

ÉLELMISZERIPARI MELLÉKTERMÉKEK ÉS HULLADÉKOK HASZNOSÍTÁSA AZ AGRÁRIUMBAN

Simon László

Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Agrártudományi és Környezetgazdálkodási Intézeti
Tanszék, 4400 Nyíregyháza, Sóstói út 31/b
simon.laszlo@nyc.hu

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.2.24>

Bevezetés

A Földön napjainkban már több, mint 8 milliárd ember él. Életfunkcióik fenntartásához folyamatosan különféle élelmiszereket kell fogyasztaniuk. Egy átlagembernek naponta 1,4 kilogramm élelmiszere van szüksége a vízen kívül. Becslések szerint a világon megtermelt élelmiszerek akár 30-45%-a is kárba vész; az élelmiszer-vesztés és -pazarlás mellett élelmiszer-hulladékok keletkeznek a háztartásokban, az élelmiszer-feldolgozás, élelmiszer-szolgáltatás, vendéglátás, közétkeztetés, valamint az élelmiszerek nagy- és kiskereskedelme során. Napjainkra mindez gazdasági, környezetvédelmi és élelmiszer-biztonsági problémává vált, és szociális, politikai, globális feszültséget okozhat 2050-re, amikor már 9 milliárd ember táplálását kell biztosítani (Simon 2023; NEBIH, 2019).

Az élelmiszeripar feladata az emberi fogyasztásra alkalmas termékek – élelmiszerek – előállítása. A feldolgozási műveletek során az élelmiszerek, mint főtermékek mellett, a legtöbb technológia esetén olyan anyagok is keletkeznek, amelyek összetevőik miatt emberi fogyasztásra közvetlenül már nem alkalmasak. Az ilyen anyagok – első megközelítésben – élelmiszeripari hulladékok, mivel a megváltozott fizikai, kémiai tulajdonságaik miatt az adott technológiában szükségtelenné, feleslegessé váltak, ezért onnan való eltávolításuk szükséges. Az eltávolításra kerülő anyagok jelentős része azonban közvetlenül hasznosítható vagy értékesíthető, illetve más technológiáknál kiindulási vagy alapanyagként, valamint energiahordozóként felhasználható (Simon 2023).

Az élelmiszeripari melléktermékek és szerves hulladékok a körkörös gazdaság meghatározó erőforrásai, mivel lehetővé teszik a tápanyagok és a szerves anyagok visszaforgatását az agártermelési rendszerbe. Komposztálással, anaerob fermentációval vagy közvetlen talajhasznosítással értékes talajjavító anyagokká és szerves trágyává alakíthatók, ezáltal csökkentik a hulladékképződést, mérséklék a műtrágya-felhasználást és javítják a talaj termékenységét. Hasznosításuk hozzájárul az erőforrás-hatékonyság növeléséhez, az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentéséhez, valamint a fenntartható és klímataudatos mezőgazdasági termelés megvalósításához (Esposito et al., 2020; Ligarda-Samanez et al., 2025; Wang et al., 2025).

Alapfogalmak

Hulladék: Az Európai Unió hulladékokra vonatkozó definíciója szerint hulladék minden „olyan anyag vagy tárgy, amelyről birtokosa megválnak, megválni szándékozik vagy megválni köteles”, és ebbe a körbe sorolja az élelmiszer-hulladékot is (2012. évi CLXXXV. törvény, Simon, 2023).

Élelmiszer-hulladék: A hulladékról szóló 2012. évi CLXXXV. törvény, illetve a 2021. évi II. törvény szerint élelmiszer-hulladék minden olyan, a 178/2002/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet 2. cikke szerinti élelmiszer, amely hulladékká vált. Élelmiszer-hulladék az élelmiszerek előállítása és feldolgozása során a gyárakban, raktárakban, éttermekben, egyéb vendéglátóipari vagy kereskedelmi egységekben, valamint a háztartásokban keletkező, emberi fogyasztásra vagy további feldolgozásra alkalmatlan anyag, illetve a romlott, lejárt minőségmegőrzési időtartamú élelmiszer. Az 1. ábrán konzervipari gyártási hulladékot és konyhai élelmiszer-hulladékot mutatunk be.



