

Interreg VI-A Szlovénia-Magyarország Program

In2Local – SIHU00007

In2Local című projekt keretében

**Tananyag a tejtermékeket előállító
élelmiszertermelők, feldolgozók
számára a termelői és feldolgozó folyamatok
körforgásos gazdaságra való átállásának
támogatására**



Készült a Vas Vármegyei Önkormányzati Hivatal (Cím: 9700 Szombathely, Berzsenyi D. tér 1.) megbízásából a MATE Körforgásos Gazdaságelemző Központjában

2024.11.15.

Tartalomjegyzék

1	Bevezetés	2
1.1	A körforgásos gazdaság	2
1.2	A körforgásos gazdaság alapelvei	3
1.3	A körforgásos gazdasági modell előnyei	3
1.4	A körforgásos gazdaság eszköztára (stratégies)	5
1.5	A körforgásos gazdaság agrár megközelítésben	6
1.6	A körforgásos gazdaság az élelmiszeriparban	8
2	A terület adottságai	10
2.1	Pomurje régió	10
2.2	A Vendvidék és az Órség	11
3	A tejtermék előállítás folyamatainak energia és anyagáramlása	13
3.1	A tejtermékek előállításának energia felhasználása	13
3.2	A tejipar melléktermékei és hulladéakai	15
4	Hulladékcsökkentési lehetőségek a tejiparban	16
4.1	A háztartási élelmiszerpazarlás visszaszorítása	16
4.2	A tejipar melléktermékeinek hasznosításának áttekintése	17
4.2.1	Tejsavó	17
4.2.2	tejpermeátum	18
4.2.3	író	18
4.3	A tejipar melléktermékeinek hasznosítása állat takarmányozásra	19
4.4	A tejipar melléktermékeinek hasznosítása egyéb iparágakban	19
4.5	Csomagolási hulladékok csökkentése, szennyezett csomagolás hasznosítása	20
5	A tejipari hulladékok energetikai hasznosítása	21
6	Esettanulmányok	22
6.1	Life DOP: Körforgásban a parmezánsajt	22
6.2	LIFE TTGG: A zöld közbeszerzési rendszerek fejlesztése a parmezán sajt segítségével	24
6.4	Valorcraft: A tejipar által termelt tejsavó teljes körű felhasználása	25
6.5	Tejipari szennyvíz flotációs előtisztítása	27
6.6	NEWTRIENTS: Tejipari szennyvizen nevelt békalencse felhasználása takarmányozásra	28
7	Összefoglalás	29
8	Felhasznált irodalom	30
9	Mellékletek	32
9.1	Ábrajegyzék	32
9.2	Táblázatok	32
9.3	Közelgő szakmai rendezvény	33
9.4	D.1.1.2. A bevált gyakorlatok, lehetőségek és ismeretek gyűjteménye c. dokumentumban beazonosított helyi tejipari termelők	34

1 Bevezetés

1.1 A körforgásos gazdaság

Az EUR-Lex uniós jogi adatbázisának szójegyzéke szerint egy körforgásos gazdaság olyan rendszerként működik, amely arra törekszik, hogy a termékek, anyagok és erőforrások értékét a gazdaságban a lehető legtovább megőrizze, miközben minimalizálja a hulladék keletkezését. Ez azt jelenti, hogy a termékeket újrahasznosítják, javítják, újragyártják vagy újrafeldolgozzák.

A körforgásos gazdasághoz kapcsolódó intézkedések támogatják az EU számos más kiemelt célját is, például a zöld helyreállítást, az éghajlatváltozás hatásainak mérséklését, az energiamegtakarítást, a biológiai sokféleség megőrzését és a fenntartható fejlődésért folytatott globális törekvéseket. 2015-ben az Európai Bizottság elfogadott egy átfogó cselekvési tervet a körforgásos gazdaság megvalósítására. A terv 54 olyan intézkedést tartalmazott, amelyek célja az EU gyorsabb áttérése egy körforgásos gazdaságra. Ezek az intézkedések mind megvalósultak. Az EU hulladékgazdálkodásra vonatkozó, 2018-ban hatályba lépett felülvizsgált jogszabályai között világos újrahasznosítási célkitűzések és egy modern hulladékgazdálkodásra vonatkozó hosszú távú terv is szerepeltek.

