblázatot, amelyekben a feltételezett fejlesztés során képződő biomasza hasznosításra teszünk javaslatot.

A 7. táblázat a *növények összes tápanyag-tartalmát* mutatja be, az 1980-as tény és a feltételezett 2000-es termelés esetén. Az adatokat főtermékre és melléktermékre külön-külön is feltüntetjük. A nitrogén 75%-a a főtermékekben található. A foszfor hatóanyagának mintegy kétharmada a főtermékben halmozódik fel. A káliumnak több, mint a fele, 53%-a a melléktermékekben halmozódik fel.

7. táblázat

Növénytermesztési hozamok tápanyag-tartalma (1000 tonna)

Tápanyagok	Év	Főtermékben	Melléktermékben
N	1980	504	165
	2000	700	230
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1980	194	92
	2000	240	130
K <sub>2</sub> O	1980	263	300
	2000	380	420
Összesen	1980	961	557
	2000	1320	780
<i>Mindösszesen</i>	1980		1518
	2000		2100

Ahhoz, hogy a 2000-re feltételezett hozamok teljes nitrogén, foszfor és kálium hatóanyagát biztosítani tudjuk, úgy kell alakítani trágyázási rendszerünket, műtrágya gyártásunkat, a műtrágya importot és a műtrágyák tárolását, felhasználását, hogy a követelményeknek eleget tudjunk tenni. Közismert, hogy a felhasznált műtrágyának nem a teljes mennyiségét képesek hasznosítani a növények, bár várható, hogy a hatékonyság növekedni fog. Ezt is figyelembe kell venni a távlati műtrágya-ellátás tervezésekor.

Az biztos, hogy a feltételezett hozamnövekedést nem tudjuk elérni a műtrágya használat fokozása nélkül. Az összes hasznosítható szerves trágyában csak annyi NPK tápanyag van, amivel a növények fiziológiai igényének maximálisan az egynegyedét elégíthetjük ki. Ez óriási mennyiség, amivel mérsékelni lehet a felhasználásra kerülő műtrágya mennyiségét, de az egészet helyettesíteni nem lehet. A műtrágyázási technológiák kidolgozásakor és alkalmazásakor figyelembe kell venni azt a súlyos tény, hogy az ország termőtalajainak nagyobbik részén a pH-érték észrevehetően csökkent az elmúlt 20 év alatt. A lokálisan jelentkező talajvíz nitrátosodás is tény. Helytelen nézet lenne kategorikusan tagadni, hogy a mezőgazdaság kemizálásának semmi köze sincs ehhez a jelenséghez, de megalapozatlan az a kategorikus kijelentés is, hogy kizárólag a kemizálás okozta a nitrátosodást. A következő 20 esztendőben nehéz lenne elképzelni a mezőgazdaság fejlesztését a mainál nagyobb mennyi-

ségű műtrágya-felhasználás nélkül. De a szerves trágyákkal, szerves hulladékokkal való jobb gazdálkodás, a műtrágyázási technológiai folyamatok korszerűsítése, a műtrágyázás és a komplex talajjavítás megállíthatja a talajok romlási folyamatát.

A 8. táblázatban a *takarmányozási lehetőségek növekedését* mutatjuk be. A számítások elvégzésénél kizárólag a valójában hasznosítható melléktermékek és hulladékok mennyiségéből indultunk ki. Különválasztottuk az állattenyésztésből, az élelmiszeripari termelésből és a növénytermelésből származó hulladékokat és melléktermékeket. Az állattenyésztés várható takarmányszükségletének keményítő-érték tartalmából több, mint 8% biztosítható a melléktermékek széles körű hasznosításával. E téren a tartalékok elsősorban a növénytermesztési melléktermékek hasznosításában vannak, aminek feltétele a szarvasmarha-tenyésztés erőteljes növekedése.

8. táblázat

A takarmányozással hasznosítható melléktermékek keményítő-érték és fehérjetartalma (1000 tonnában)

Melléktermék	Év	Keményítő érték	Fehérje
Szántóföldi melléktermék	1980	132	14
	2000	512	37
Élelmiszeripari melléktermék	1980	379	78
	2000	419	92
Állati eredetű melléktermék	1980	73	38
	2000	145	75
<i>Összesen</i>	1980	584	130
	2000	1076	204

Az emészthető fehérjénél új források elsősorban az állattenyésztés és az élelmiszeripar területén keresendők. A melléktermékekből előállítható takarmányok emészthető fehérjetartalma az 1980-as állapothoz képest 57%-kal, azaz 74 ezer tonnával növelhető.