1. ábra. Konzervipari gyártási hulladék és konyhai élelmiszer-hulladék (fotó: Dr. Simon László)

Biohulladék: A biohulladék a biológiailag lebomló, parkokból származó vagy kerti hulladék, háztartásokban, éttermekben, étkeztetőkben és kiskereskedelmi tevékenységet folytató létesítményekben képződő élelmiszer- és konyhai hulladék, valamint az ezekhez hasonló, élelmiszer-feldolgozó üzemekben képződő hulladék (2021. évi II. törvény; Simon, 2023).

Melléktermék: Valamely anyagot vagy tárgyat, amely olyan előállítási folyamat során képződik, amelynek elsődleges célja nem az ilyen anyag vagy tárgy előállítása, mellékterméknek lehet tekinteni, amennyiben további felhasználása biztosított (Simon, 2023).

Élelmiszeripari melléktermék: A kiindulási élelmiszeripari technológia szempontjából a főtermék mellett keletkező, keletkezési formájában hasznosítható, értékesíthető anyag az élelmiszeripari melléktermék. Ehhez kapcsolódó fogalom a másodnyersanyag, másodlagos energiahordozó kifejezés, amelybe a más technológiákban nyersanyagként, energiahordozóként felhasználható élelmiszeripari anyagok tartoznak (Simon, 2023). A 2. ábrán élelmiszeripari melléktermékeket mutatunk be.



2. ábra. Élelmiszeripari melléktermékek: búzakorpa (<https://biobolt.eu>), kilúgozott cukorrépa-szelet (<https://thehorse.com>), almahéj (<https://www.thetakeout.com/1759074/turn-apple-peels-into-crunchy-chips/>)

Élelmiszeripari melléktermékek és hulladékok hasznosítása

Az élelmiszeripar és a termékfeldolgozás jelentős hulladékkibocsátók lehetnek. A gyümölcs- és zöldségfeldolgozás, a növényolaj-előállítás, az erjesztés (szeszleparlás, sör- és borkészítés), illetve a tej-, hús- és halfeldolgozás során világszerte nagy mennyiségben keletkeznek élelmiszeripari melléktermékek és hulladékok. A szilárd melléktermék és hulladékok (pl. gyümölcs-, zöldség-, gabonamag-, olajosmag-, cukornád-, cukorrépa-, hús- és halmaradványok) mellett jelentős volument képviselnek a folyékonyak, pl. a cukorgyártás során keletkező melasz,

a húsfeldolgozás során keletkező vér és a tejfeldolgozás során keletkező savó (3. ábra), valamint a nagy szervesanyag-tartalmú élelmiszeripari szennyvizek (Arvanitoyannis, 2008; Simon, 2023).



3. ábra. Sörtörköly (<https://casperfeed.hu>), melasz (<http://hu.wikipedia.org/>), tejsavó (www.wisegeek.com)

A *hulladékhasznosítás* olyan tevékenység, mely révén a termelés és egyéb tevékenységek során keletkező melléktermékeket, hulladékokat, közvetlenül vagy közvetve a felhasználó igényeinek megfelelő terméké alakítják. A hasznosításkor az élelmiszeripari melléktermék/hulladék nyersanyagként, energiahordozóként vagy félkész- és késztermékként kerül vissza a termelési folyamatba, vagy kerül közvetlenül felhasználásra (Simon, 2023).

Az élelmiszeripari melléktermékeket (hulladékokat) a következő jellemző eljárásokkal hasznosíthatjuk:

1. Az *értékesíthető termék előállítása* során a mellékterméket kisebb átalakítással, egyszerű fizikai vagy biokémiai műveletekkel értékesíthető terméké alakítják át. A sajtészítés során keletkező savót (3. ábra) pl. szűrés, koncentrálás és szárítás után tejsavófehérje porrá vagy izolátummá (WPC, WPI) (4. ábra), sporttáplálékokká, fehérjeszeletekké alakítják át. Az alma- (4. ábra) vagy citrustörkölyből extrakcióval (kivonással) pektint (4. ábra) állítanak elő, mely zselésítőanyag lekvárokhoz; a malomipari korpából őrléssel, tisztítással, esetleg hőkezeléssel rostokban gazdag élelmiszer-adalékanyagot, müzliket, diétás termékeket készítenek (Arvanitoyannis, 2008; Simon, 2023).