A tervben többek között a következők szerepeltek:

- a települési és csomagolási hulladék újrafeldolgozására vonatkozó célok;
- kötelező célok a hulladéklerakás egy felső határértékre történő csökkentésére;
- az élelmiszer- és tengeri hulladék csökkentésére szolgáló intézkedések.

2018-ban további fontos kezdeményezések indultak el, például az EU műanyagokkal kapcsolatos stratégiája, egy jelentés a körforgásos gazdaság szempontjából kritikus nyersanyagokról, az egyszer használatos műanyagokra vonatkozó szabályok, valamint a víz újrafelhasználásának minimumkövetelményeit előíró javasolt jogszabályok, amelyeket végül 2020-ban elfogadtak.

2020 márciusában, a 2019-es európai zöld megállapodás egyik alapvető elemeként, a Bizottság egy új cselekvési tervet fogadott el az EU körforgásos gazdaságának további fejlesztésére. A terv célja az erőforrások hatékonyabb felhasználásának ösztönzése, a biológiai sokféleség helyreállítása, valamint a szennyezés csökkentése a tiszta és körforgásos gazdaságra való áttéréssel.

Ez többek között a következő intézkedéseket foglalja magában:

- a fenntartható termékek normává tétele az EU-ban;
- szélesebb hatáskörök biztosítása a fogyasztók és az állami vásárlók számára;
- azon ágazatokra történő összpontosítás, amelyek a legtöbb erőforrást használják fel, és amelyek esetében magas a körkörösséggel kapcsolatos potenciál, mint például:
 - elektronika és IKT,
 - elemek és járművek,
 - csomagolás, műanyagok és textiltermékek,
 - építés és épületek,
 - élelmiszerek, víz és tápanyagok;
- kevesebb hulladék szavatolása;
- a körforgásos gazdaságnak az emberek, a régiók és a városok szolgálatába történő állítása;
- vezető szerep betöltése a körforgásos gazdasággal kapcsolatos globális erőfeszítések területén.

1.2 A körforgásos gazdaság alapelvei

A körforgásos gazdaság három alapelve a következő:

- megszünteti a hulladékot és a szennyezést,
- körforgásba helyezi a termékeket és anyagokat,
- valamint regenerálja a természetet.

Ezeknek az alapelveknek a megvalósítása a tervezésről szól. Tehát a körforgásos gazdaság egy tervezési kérdés. Jelenleg a legtöbb általunk használt dolog egy lineáris rendszer szerint készül: anyagokat veszünk ki a földből, tárgyakat készítünk, majd eldobjuk azokat. Ez károsítja a biodiverzitást, szennyezi a környezetet, és hozzájárul az éghajlatváltozáshoz. Ez nyilvánvalóan nem tartható fenn. Ha körforgásos alapelvek szerint tervezzük át gazdaságunkat, pozitív változást érhetünk el. A lineáris gazdaság egy döntés, amelyet hoztunk. Válasszuk inkább a körforgásos modellt.

A hulladékot és a szennyezést úgy szüntethetjük meg, hogy a termékeket, anyagokat és infrastruktúrát úgy tervezzük meg, hogy használatuk után visszatérjenek a gazdaságba. Bár az újrahasznosítás jó kezdés, ha a dolgokat már az elején körforgásos rendszer szerint tervezzük, elkerülhetjük a hulladék keletkezését.

A termékeket és anyagokat körforgásba helyezhetjük, ha fenntartjuk, újra felhasználjuk és felújítjuk őket. Ha már nem használhatók, szétszedhetjük, újragyárthatjuk őket, és végső esetben újrahasznosíthatjuk. A biológiai termékeket komposztálhatjuk, hogy visszakerüljenek a természetbe. Így a véges anyagokat a gazdaságban tarthatjuk, és megóvhatjuk a környezetet, míg a biológiailag lebomló anyagokat biztonságosan visszajuttathatjuk a földre.

