

A BIOÖKONÓMIA ÉS A KÖRFORGÁSOS GAZDASÁG SZINERGIÁJA ÉS HOZZÁADOTT ÉRTÉKE

SYNERGY AND ADDED VALUE OF BIOECONOMY AND CIRCULAR ECONOMY

Oláh Judit

az MTA doktora, Neumann János Egyetem Magyar Nemzeti Bank Tudásközpont, Budapest
olah.judit@econ.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A bioökonómia a biomassza termeléséről szól. A biomassza-alapú gazdaság a bioökonómia része, ugyanis a biomassza élelmiszer és nem élelmiszer célú feldolgozását jelenti. A körforgásos gazdaság az anyag és termék magas fokú újrahasznosításával, valamint a hulladék minimalizálásával egészíti ki a bioökonómiát. Jelentős szinergikus kapcsolat van a bioökonómia és a körforgásos gazdaság között, ezért a két koncepció fokozatos integrációjával jelentősen nő a hozzáadott érték termelése is. A biomassza-alapú gazdaság a körforgásos gazdaság biológiai motorja, nem csak annak szerves része. A biomassza-alapú gazdaság képes megszüntetni az EU fosszilis erőforrásoktól való függését, miközben az egyéb, nem élelmiszer célú bioalapú termékek előállításával hozzájárul a klímaváltozási célok eléréséhez, új munkahelyek létrehozásához és a gazdasági növekedéshez.

ABSTRACT

Bioeconomy is about the production of biomass. The biomass-based economy is part of the bioeconomy, as it means the processing of biomass for food and non-food purposes. The circular economy complements the bioeconomy with a high degree of material and product recycling and waste minimization. There is a significant synergy between bioeconomy and circular economy leading to the gradual integration of the two concepts with an increasing value-added production. The biomass-based economy is the biological engine of the circular economy, not just an integral part of it. The biomass-based economy can eliminate the EU's dependence on fossil resources while contributing to the achievement of climate change goals, the creation of new jobs and economic growth by producing more and more non-food bio-based products.

Kulcsszavak: bioökonómia, biomassza, körforgásos gazdaság, fosszilis energia

Keywords: bioeconomy, biomass, circular economy, fossil energy

A harmadik évezred elején bebizonyosodott, hogy rendszerszintű változást kell elérnünk az áruk előállítása, fogyasztása és a hulladékgazdálkodás terén. A körforgásos gazdaság megújuló szegmense, a biomassza-alapú gazdaság fejlesztésével új és innovatív megoldásokat találhatunk az élelem, az energia és egyéb termékek előállításához a Föld véges biológiai erőforrásainak kimerítése nélkül. A gazdaság átállítása és az elsődleges üzleti modellek korszerűsítése a környezet- és éghajlatvédelem érdekében nélkülözhetetlen, ráadásul a bioökonómia nagy számban hozhat létre új, zöld munkahelyeket is, különösen a vidéki és a tengerparti területeken. A biomassza-alapú és körforgásos gazdasággal foglalkozó szakirodalom feldolgozása szerint is nehéz a fogalmak egyértelmű definiálása, valamint a közöttük levő kapcsolat meghatározása (Vásáry, 2019). Különösen akkor, ha a fenntarthatóság fogalmát is a biomassza-alapú gazdasággal és körforgásos gazdasággal együtt definiálják. A fogalmak meghatározásával számos szerző foglalkozott.

Mivel a bioökonómiának nincs egyértelmű, általánosan elfogadott definíciója, nincs nyilvánvaló különbség a 'bioökonómia' és a 'biomassza-alapú gazdaság' kifejezések között sem, de a nemzetközi szakirodalom többnyire az első kifejezést használja (Staffas et al., 2013). A hazai tudományos közlemények a biomassza-alapú gazdaság kifejezést preferálják a bioökonómia kifejezéssel szemben. A biomassza-alapú gazdaság témakörben említést érdemel Christian Patermann és Alfredo Aguilar publikációja (2018). A biomassza-alapú gazdaság sarokköve, a fenntarthatóság a biomassza organikus szénforrásának hatékony kiaknázása körül forog, amely a talaj és a tenger minden biológiai anyagát magában foglalja (növények, fák, állatok és mikrobák). A biomassza-erőforrások kategóriái: elsődleges (közvetlenül az erőforrásokból nyert), másodlagos (az elsődleges biomassza-erőforrások feldolgozásából nyert) és harmadlagos fogyasztói maradványok, köztük állati zsírok és zsiradékok, használt növényi olajok, csomagolási hulladék és építési-bontási törmelék (Bugge et al., 2016).