4. ábra. Tejfehérje koncentrátum (<https://fdcm.eu>), almatörköly (http://www.pixwordsmegoldasok.info/megoldasok/almatorkoly#google_vignette), pektin (<https://hu.wikipedia.org/wiki/Pektin>; <https://shoppy.hu>)

2. A *mezőgazdasági célú hasznosítás*, során az élelmiszeripari melléktermékekben jelen lévő – gyakran még jelentős mennyiségű – fehérje-, szénhidrát-, vitamin- és ásványianyag-tartalmat nyerik ki különféle eljárásokkal. A mezőgazdasági hasznosításon belül 2 fő csoportot lehet megkülönböztetni:

- a *takarmányozás* során a melléktermékben lévő anyagokat a haszonállatok táplálására (5. ábra) használják fel,
- a *komposztálás* (6. ábra) vagy *trágyázás* révén a melléktermékben/hulladékban lévő anyagok a talajerő- gazdálkodásban hasznosulnak (Simon, 2023).



5. ábra. Napraforgó olajpogácsa pellet (fehérjedús takarmány) (forrás: DepositPhotos), csontliszt (Ca és P forrás takarmányokban) (<https://www.zooplus.hu>)



6. ábra. Élelmiszeripari hulladékok komposztálása (forrás: <https://www.impulzivmagazin.hu/komposztalas/>)

3. Az ipari nyersanyagként történő hasznosítás során az élelmiszeripari melléktermékekben/hulladékokban lévő értékes anyagok (pl. antioxidánsok, diétás rostok, pektin, aromák, szerves savak, stb.) kinyerhetők és emberi táplálkozásra alkalmas termékekké alakíthatók (Arvanitoyannis, 2008; Simon, 2023).

A zöldségek és gyümölcsök feldolgozása során keletkező melléktermékekből és hulladékokból (szár, levél, mag, préselési, szűrési melléktermékek) pektin (4. ábra), színező- és aromaanyagok, savak, magolajok nyerhetők ki. A kukoricacsutka rostjaiból almasav segítségével, illetve különböző baktériumkultúrák fermentálásával xilitol édesítőszert (cukoralkoholt) lehet előállítani. A szójaolajból vagy finomítatlan napraforgó olajból lecitint (7. ábra) állítanak elő élelmiszeripari és gyógyszerészeti célokra. Élelmiszerekben emulgeálószerként és stabilizálószerként (E322) használják (margarin, húsipari, sütőipari termékek, csokoládé). Tejipari savóból (3. ábra) tejsavat állítanak elő, amit műanyagokhoz (bioműanyag) használnak fel. A zselatint (7. ábra) sertésbőrből, sertés- és szarvasmarha-csontokból, halakból gyártják. Az élelmiszerekben zselésítőanyagként (E441) használják. A szőlőtörkölyből, illetve borseprőből (7. ábra) etil-alkohol, illetve borkő (7. ábra) nyerhető ki. A borkősavat (E334) az élelmiszeriparban savanyítószerként és savanyúságot szabályozó anyagként használják (Arvanitoyannis, 2008; Simon, 2023).