A természet regenerálásával az élőhelyek javítására és a biodiverzitás növelésére helyezhetjük a hangsúlyt, ahelyett, hogy csak arra koncentrálnánk, mit vehetünk el. Olyan mezőgazdasági gyakorlatokat alkalmazhatunk, amelyek helyreállítják a talajt és növelik a biodiverzitást, valamint visszajuttathatjuk az organikus anyagokat a földre. Egy regeneratív modell alkalmazásával utánozhatjuk a természet működését. A természetben nincs hulladék. A hulladék emberi találmány.

1.3 A körforgásos gazdasági modell előnyei

A környezet védelme: A termékek újrafelhasználása és újrahasznosítása lelassítaná a természeti erőforrások kiaknázását, csökkentené a táj és az élőhelyek megzavarását, és segítene korlátozni a biológiai sokféleség csökkenését. A körforgásos gazdaság másik előnye az üvegházhatást okozó gázok éves kibocsátásának csökkenése. Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség szerint az ipari folyamatok és a termékhasználat az EU kibocsátásának 9,10%-áért, míg a hulladékgazdálkodás 3,32%-áért felelős. A hatékonyabb és fenntarthatóbb termékek a kezdetektől hozzájárulnának az energia- és erőforrás-felhasználás csökkentéséhez, mivel a becslések szerint a termék környezetre gyakorolt hatásának több mint 80%-a a tervezési szakaszban dől el. A megbízhatóbb, újrafelhasználható, korszerűsíthető és javítható termékekre való átállás csökkentené a hulladék mennyiségét. A csomagolás ugyanis egyre növekvő probléma, átlagosan minden európaiban közel 180 kg csomagolási hulladékot generál évente. A cél a túl sok csomagolás használatának leküzdése és a tervezés javítása az újrahasználat és az újrahasznosítás segítése érdekében.

Nyersanyag-függőség csökkentése: A népesség és vele a nyersanyagok iránti igény növekedése miatt egyre szűkösebbek az erőforrások. Ráadásul számos nyersanyagot nem helyben termelünk, így ilyen esetekben az EU sokszor harmadik országokra támaszkodik. Az Eurostat adatai szerint az EU az általa fogyasztott nyersanyagok mintegy felét importálja. Az EU és a világ többi része közötti nyersanyagkereskedelem összértéke (import plusz export) 2002 óta csaknem megháromszorozódott, az export gyorsabban nő, mint az import. Ettől függetlenül az EU még mindig többet importál, mint exportál. 2021-ben ez 35,5 milliárd eurós kereskedelmi hiányt eredményezett. A nyersanyagok újrahasznosítása csökkenti az ellátással kapcsolatos kockázatokat, például az árak ingadozását, a rendelkezésre állást és az importfüggőséget. Ez különösen vonatkozik a kritikus nyersanyagokra, amelyek a klímacélok eléréséhez elengedhetetlen technológiák előállításához szükségesek, ilyenek például az akkumulátorok és az elektromos motorok.

Munkahelyteremtés és megtakarítás a fogyasztók számára: A körforgásos gazdaságra való átállás pozitív hatással van a versenyképességre, az innovációra, fellendítheti a gazdasági növekedést és munkahelyeket teremthet (2030-ig 700 000 munkahely csak az EU-ban). Az anyagok és termékek újratervezése a körforgásos felhasználásnak megfelelően segítené az innovációt a gazdaság különböző ágazataiban. A fogyasztók tartósabb és innovatívabb termékeket kapnának, amelyek hosszútávon javítják az életminőséget és pénzt takarítanak meg.

1. táblázat: a körforgásos gazdaság megvalósulásának előnyei a különböző gazdasági szinteken