Az EU-stratégia célja a lineáris gazdasági modellről a biomassza-alapú gazdasági modellre történő átállás (European Commission, 2018). A biomassza-alapú gazdaság fogalmának jelentősége folyamatosan bővül mind a kutatók, mind a politikai döntéshozók körében, mivel a szerteágazó problémák lehetséges megoldásának tekintik. Kialakulása új ismeretekre és technológiákra alapszik, ugyanakkor számos kockázat és bizonytalanság kíséri az útját. Ha ezeket a kihívásokat az emberi viselkedés szemszögéből közelítjük meg, többek között egyéni és társadalmi döntéshozatali folyamatról, kockázatkerülésről és különféle gazdasági helyzetekre adott emberi reakciókról beszélhetünk. *A fenntartható biomassza-alapú gazdaság fejlődéséhez a biotechnológiai előrehaladáson kívül társadalmi átalakulásra is szükség van.* Mindez jelentős hatást gyakorol az állami támogatások alakulására és a társadalom hozzáállására, de ez fordított irányban is igaz.

A biomassza-alapú gazdaság fogalmának meghatározása esetében az Európai Bizottság definícióját tekinthetjük mérvadónak: „A biomassza-alapú gazdaság

magában foglalja a megújuló biológiai erőforrások előállítását és ezen erőforrások, valamint hulladékáramok hozzáadott értékkel bíró termékekké – élelmiszerré, takarmánnyá, biomassza-alapú termékekké és bioenergiává – való átalakítását” (European Commission, 2018). Ezzel egyidejűleg kutatómunkámra jelentős hatással volt még a Markus M. Bugge és szerzőtársai (2016) által publikált közlemény, ahol három vízió – biotechnológia; biológiai erőforrások és biomassza-alapú ökológia – került meghatározásra a biomassza-alapú gazdaság jellemzésére az általános célokra és törekvésekre, valamint az értékteremtésre és az innováció közvetítő szerepére összpontosítva (*1. táblázat*). Továbbá részletesen elemeztem a bioökonómia három fejlődési típusát (bioökonómia I., bioökonómia II. és bioökonómia III.).

1. táblázat. A biomassza-alapú gazdaság vízióinak fő jellemzői

	Biotechnológiai szemlélet	Biológiai erőforrások szemlélet	Biomassza-alapú ökológiai (bioökológiai) szemlélet
Célok és törekvések	Gazdasági növekedés, munkahelyteremtés	Gazdasági növekedés és fenntarthatóság	Fenntarthatóság, biodiverzitás, ökoszisztémák megőrzése, talajromlás elkerülése
Értékteremtés	Biotechnológia alkalmazása, kutatás és technológia kereskedelmi bevezetése	Biológiai erőforrások konverziója és fejlesztése (folyamatorientált)	Integritásirányítási rendszerek és magas minőségű területi identitással bíró termékek fejlesztése
Az innováció hajtóereje és közvetítői	Kutatás-fejlesztés, szabadalmak, technológiaátadási hivatalok, kutatási tanácsok és alapkezelők (tudomány által vezérelt lineáris modell)	Interdiszciplináris, optimalizált földhasználat, marginális földterület bevonása bioüzemanyag-gyártásba, biomassza-alapú erőforrások használata és rendelkezésre állása, hulladékgazdálkodás, gépesítés, tudomány és piac	Kedvező organikus agroökológiai gyakorlatok azonosítása, etika, kockázat, transzdiszciplináris fenntarthatóság, ökológiai interakciók, hulladék újrafelhasználása (körforgásos és önfenntartó termelési mód)
Térbeliség	Globális klaszterek/ központi régiók	Vidéki/periferikus régiók	Vidéki/periferikus régiók

(Bugge et al., 2016 alapján)

A **biotechnológiai szemlélet** elsődleges céljai és törekvései a gazdasági növekedéshez és a munkahelyteremtéshez köthetők (Staffas et al., 2013). Habár a klímaváltozással és a környezeti szempontokkal kapcsolatosan is pozitív eredményeket várunk, de mivel a gazdasági növekedés az elmúlt időszakban egyértelműen prioritást kapott a fenntarthatósággal szemben, a biotechnológia alkalmazásához kapcsolódó visszajelzéseket többnyire figyelmen kívül hagyják (Richardson, 2012). Ehhez hasonlóan a kockázati és etikai aggodalmak is kevésbé játszanak fontos szerepet a gazdasági növekedéshez képest (Patermann–Aguilar, 2018).