Végezetül a 9. táblázatban a különböző területeken képződő és hasznosítható *melléktermékek és hulladékok mennyiségét és felhasználását* mutatjuk be. Az élelmiszeripar és az állattenyésztés hulladékai és melléktermékei, sőt a szennyvíziszap is szerepel az összegzésben. A becsült szárazanyag mennyiség 30,5 millió tonna. A takarmányok részaránya 21%, az almozásra és a közvetlenül talajtápanyagellátásra 54%-ot javasol ez a variáns, tüzelés útján elégetésre 10%-ot, biogáz előállításra 4%-ot és ipari alkalmazásra 4%-ot lehet felhasználni. A talaj tápanyagkészletét azonban nemcsak az alom és a beszántott szerves anyag gazdagítja, vagyis a keletkező melléktermékek, hulladékok 54%-a, hanem a takarmányozás és a biogáz előállítása után végül is a megtermelt melléktermékek kétharmadát javasoljuk a talajba visszajuttatni. A talajtermelékenység fenntartásához, a talajok védelméhez ez nagymértékben hozzájárulna, ami alapfeltétele a termés hozamok növelésének.

A bemutatott arányokon lehet vitatkozni, az arányokat el lehet tolni egyik vagy másik irányba, de az elosztást csak az összes terület együttes mérlegelésével szabad elvégezni. A fenti hasznosítási arányok esetén elő lehet állítani az állattenyésztés fehérjeszükségletének kerekén 10%-át, visszajuttatható a

talajba a növények által kivont összes tápanyag közel egynegyede, és teljes mértékben helyettesíteni lehet a mezőgazdaság jelenlegi fűtőolaj szükségletét. Ezek együttes értéke a jelenlegi árviszonyok között több, mint 10 milliárd forint.

9. táblázat

Az összes hasznosítható melléktermék távlati felhasználásának lehetőségei

Megnevezés	1000 tonna szárazanyag	Hasznosítás százalékban					
		Takar- mány	Talaj- tápanyag + alom	Hő- energia	Biogáz	Ipari felhasz- nálás	Veszte- ség
Szalma	6 925	20	60	10	—	5	5
Kukoricaszár	18 060	20	55	10	5	5	5
Hüvelyesek és ipari növények	1 500	25	45	20	—	—	10
Szőlő és gyümölcs	250	—	45	45	—	—	10
Malomipari hulladék	170	100	—	—	—	—	—
Répaszelet	150	90	—	—	—	—	10
Extrahált dara	400	100	—	—	—	—	—
Maghész	100	—	—	90	—	—	10
Szeszmoslék	190	90	—	—	10	—	—
Sörtörköly	50	90	—	—	—	—	10
Egyéb élelmiszeripari hulladék	200	70	—	—	20	—	10
Hús- és baromfiipari hulladék	100	90	—	—	—	—	10
Tejipari hulladék	103	90	—	—	—	—	10
Állati hulla	20	70	—	—	—	—	30
Istállótrágya	560	—	80	—	10	—	10
Hígrágya	1 000	—	70	—	10	—	20
Szennyvíziszap	760	—	50	—	20	—	30
<i>Összesen</i>	30 538	21,4	54,1	9,8	4,1	4,0	6,6

A felmérés során olyan kérdések vizsgálatával is foglalkoztunk, hogy miként lehet biomasszából *hajtóanyagot*, vagy olyan vegyipari alapanyagokat előállítani, amelyek helyettesíthetik a folyékony vagy gáznemű szénhidrogéneket. Alapos gazdasági elemzéseket is végeztek szakembereink. Az alapvető megállapítás az, hogy forrás oldalról nézve a magyar mező- és erdőgazdaság képes arra, hogy biológiai eredetű nyersanyagot állítson elő hajtóanyaghoz vagy vegyipari technológiákhoz. Metanolból vagy etanolból elvileg minden olyan termék gyártható, ami olajból vagy földgázból. A ma érvényes árviszonyok azonban nem teszik gazdaságossá az ilyen technológiák alkalmazását.

A körülmények és az árviszonyok azonban változhatnak. Ezért érdemes elkezdni a felkészülést olyan időszakra, amely már esetleg 10 év múlva bekövetkezhet, amikor gazdaságossá válhat pl. etanol nagyobb mennyiségű gyártása és felhasználása. Ezért az ország fermentációs gyártási kapacitásának fokozatos továbbfejlesztése előrelátó és egyúttal biztonsági alternatívának is látszik. Természetesen a felkészülés, a teljesebb hasznosítás lehetőségeinek a megteremtése ráfordításokat, jelentős beruházásokat igényel.

Ismételten szeretnénk aláhúzni a hazai iparfejlesztésen belül az *élelmiszer-gazdálkodáshoz kapcsolódó gyártmányszerkezet* kialakításának kiemelt kezelését. Bizottságunk a végső jelentésében konkrét és részletes javaslatokat fog adni erre vonatkozóan. A belföldi igényeken túlmenően valószínűleg külpiaaci értékesítési lehetőségeket is jelentene ilyen fejlesztés a gépipar számára, mert a

melléktermék- és hulladékhasznosítás ma világszerte erősödő tendencia, ezért a műszaki háttér iránti igény is fokozódik. Szükség esetén további, magas technikai felkészültségű gépgyárakat is be kell vonni a biomassza-hasznosítás eszközszükségletének biztosításába. Az erdőgazdálkodás is igényli a további műszaki fejlesztést, hiszen növekszik az erdei biomassza feldolgozottsági foka és ugyanakkor csökken a rendelkezésre álló munkaerő.