	Mit jelent a körforgásos gazdaság (CE)?	Melyek a körforgásos gazdaság pozitív hatásai?
Makro	Vásárlási szokások megváltoztatása (kedvező termékek és szolgáltatások alacsony környezetterheléssel) Körforgásos gazdasághoz kapcsolódó törvények, jogszabály programok, kerettervek érvényesítése	Vonzero növekedése az érték- és a munkahelyteremtésnek köszönhetően Erőforrásoktól és az importtól való függőség csökkentése
Mezo	Ágazatok közötti hálózatok/céghálózatok létrehozása Ipari szimbiózis fejlesztése, ahol a csereáramlások és a kölcsönös igények kielégítése megtörténhet	A területek dinamizmusának és vonzerejének növelése Környezetterhelés csökkentése Munkahelyek teremtése/áthelyezése
Mikro	Zöld fogyasztás (kedvező termékek alacsony környezetterheléssel, újrahasznosítás...) Tisztább termelés (ökodizájn, termékek helyett szolgáltatások)	Környezetterhelés csökkentése Versenyképes előnyök biztosítása (továbbfejlesztett üzleti modell, új piacok) Márka imázsának/megítélésének javítása
Nano	Környezetbarát termékek használata Áruk élettartalmának növelése az újrahasznosításnak, újrahasználatnak és javításnak köszönhetően	Nyersanyagok kinyerésének és felhasználásának csökkentése Másodlagos anyagok és termékek értékének növelése

1.4 A körforgásos gazdaság eszköztára (strategies)

Az EU hulladékgazdálkodásának alapja a Hulladék Keretirányelvben meghatározott ötlépcsős „hulladékhierarchia”, amely a környezetvédelmi szempontokat figyelembe véve megállapítja a hulladék kezelésének és ártalmatlanításának preferenciális sorrendjét (1.ábra). A 2008-ban kijött irányelv prioritizálásában a megelőzés piros vonallal volt kiemelve, mint legkívánatosabb technológia. Az irányelv a jogalkotókat abba az irányba próbálta terelni, hogy azok minél nagyobb arányban térítsék el a tagországokban keletkező hulladékokat a lerakástól.



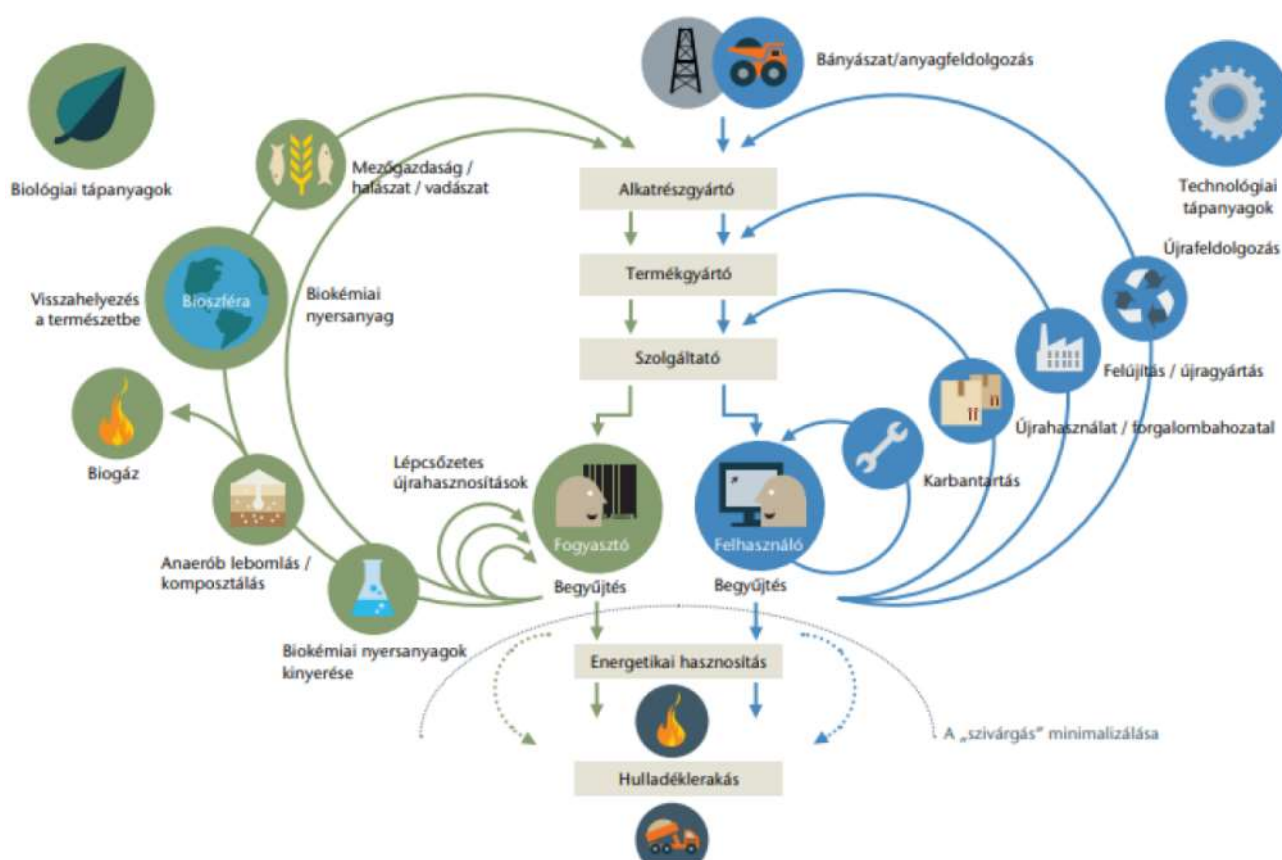
1. ábra: Az EU Hulladék Keretirányelvben meghatározott hulladék kezelési hierarchia