Az értékteremtés számos szektor esetén a biotechnológia alkalmazásához, valamint a kutatás és a technológia kereskedelmi bevezetéséhez kapcsolódik. A biotechnológiai kutatással foglalkozó cégek fontos szerepet játszanak a biomassza-alapú gazdaság növekedésében (Morrison–Cornips, 2012). A kutatás molekuláris szinten játszódó folyamatokkal indul, ezután következik a gyártási folyamat, amely lehetővé teszi, hogy a biomasszát igen sokféle eladható termékbe alakítsuk át (Hansen, 2014). Az innovációs folyamatok általában tudományos kutatással kezdődnek, később termékfejlesztéssel, gyártással és marketinggel folytatódnak (Patermann–Aguilar, 2018). A biomassza-alapú gazdaságban az erőforráshiányt nem szükséges elemezni, mert a technológiai folyamat megoldja ezt a kérdést (Staffas et al., 2013). A hulladék kérdése sem játszik kulcsszerepet, mivel a biotechnológiai gyártási folyamatok nem vagy alig termelnek hulladékot. A biotechnológia segítségével az organikus hulladék új végtermékké alakul át (Richardson, 2012). A szerteágazó alkalmazási lehetőség a hagyományos iparágak közötti határok elmosódásához vezet, ha a technológiák kereskedelmi bevezetésre kerülnek.

Mivel itt a kutatás a kulcs tényező, a kutatásokat finanszírozó befektetők biztosítják, hogy a biomassza-alapú gazdaság valósággá váljon, habár felmerül a kutatás irányításának kérdése, például az irányelvek várható alakulása (Aguilar et al., 2013). A biotechnológia alkalmazása globálisan kevés régióra koncentrálódik, ahol a gyógyszeripari vállalatok, kis méretű biotechnológiai vállalatok és a kockázati tőke jönnek szóba (Popp et al., 2021), ugyanakkor a biotechnológiai kutatással foglalkozó régiók az átlagnál gyorsabban fejlődnek. A globális biotechnológiai centrumok fontos szerepet töltenek be a bioökonómiai innovációkban, de a globális versenyben központi téma lesz az innováció irányítása (Aguilar et al., 2013).

A **biológiai erőforrások szemlélet** a gazdasági növekedéshez és fenntarthatósághoz kapcsolódik (Levidow et al., 2013). A gazdasági növekedés a biotechnológiai vízióban a biotechnológia tökéscítéséből ered, a biológiai erőforrás szemléletben pedig a biológiai erőforrások tökéscítéséből származik. Általában azt feltételezik, hogy ez a folyamat a környezeti fenntarthatóságot pozitívan érinti, de a fő hangsúlyt inkább az új biomassza-alapú termékek technológiai fejlesztésére helyezik és kevésbé a környezetvédelemre. Paradox módon a biomassza-alapú gazdaság

klimaváltozásra gyakorolt hatásait kevésbé vizsgálják, így a fenntarthatóság viszonylag kevés figyelmet kap. Ez abból is kiderül, hogy a fenntarthatósági szempontok alig szerepelnek a biomassza-alapú gazdaságról szóló irányelvekben, pedig a kutatók gyakran elemzik a fenntarthatóság pozitív hozadékát. Swinda F. Pfau és szerzőtársai (2014) azt állítják, hogy a biomassza-alapú gazdaság standard felépítésével kapcsolatos folyamatok és eljárások fontosabb szerepet játszanak, mint a fenntartható fejlődés várható eredménye. A biomassza-alapú gazdaságról szóló párbeszéd gyakorlatilag ahhoz vezethet, hogy kevesebb hangsúlyt kapnak bizonyos kérdések, mint például az erdők eltűnése vagy a biológiai diverzitás csökkenése (Bugge et al., 2016).

A biológiai erőforrások használatában a hulladékkezelés is kiemelt szerepet kap. Az értéklánc folyamatában egyrészt, minimális organikus hulladék előállítására törekednek, másrészt, a hulladékgyártás – nem kerülhető ki teljesen – fontos *input*ot jelent a megújuló energiatermelés számára (European Commission, 2018). A biomassza feldolgozásában a kaszkádok kialakításával (anyag- és energia-körforgás) igyekeznek maximalizálni a biomassza-felhasználás hatékonyságát. Továbbá, érvként szerepel még, hogy a hulladék feldolgozásával termelt trágya kulcstényező az ipari bioüzemanyag-gyártáshoz (Aguilar et al., 2013). A biológiai erőforrás vízióban a talaj termelékenységének növelése jelentős hajtóerőt jelent, ehhez hasonló ösztönzést ad a degradált, kedvezőtlen tulajdonságú talajokon a bioüzemanyag célú nyersanyagok előállítása (Levidow et al., 2013). Gyakran szóba kerül a földhasználat-változás kérdése is, ha művelési ágak közötti váltásról van szó, például ilyen az erdő vagy gyepek művelési ág mezőgazdasági művelési ágba történő átsorolása. Továbbá a biológiai erőforrásokkal kapcsolatos elemzések alig érintik a környezet és a felhasznált termelési inputok (víz, műtrágya és növényvédő szer) közötti kapcsolatokat (Staffas et al., 2013). A kutatási és innovációs törekvések gyakran eltérő kompetenciájú szereplők közötti együttműködést igényelnek, de több hangsúlyt célszerű fektetni a problémás kérdések, például a vásárlói preferenciák kutatására (Levidow et al., 2013). Az innováció is igényli a szektorok közötti együttműködést, például az erdészetnél ez kiemelt szempont.