Nagy várakozással tekint mindenki a *biotechnológia* fejlődése elé. A nagy tömegben rendelkezésre álló biomasszából, főleg annak kevésbé értékes részeitől mikroorganizmusok, szaprofita élőlények, gombák és enzimek segítségével lehet gazdaságilag jobban hasznosítható termékeket előállítani. A biotechnológia alkalmazási területei közül elsősorban az élelmiszeripart, majd utána közvetlenül a gazdasági állatok takarmányozását említhetjük meg. Fel kell készülnünk az új technológiák gyors adaptációjának megvalósítására. Új genetikai eljárások, mint pl. sejtszintű szelekció, génebeszeti beavatkozások mikroorganizmusoknál, hibrid sejtek előállítása, szövetkultúrák, alapvetően új hasznosítási lehetőségeket rejtenek magukban. Hazánk számára ezek az irányzatok nagyon fontosak, hiszen a biomassza mint nyersanyagforrás, nagy mennyiségben és megújítható módon áll rendelkezésünkre.

A *gyógynövény-termesztés* is fejleszthető még hazánkban. Speciális növényi hatóanyagok előállításának növekedése várható és ezek felhasználása az élelmiszeripar, az aromaipar, a kozmetikai- és háztartásvegyipar területén valószínűsíthető. A gyógynövények alig kihasznált potenciális lehetőségeket jelentenek olyan termőterületek hasznosításában, ahol a fő mezőgazdasági növényfajok csak jelentős ráfordítással és kis hatékonysággal termelhetők.

A *természet- és környezetvédelem* alapvető feltétel a biológiai produkció előállításához. A fokozottan védett természetvédelmi területeken (összesen mintegy 70–80 ezer hektár) az emberi beavatkozást alá kell rendelni a természeti értékek védelmének. A természetvédelmi területek döntő többségén (kereken 450 ezer hektár) valamilyen mezőgazdasági termelés is folyik, esetenként bizonyos természetvédelmi érdekeket szolgáló korlátozásokkal, továbbá egyes hasznos gazdasági tevékenység is megtalálható, pl. fakitermelés, legeltetés, szénabegyűjtés, gyógynövénygyűjtés stb. Ezekben a területeken az alapvető feladat az eredeti ökoszisztémák fenntartása, ezért nem szabad célul kitűzni a biomassza természetes éves produkciójának mesterséges fokozását.

A termőföld és a felszínközeli vízkészlet védelme alapvető társadalmi és gazdasági érdekünk. Semmivel sem pótolható természeti értékekről van szó. A biomassza körforgására és hasznosítására vonatkozó alapvető javaslatok kidolgozásakor arra törekedtünk, hogy eleget tegyünk ezeknek a környezetvédelmi igényeknek.

A biomassza teljesebb körű hasznosítása végül is a *vállalatokban dől el*, ezért alapkérdés a vállalatok érdekeltisége és kezdeményező-készségük kibontakozása. De az is jól látható, hogy az öntevékeny kezdeményezés mellett központi intézkedésekre, hitel kedvezményekre, adó csökkentésre, termelőeszköz gyártás megszervezésére, esetenként importra van szükség. A központi támogatások, hitelek, egyéb preferenciák különösen olyan esetekben indokoltak, amikor jelentős import takarítható meg, vagy további jelentős export alapozható meg.

A biomasszából a jövőben még több gazdasági értéket állíthatunk elő, mint jelenleg. De ez nem valósul meg automatikusan. Nagyon fontos tényező a *szemléletváltás, a kezdeményező-készség*. Alapvető érdekeltiségi rendszert kell kifejleszteni, ahol a különböző szervezetek, csoportok és az egyén érdeke harmonikusan

találkozik az ösztársadalmi érdekekkel. Ez komoly gazdaságossági számításokat igényel. A feltételrendszerhez tartozik a műszaki és infrastrukturális háttér javulása is. A tudományos kutatásra és a műszaki fejlesztésre sok feladat vár még a következő évtizedben, a biomassza-hasznosítás gazdaságossága érdekében, továbbá az újonnan jelentkező irányzatok, eredmények gyors adaptációjához. Igaz azonban az is, hogy néhány nagy fejlődés előtt álló területen, mint pl. gázosítás, nem vagyunk kellően felkészülve még az adaptációra sem. Bizottságunk fel fogja vázolni végső jelentésében a vizsgálandó feladatok körét. Nem gondolunk valamilyen új központi, önálló biomassza kutatási programra, hiszen a folyamatban levő programok tartalmazzák a fontosabb témákat. Jobb koordinációra, együttműködésre és esetenként markánsabb súlypont képzésre van elsősorban szükség.

Eddig jutottunk el az ország biomassza készletének hasznosítására vonatkozó felmérésben és a megállapítások, javaslatok kimunkálásában. A felmérést irányító komplex bizottság szeretné eredményesen befejezni munkáját és olyan jelentést kíván az illetékes kormányzati szervek elé terjeszteni, amely tükrözi az előrettekintő szakmai közvélemény főbb elképzeléseit és javaslatait.