7. ábra. Lecitin (<https://www.lecithinsoya.com>), zselatin (Simon, 2023), szőlőtörköly, borseprő, borkő (<http://www.dailymail.co.uk>; <http://en.wikipedia.org>)

4. Az *energetikai célú hasznosítás* során a hulladék energiatartalmát kinyerik, illetve az élelmiszeripari hulladékot olyan anyaggá dolgozzák fel, amelyet üzemanyagként (pl. bioalkohol, biodízel), illetve tüzelőanyagként (pl. biogáz) használnak. Cukoripari melléktermékből (melasz) bioetanol állítható elő. Használt sütőolajból biodízel (8. ábra) készíthető elő. Élelmiszeripari hulladékokból (pl. savóból, zöldségmaradékokból) anaerob lebontással biogáz (metán) állítható elő. Növényi vagy állati eredetű biomasszából hevítéssel oxigénszegény közegben (pirolízissel) bioszén (8. ábra) + éghető gázok + bioolaj keletkezik. A bioszént talajjavítószerként alkalmazzák. Száraz növényi hulladékokat (pl. héjak, maghéjak, ld. 8. ábra) kazánokban elégetve hőenergia (pl. gőz) keletkezik. Fenti eljárások során a hulladékok szerves anyagainak energiatartalma hasznosul (Ahmed & Gupta, 2010; Simon, 2023).



8. ábra. Használt sütőolajból biodízel (<https://www.tradekorea.com>), bioszén (<http://refertil.info>), napraforgóhéj égetése egy biodízel üzemben (fotó: Dr. Simon László)

Az élelmiszeripari ágazatokban keletkező melléktermékek és hulladékok hasznosítási eljárásait az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat. Az élelmiszeripari ágazatokban keletkező melléktermékek és hulladékok hasznosítási eljárásai (Kónya, 1999 nyomán Simon, 2023 módosításaival).

Élelmiszeripari ágazat	Jellemző melléktermék/ hulladék	Alkalmazott hasznosítási eljárás			
		Mezőgazdasági		Ipari	Energetikai
		Talajerő- gazdálkodás	Takarmányozás		
Tartósítóipar (konzervipar, hűtőipar, szárítóipar)	zöldség- és gyümölcs maradványok	+	++	++	-
Malomipar	korpa, csíra, takarmányliszt, hántolóipar melléktermékei ^a	-	+++	+	+ ^a
Növényolaj-ipar	extrahált szója (napraforgó) dara ^b , napraforgó héj ^c	-	+++ ^b	+ ^c	++ ^c
Cukoripar	cukorgyári méziszap ^d , kilúgozott cukorrépa-szelet ^e , melasz ^f	+ ^d	++ ^{ef}	++ ^f	+ ^c
Szeszipar	vínasz ^g , cefremoslék ^h , szőlő- és gyümölcstörköly ⁱ , szeszélesztő ^j	+ ^g	++ ^{ghij}	++ ^{hi}	+
Söripar	sörtörköly ^k , sörélesztő ^l	-	+ ^{ki}	-	+ ^k
Baromfi- és húsipar	vér, csont, pata, szarv, toll, szőr, hús, zsír, belsőség, stb.	+	++ [*]	+	+
Tejipar	író, savó	-	+	++	-

*korlátozásokkal hasznosítható

Élelmiszeripari melléktermékek és hulladékok mezőgazdasági célú hasznosítása

Az élelmiszeripari melléktermékek és hulladékok mezőgazdasági célra elsősorban *takarmányozásra*, illetve *komposztálással* vagy *trágyázással* talajerő-utánpótlásra hasznosíthatók (Alexa et al., 2003; Kónya, 2013; Simon, 2023).

Takarmányozás

A konzerviparban, illetve a hűtő- és szárítóiparban a zöldségek és gyümölcsök feldolgozása közben sok olyan melléktermék, illetve hulladék (pl. szár, levél, mag, héj, feldolgozás során keletkező zöldség- és gyümölcsmaradványok, préselés után visszamaradt törköly: 9. ábra) keletkezik, melyek a haszonállatok takarmányozására közvetlenül, vagy kisebb átalakítással (pl. szárítás, darálás, erjesztés után) jól hasznosíthatók (Simon, 2023).

A növényolaj-iparban jelentős mennyiségű olyan melléktermék (maghéj, présfogácsa, extrahált dara: 9. ábra, szűrési maradék) keletkezik, melyből nagy energiatartalmú tápok készíthetők (Simon, 2023).

A malomiparban és hántolóiparban keletkező legtöbb melléktermék/hulladék (búzakorpa, búzacsíra, búzatakarmányliszt: 9. ábra) nagy keményítő- (és fehérje-) tartalma miatt elsősorban takarmányozásra használható fel (Simon, 2023).