A biológiai erőforrás szemlélet a térszerkezetben jelentős potenciált képvisel a vidéki régiók fejlődésének elősegítésében. Az új bioalapú termékek előállítása pozitívan befolyásolja majd a vidéki térségek foglalkoztatottságát, mivel a természeti erőforrások helyhez kötött tényezők (Aguilar et al., 2013). A biológiai erőforrás lehetőséget ad a vidék felvirágoztatására és magas minőségű hozzáadott értékű termékek gyártására (Horlings–Marsden, 2014). Ehhez külső tudást és ismeretet is be kell vonni, mert a helyi kompetenciák elsősorban a biológiai erőforrások művelésére és feldolgozására alkalmasak (Levidow et al., 2013).

Összefoglalva, elmondható, hogy a biológiai erőforrás vízióban az értékteremtést előmozdító innovációs hajtóerő a biotechnológiai víziónál kevésbé tekinthető

lineáris szemléletűnek, mivel itt a szektorok közötti együttműködés és a vásárlókkal való interakció fontosabb szerepet játszik.

A *biomassza-alapú ökológiai (bioökológiai) szemlélet* célja és törekvése többnyire a fenntarthatósággal függ össze. Míg a biotechnológiai és a biológiai erőforrás szemléletben a gazdasági növekedés és a munkahelyteremtés a fő szempont, a bioökológiai vízióban ezek másodlagos szerepet játszanak a fenntarthatósági kérdésekhez képest (Levidow et al., 2013). A biomassza-alapú gazdaság irodalma kritikus hangvételt is tartalmaz, mivel a biotechnológia és a biológiai erőforrás szemléletekben a gazdasági növekedés és a piaci bevezetés központi téma.

A bioökológiai vízió az értékteremtés középpontjába a biodiverzitás növekedésének elősegítését, az ökoszisztémák megőrzését, az ökoszisztéma szolgáltatások nyújtásának elterjedését és a talajdegradáció megelőzését helyezi. A biohulladékból előállított energia csak az értéklánc végén jelenik meg az újrafelhasználás és az újrahasználat során. A végső cél a háztartási és városi hulladék minimalizálása és a külső inputok megszüntetése a bioalapú termékgyártásban (Levidow et al., 2013). Ez a vízió körforgásos és önfenntartó termelési módot szemléltet. A bioökológiai szemlélet a kedvező organikus bioökológiai gyakorlatokat (Siegmeyer–Möller, 2013), valamint a hulladék újrafelhasználásával, újrahasználatával és a talajhasználat hatékonyságával kapcsolatos ökológiai kölcsönhatásokat hangsúlyozza.

A bioökológia gyakorlatilag kizárja az egyes technológiákat, mint például a genetikailag módosított szervezeteket, pedig a kutatási és innovációs tevékenységeket fontosnak tartja. Albrecht és munkatársai (2012) nagyobb hangsúlyt helyeznek a transzdiszciplináris fenntarthatóságra, például a fenntartható biomassza feldolgozásának lehetőségeire, a globális, tisztességes (fair) kereskedelemre és az átalakulási folyamatban érdekelt felek körének bővítésére. Szükség van olyan kutatásokra is, amelyek globálisan vizsgálják a biomassza-alapú gazdaságra vonatkozó víziók versengésének negatív következményeit (Hansen, 2014). A bioökológiai szemlélet a vidéki és periferikus régiók lehetőségeire kiemelt hangsúlyt fektet. A vidék gazdasági növekedésének, fejlődésének lehetőségét teremti meg a helyi, magas minőségű és hozzáadott értékű termékek előállítása (Levidow et al., 2013). Míg a biológiai erőforrás szemlélet a külső kapcsolatokra épít, a bioökológia szemlélet a helyi érdekeltségű vállalatokat tekinti mérvadónak a fenntartható biomassza-alapú gazdaság létrejöttéhez.

A bioökonómia három fejlődési típusát (bioökonómia I., bioökonómia II. és bioökonómia III.) különböztetjük meg (2. táblázat).

A bioökonómia I. típusa holisztikus megközelítést igényel, sokkal hosszabb időtartamot vesz igénybe, mint az az időszak, amelyre Joseph Schumpeter és más közgazdászok döntéshozatalukat alapozták (European Commission, 2018). A 'Prométheusz III-technológiák' fogalma nem kompatibilis a gazdasági ciklus

fogalmával, mivel nem tudjuk, vajon a Prométheusz III-forradalom egyáltalán megvalósul-e, és ha igen, mikor? Az Európai Bizottság (European Commission, 2018) szerint a jövő kiszámíthatatlan társadalmi-gazdasági szempontból, és a jövővel kapcsolatos bizonytalanság miatt a lehetséges elágazásoknak kell elsőbbséget adni. Ez az oka annak, hogy a bioökonómia I. típusa egy óvatos, körültekintő gazdaságnak tekinthető, amely magában foglalja az erőforrások megosztását a nemzedékek között és a saját generáción belül egyaránt (Vivien et al., 2019).

A bioökonómia II. típusa az 1970-es években tapasztalt gyógyszer- és vegyipari innováció lassulásának köszönhető, többek között azért, mert a fő gazdasági szereplők nem tudtak jelentős innovációt felmutatni – mint például a nejlón (nylon) feltalálása volt – új gazdasági ciklusok elindításához (Vivien et al., 2019). A bioökonómia II. típusa a Sabaheta Ramčilović-Suominen és Helga Pülzl (2018) által leírt gazdasági ciklusok ötletéhez kapcsolódik, ahol az optimális biotechnológia megjelenése indítja el az új innovációs és növekedési ciklust. Ez az oka annak, hogy a bioökonómia II. típusa egy „technológiavezérelt gazdaság”. A valószínűleg „ígéretgazdaságnak” is nevezhetjük: a bioökonómia II. típusa a termelési és ökológiai problémák megoldásának ígérete a géntechnológia segítségével elért technológiai áttöréseknek köszönhetően (Levidow et al., 2013).

2. táblázat. A bioökonómia típusai

	Bioökonómia I.	Bioökonómia II.	Bioökonómia III.
Meghatározása	A bioszférával kompatibilis ökológiai gazdaság	Az ipar által vezérelt tudásalapú gazdaság	Biomassza-alapú gazdaság
Természet-gazdaság kapcsolat	A bioszféra küzdelme az entrópia és a koevolúció ellen Gazdasági fejlődés a biológiai evolúcióval párhuzamosan	A sejt egy gyár A technológia képes kijavítani „Isten hibáit”	A biomassza helyettesíti a fosszilis tüzelőanyagokat és a bányászatot, hogy energiát és bioanyagokat termeljen
Tudomány, technológia és társadalom	Megatrendek „Prométheusz* technológiával” A Prométheusz III-technológia megjelenésétől függően körültekintő és megosztásos gazdaság	Az ötödik Kondratyjev-ciklus kilátásai a biotechnológia szerepének növekedésével A „technológiai tudományos ígéretgazdasága”	Biofinomítás az ökológiai átmenet közepontjában (többszintű perspektíva) A tanulás gazdasága
Fenntarthatóság	„Erős fenntarthatósági és nulla növekedési kilátás”	„Nagyon gyenge” fenntarthatósági megközelítés	„Gyenge fenntarthatósági” megközelítés

2. táblázat folytatása

	Bioökonómia I.	Bioökonómia II.	Bioökonómia III.
Kormányzás/ vezetés	Demokratikus megfontolás és ökológiai tervezés	A tudás áruba bocsátása A szellemi tulajdonjogok védelme	Küldetésorientált politika – <i>backcasting</i> jövőkutató módszer a bioökonómia kívánatos jövőjének meghatározására termékazonosítással és a gazdasági szereplők koordinálásával
Feszültségek és ellentmondások	Ellentétes szakértelem konkrét műszaki megoldások helyett A döntéshozó központok marginális társadalmi csoportjainak kritikája A nulla növekedés nem szerepel a döntéshozók napirendjén	Konfliktusok és verseny a szabadalmaztatásban, de a tudáshalmozás továbbra is probléma Hogyan lehet a biotechnológiai folyamatokat integrálni multitechnológiai termékekben? Hogyan lehet az áttörést a legjobb megoldásként fenntartani az alkalmazások minden területén? Társadalmi ellenállás a GMO-val szemben	Termékek vagy funkciók helyettesítése új termékekkel (vegyi anyagok és alapanyagok) Természeti erőforrásokra és termőföldre nehezedő nyomás

(Vivien et al., 2019 alapján)

* Megjegyzés: A Prometheus a SoundCloudon 2012-ben kifejlesztett nyílt forráskódú számítógépes figyelő és riasztó szoftver, azóta megjelent a Prometheus 1-es és 2-es verziója, sőt küszöbön áll a 3-as verzió megjelenése.