9. ábra. Takarmányozásra alkalmas élelmiszeripari melléktermékek (fotók: Dr. Simon László)

A fontosabb állati eredetű keveréktakarmány-alapanyagok a következők: húsliszt (10. ábra), vérliszt, csontliszt, toll-liszt, extrahált tepertőliszt, takarmányzsír, halliszt, tejpor, savó, író (Hegedűs et al., 1998). Egy részük (pl. kérődzők húslisztjei) csak korlátozással hasznosíthatók (Simon, 2023).



10. ábra. Húsliszt (<https://mokka.hu/node/190>)

Komposztálás, talajerő-utánpótlás

Az élelmiszeripari melléktermékek és hulladékok azon részéből, melyekből nem lehet sem értékes ipari felhasználásra alkalmas anyagot nyerni, sem a takarmányozásban felhasználni, de szervesanyag-tartalmuk viszonylag nagy, közvetlenül azonban trágyaként nem kerülhetnek kihelyezésre mezőgazdasági művelésű területekre, *komposztot* készítenek (Alexa et al., 2003; Simon, 2023), (pl. húsfeldolgozó üzemek, vágóhidak szennyvíztisztítóiból származó iszapokból, zsírokból, állati melléktermékek feldolgozása során keletkező anyagokból, ld. 11. ábra).



11. ábra. Komposzt készítése élelmiszeripari melléktermékekből és hulladékokból

(fotó: Dr. Simon László)

A nagy szervesanyag-tartalmú anyagok *trágyaként* történő hasznosítása, az anyagok talajerő-pótlásra való felhasználása az élelmiszeripari melléktermékek és hulladékok esetében is régóta alkalmazott módszer (Simon, 2023). Az erre alkalmas melléktermékek és hulladékok felhasználásával (illetve a belőlük készült komposztok talajba juttatásával) a talaj szerves és szervesetlen tápanyag-tartalmának egy része kerül visszapótlásra, elősegítve az adott területre telepített növényzet fejlődését, tápanyaggal való ellátását (11. és 12. ábra).



12. ábra. Vinasz talajra permetezése (<https://mokka.hu/node/190>)

Az élelmiszeripari melléktermékek és hulladékok talajerő-gazdálkodásban való felhasználása kis ráfordítással, gazdaságosan valósítható meg.

Felhasználásuk előnyei (Simon, 2023):

- nő a talaj szervesanyag-tartalma és mikrobiológiai aktivitása,
- javul a talajok szerkezete, ezzel a víz-, levegő- és hőgazdálkodása,

- csökken a műtrágya-felhasználás, mivel javul a természetes tápanyag-feltáródás,
- csökken a talajművelés energiaigénye.

Összefoglalás

A körforgásos gazdaság térnyerésével egyre nagyobb jelentősége van napjainkban az élelmiszeriparban keletkező melléktermékek és hulladékok fenntartható hasznosításának. A tanulmány áttekinti az élelmiszeripari melléktermékek és hulladékok értékesíthető termékké történő átalakítását, ipari nyersanyagként történő hasznosítását, és az energetikai célú hasznosítását. Ismerteti a mezőgazdasági hasznosítás főbb irányait, különös tekintettel a komposztálásra és a talajerő-utánpótlásban betöltött szerepükre. Bemutatja, hogy a megfelelően kezelt szerves melléktermékek hozzájárulnak a talaj szervesanyag-készletének növeléséhez, a tápanyagok körforgásának fenntartásához, valamint a műtrágya-felhasználás és a hulladékképződés csökkentéséhez. A közlemény rámutat arra, hogy az élelmiszeripari melléktermékek és egyes hulladékok értéknövelt hasznosítása egyszerre szolgálja a környezetvédelmi, gazdasági és agronómiai célokat, ezáltal támogatva a fenntartható és erőforrás-hatékony mezőgazdasági termelést.