Nem világos azonban, hogy a tudományos és a technológiai forradalom hogyan csap át gazdasági és a társadalmi forradalomba.

Az Európai Bizottság által támogatott bioökonómia III. típusa egy biofinomításon alapuló, megújuló karbonmentesítési gazdaság, amely valamennyi biológiai eredetű erőforrás feldolgozását foglalja magában. Mivel ugyanazt a végterméket különféle alapanyag és technológia segítségével lehet előállítani, a bioökonómia III. típusa versenyt jelent a felhasznált alapanyagok, a feldolgozási technológia és előállított termékek között. A bizonytalanság és a verseny két módon befolyásolja a gazdasági szereplők stratégiáját. A cégek választhatják a *drop-in*/alacsony hozzáadott értékű stratégiát (az ún. „drop-in” eljárás enzimek és baktériumok alkalmazásával alakítja át a cukrot például kis szénatomszámú etanollá), vagy az innovatív megközelítésű stratégiát, amely új funkciókat kínál a biológiai forráson kívül: biológiai úton lebomló anyagok, hosszabb életciklus, jobb teljesítmény stb.

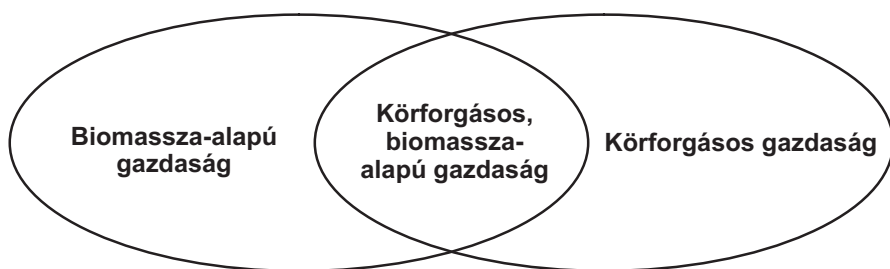
Továbbá, a bioökonómia II. típusától eltérően az új alapanyagok felhasználása a különböző tudások egyesítését igényli, biotechnológiai tudás mellett. Következésképpen a bioökonómia III. típusát a tudás gazdaságának is nevezhetjük. Ez a technológiai-gazdasági ismeretek iránt elkötelezett kísérleti és bemutató üzemek fejlesztésében nyilvánul meg.

Felmerül a kérdés, hogy vajon a bioökonómia típusai a gyenge kontra erős fenntarthatóságot képviselik-e (Vivien et al., 2019). Az bioökonómia I. típusa egyértelműen az „erős fenntarthatóságot” képviseli nagyon szigorú ökológiai korlátok között (Ramčilović-Suominen-Pülzl, 2018), kihangsúlyozva az újrafeldolgozási kapacitás korlátait (energia és anyag). A bioökonómia I. a nulla növekedéssel ellentétes megközelítést alkalmaz, a hosszú távú fejlődés helyett a hosszú távú túlélési stratégiát helyezi előtérbe, ezért körültekintő gazdaságnak nevezhetjük (Vivien et al., 2019). A bioökonómia II. típusa a „gyenge fenntarthatóság” képviselője. A természeti erőforrások intenzívebb használata a mezőgazdaságban felveti a természetes élőhelyek elvesztésének vagy pusztulásának problémáját. A bioökonómia III. típusánál a „zöld” növekedés opciójáról van szó, kevésbé radikális, mint a bioökonómia II. típusa, habár egyéb technológiák mellett a biotechnológiát is alkalmazza a biomassza feldolgozásánál. Ez azt jelenti, hogy a bioökonómia II. és III. típusa összeolvad. Ez a szövetség az agroökológiai gyakorlatokkal szemben „élettudományi iparnak” is nevezhető, megágyazva a bioökonómia III. típus kritikáinak (Levidow et al., 2013). Mindazonáltal a biomassza felhasználása olyan kérdéseket is felvet, mint a földhasználat-változás, az erdőirtás, az iparszerű termelés növekvő környezetszennyezése stb. (Ramčilović-Suominen-Pülzl, 2018). A nemzeti és európai stratégiák és cselekvési tervek érintik a körforgásos bioökonómia lehetőségeit, de elkerülik a körforgásos gazdaság fenntarthatósági kérdéseit (Levidow et al., 2013).

A bioökonómia I. típusa elősegíti a szabályozott körülmények közötti ökológiai tervezést. Ez ökológiai korlátot is jelent a vagyon méltányosabb elosztását célzó politikának. A hatodik kontinens világörökségi státuszt kapott, ahol a természeti erőforrások kiaknázása nem tiltott, de csak az emberiség érdekében történhet. Úgy tűnik, hogy az 1970-es években Nicholas Georgescu-Roegen (1975) komolyan fontolóra vette a környezeti mozgalmakkal való szövetség keresését bioökonómiai alapelveinek végrehajtása érdekében. Ez az oka annak, hogy a *Közgazdaságtan és az entrópia* című közleményét újra publikálták. Az ökológiai mozgalmak támogatják ajánlásait, miszerint a kereslet kerüljön előtérbe a kínálat helyett a fogyasztás csökkentése mellett. A biotechnológia által vezérelt új ipari forradalom áll a bioökonómia II. középpontjában, és az 1970-es évek óta intenzív intézményi támogatást élvez nemzeti és nemzetközi szinten egyaránt. Ugyanakkor a biotechnológiai forradalom jövőjét számos tudományos vita kíséri. Különösen Európában erős a társadalmi ellenállás a genetikailag módosított szervezetek előállításával és felhasználásával szemben (Levidow et al., 2013). A bioökonómia

III. gazdasági szereplőinek heterogén tudásbázissal és erős versenykörnyezettel kell megbirkózniuk. A vállalat és tudás összekapcsolásához kísérleti és bemutató üzemeket hoznak létre (Vivien et al., 2019).

A körforgásos és a biomassza-alapú gazdaság fogalma alapvetően különböző, de mégis kiegészítik egymást: mindkettő célja az erőforrás- és ökológiai hatékonyság javítása, a fosszilis tüzelőanyagok iránti kereslet csökkentése, az ÜHG- (üvegházhatású gázok) kibocsátás csökkentése, valamint a hulladék- és melléktermékáram növelése. A biomassza-alapú gazdaság a körforgásos gazdaság biológiai motorja, nem csak annak szerves része (Papadopoulou et al., 2018). A biomassza-alapú gazdaság és a körforgásos gazdaság keresztmetszete ábrázolja a 'körforgásos biomassza-alapú gazdaság' fogalmát (1. ábra).



1. ábra

A körforgásos, biomassza-alapú gazdaság magában foglalja: a biomassza-alapú termékeket, a megosztásos gazdaságot, az újrahasználatot, az újragyártást, az újrahasznosítást, a kaszkádhasznosítást, a szerves hulladékáram hasznosítását, az erőforráshatékony értékláncokat és az organikus újrahasznosítást, a tápanyagkörforgás biztosítását (European Commission, 2017).

A TKP2021-NKTA-32 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában, valamint a 132805 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a K_19 pályázati program finanszírozásában valósult meg.

IRODALOM

Aguilar, A. – Magnien, E. – Thomas, D. (2013): Thirty Years of European Biotechnology Programmes: From Biomolecular Engineering to the Bioeconomy. *New Biotechnology*, 30, 5, 410–425. DOI: 10.1016/j.nbt.2012.11.014, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871678412008710?via%3Dihub>