Kulcsszavak: élelmiszeripari melléktermékek és hulladékok, mezőgazdasági célú hasznosítás, komposztálás, talajerő-utánpótlás, energetikai célú hasznosítás

Irodalom

- Ahmed, I., Gupta, A.K. (2010). Pyrolysis and gasification of food waste: Syngas characteristics and char gasification kinetics. *Applied Energy* 87, 101-108. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.08.032>
- Alexa L., Dér S., Hartman M. (2003). A szerves anyagok komposztálása és a komposztok felhasználása. In: Ángyán J. Tardy, J., Vajnáné Madarassy, A. (szerk.), 2003. Védett és érzékeny természeti területek mezőgazdálkodásának alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest. ISBN: 978-963-286-484-6.
- Arvanitoyannis, I. S. (2008). *Waste Management for the Food Industries*. Academic Press, Amsterdam. ISBN: 978-0-12-373654-3 <https://doi.org/10.1016/B978-012373654-3.50004-3>
- Esposito, B., Sessa, M. R., Sica, D., & Malandrino, O. (2020). Towards circular economy in the agri-food sector: A systematic literature review. *Sustainability*, 12(18), 7401. <https://doi.org/10.3390/su12187401>
- Hegedűs M., Schmidt J., Rafai P. (1998). Állati eredetű melléktermékek hasznosítása. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Kónya K. (1999). Élelmiszeripari hulladékok gyűjtése, ártalmatlanítása, hasznosítása. Phare Program HU-94.05. Szarvas (jegyzet).
- Ligarda-Samanez, C. A., Huamán-Carrión, M.L., Calsina-Ponce, W.C. et al. (2025). Technological innovations and circular economy in the valorization of agri-food by-products: advances, challenges and perspectives. *Foods*, 14(11), 1950. <https://doi.org/10.3390/foods14111950>
- NÉBIH (2019). Útmutató az élelmiszer-hulladékok keletkezésének megelőzéséhez. Élelmiszeripar. Szerk.: A Maradék nélkül program Élelmiszeripar munkacsoportja. (https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/1218772/maradeknelkul_utmutato_ELELMISZERIPAR_webes.pdf/580e6f4d-b9b9-4756-02ce-0481970c3e05)
- Simon L. (szerk.). (2023). Élelmiszeripari melléktermékek és hulladékok. Szaktudás Kiadó, Budapest. ISBN 978-963-575-109-9. <https://szaktudas.hu/webshop/732-elelmiszeripari-mellektermek-es-hulladekok>
- Wang, Y., Ying, H., Stefanovski, D. et al. (2025). Food waste used as a resource can reduce climate and resource burdens in agrifood systems. *Nature Food*, 478–490. <https://doi.org/10.1038/s43016-025-01140-z>

Törvények, rendeletek

178/2002/EK rendelet (2002. január 28. Európai Parlament és a Tanács) az élelmiszerjog általános elveiről és követelményeiről, az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság létrehozásáról és az élelmiszerbiztonságra vonatkozó eljárások megállapításáról.

2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról

2021. évi II. törvény (2021. február 25.) egyes energetikai és hulladékgazdálkodási tárgyú törvények módosításáról (19. A hulladékról szóló 2012. évi CLXXXV. törvény módosítása)

Utilisation of Food Industry By-products and Waste in Agriculture

László Simon

University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences
H-4400 Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.
simon.laszlo@nye.hu

Summary

With the rise of the circular economy, the sustainable utilisation of by-products and waste generated in the food industry is becoming increasingly important. The study reviews the transformation of food industry by-products and waste into marketable products, their utilisation as industrial raw materials, and their utilisation for energy purposes. It describes the main directions of agricultural utilisation, with particular attention to composting and the role of food industry by-products and waste in soil nutrient management. It demonstrates that properly managed organic by-products increase soil organic matter, maintain nutrient cycling, and reduce fertiliser use and waste generation. This paper points out that the value-added utilisation of food industry by-products and certain wastes simultaneously serves environmental, economic and agronomic goals, thereby supporting sustainable and resource-efficient agricultural production.

Keywords: food industry by-products and waste, agricultural utilisation, composting, soil fertility improvement, energy recovery