- Albrecht, S. – Gottschick, M. – Schorling, M. et al. (2012): Bio-Economy at a Crossroads. Way Forward to Sustainable Production and Consumption or Industrialization of Biomass? *GAIA- Ecological Perspectives for Science and Society*, 21, 1, 33–37. <https://tinyurl.com/45ke4p5a>
- Bugge, M. M. – Hansen, T. – Klitkou, A. (2016): What Is the Bioeconomy? A Review of the Literature. *Sustainability*, 8, 7, 691, 1–22. DOI: 10.3390/su8070691, <https://www.mdpi.com/2071-1050/8/7/691>
- European Commission (2017): *Review of the EU Bioeconomy Strategy and Its Action Plan. Expert Group Report*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, DOI: 10.2777/149467, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/e5685a20-c9c9-11e7-8e69-01aa-75ed71a1/language-en/>
- European Commission (2018): *A Sustainable Bioeconomy for Europe: Strengthening the Connection between Economy, Society and the Environment*. Updated Bioeconomy Strategy. Directorate-General for Research and Innovation. Unit F - Bioeconomy 1, 1–107. Brussels, Belgium: European Commission DOI: 10.2777/478385, https://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/ec_bioeconomy_strategy_2018.pdf#view=fit&pagemode=none
- Georgescu-Roegen, N. (1975): Energy and Economic Myths. *Southern Economic Journal*, 41, 3, 347–381. DOI: 10.2307/1056148, <https://www.uvm.edu/~jfarley/EEseminar/readings/eneregy%20myths.pdf>
- Hansen, J. (2014): The Danish Biofuel Debate: Coupling Scientific and Politico-Economic Claims. *Science as Culture*, 23, 1, 73–97. DOI: 10.1080/09505431.2013.808619, https://static-curis.ku.dk/portal/files/233587021/Hansen_Biofuels_SoC_May2013FINAL_.pdf
- Horlings, L. G. – Marsden, T. K. (2014): Exploring the ‘New Rural Paradigm’ in Europe: Eco-Economic Strategies as a Counterforce to the Global Competitiveness Agenda. *European Urban and Regional Studies*, 21, 1, 4–20. DOI: 10.1177/0969776412441934, <https://tinyurl.com/357nfdv>
- Levidow, L. – Birch, K. – Papaioannou, T. (2013): Divergent Paradigms of European Agrofood Innovation: The Knowledge-Based Bio-Economy (KBBE) as an R&D Agenda. *Science, Technology, & Human Values*, 38, 94–125. DOI: 10.1177/0162243912438143, <https://tinyurl.com/4z-5jr92m>
- Morrison, M. – Cornips, L. (2012): Exploring the Role of Dedicated Online Biotechnology News Providers in the Innovation Economy. *Science, Technology, & Human Values*, 37, 3, 262–285. DOI: 10.1177/016224391142058
- Papadopoulou, E. – Vaitas, K. – Fallas, I. et al. (2018): Bio-Economy in Greece: Current Trends and the Road Ahead. *The EuroBiotech Journal*, 2, 3, 137–145. DOI: 10.2478/ebtj-2018-0018, <https://sciendo.com/pdf/10.2478/ebtj-2018-0018>
- Patermann, C. – Aguilar, A. (2018): The Origins of the Bioeconomy in the European Union. *New Biotechnology*, 40, 20–24. DOI: 10.1016/j.nbt.2017.04.002, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871678416326371>
- Pfau, S. F. – Hagens, J. E. – Dankbaar, B. et al. (2014): Visions of Sustainability in Bioeconomy Research. *Sustainability*, 6, 3, 1222–1249. DOI: 10.3390/su6031222, <https://www.mdpi.com/2071-1050/6/3/1222>
- Popp J. – Kovács S. – Oláh J. et al. (2021): Bioeconomy: Biomass and Biomass-Based Energy Supply and Demand. *New Biotechnology*, 60, 76–84. DOI: 10.1016/j.nbt.2020.10.004, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871678420301825>
- Ramčilović–Suominen, S. – Pülzl, H. (2018): Sustainable Development – A ‘Selling Point’ of the Emerging EU Bioeconomy Policy Framework? *Journal of Cleaner Production*, 172, 4170–4180. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.157, <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201800266719>

- Richardson, B. (2012): From a Fossil-Fuel to a Biobased Economy: The Politics of Industrial Biotechnology. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 30, 2, 282–296. DOI: 10.1068/c10209, <http://wrap.warwick.ac.uk/48423/>
- Siegmeier, T. – Möller, D. (2013): Mapping Research at the Intersection of Organic Farming and Bioenergy. A Scientometric Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 197–204. DOI: 10.1016/j.rser.2013.04.025, <https://tinyurl.com/3ubdpf2v>
- Staffas, L. – Gustavsson, M. – McCormick, K. (2013): Strategies and Policies for the Bioeconomy and Bio-Based Economy: An Analysis of Official National Approaches. *Sustainability*, 5, 6, 2751–2769. DOI: 10.3390/su5062751, <https://www.mdpi.com/2071-1050/5/6/2751>
- Vásáry V. (2019): Biomassza alapú gazdaság Közép- és Kelet-Európában. *Multidiszciplináris kihívások – Sokszínű válaszok*, 1, 89–116. DOI: 10.33565/MKSV.2019.01.05, <https://ojs3.mtak.hu/index.php/mksv/article/view/2240>
- Vivien, F. D. – Nieddu, M. – Befort, N. et al. (2019): The Hijacking of the Bioeconomy. *Ecological Economics*, 159, 189–197. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2019.01.027, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800918308115>