A 2016-os Körforgásos Gazdaság Akciótervvel annyi változás állt be, hogy az energetikai hasznosítás is az elkerülendő technológiák közé került és igyekeznek a felső 3 kategóriát elősegíteni. Hogy jobban hangsúlyozzák ezeket az angol nevük alapján a 3 R-nek is nevezett (refuse, reuse, recycle) technikákat részletesebben is kifejtették és megalkották a körforgásos gazdaság „10R” eszköztárát:

1. Visszautasítás (Refuse): nyersanyaghasználat megelőzése, kevesebb, de tartósabb termék/fogyasztási cikk előállítása; tulajdonlás helyett szolgáltatás igénybevétele;
2. Csökkentés (Reduce): nyersanyaghasználat csökkentése, kevesebb, de tartósabb termék/fogyasztási cikk előállítása; csak olyan terméket vásároljunk, amire valóban szükségünk van
3. Megújulás (Renew): a termék újratervezése a körforgásosság szemléletében; úgy tervezzük újra a termékeket, hogy azok hosszabb ideig, illetve az eredeti rendeltetésük vége után is használhatók legyenek valami másra;
4. Újrahasználat (Re-use): a termék újbóli használata (továbbadás újabb felhasználónak; amikor csak lehet, vásároljunk használt termékeket, amit pedig mi már nem használunk, annak igyekezzünk új tulajdonost találni;
5. Megjavítás (Repair): a termék karbantartása és javítása/javíttatása;
6. Felújítás (Refurbish): a termék felújítása a további használat érdekében;
7. Remanufacture (újragyártás): új termék készítése használt (ún. másodlagos) alapanyagból;
8. Továbbhasznosítás (Re-purpose): a termék újbóli felhasználása más célokra, más funkcióval;
9. Újrahasznosítás (Recycle): az alapanyagok minél nagyobb arányú újrahasznosítása;
10. Visszanyerés (Recover): a hulladékok elégetése során kinyert energia hasznosítása.

1.5 A körforgásos gazdaság agrár megközelítésben

Gyakorlati értelmezésben beszélhetünk biológiai és technikai körforgásos gazdaságról. A biológiai elemek körforgásos gazdaságának az agrárium a legmeghatározóbb szereplője, a termeléssel a kiinduló pontját jelenti, de kulcsszerepe van a biomassza termelés mellett a biológiailag bontható hulladékok keletkezésében és hasznosításában, azzal pedig, hogy a biológiai hasznosítás kimenő anyagáramai a termőföldre kerülnek vissza, az agrárium zárja a körforgást. A biológiai körforgás tehát leírja azokat a folyamatokat, amelyek visszajuttatják a tápanyagokat a talajba, és segítik a természet regenerálódását. Mindez az Ellen MacArthur-féle pillangó diagramon van bemutatva a 2. ábrán. A továbbiakban az ábra egyes elemeit fogjuk kifejteni, hogy mit takarnak a gyakorlatban.



2. ábra: Az Ellen MacArthur-féle pillangó diagram a körforgásos gazdaság működéséről

Regeneráció – visszahelyezés a természetbe

A biológiai ciklus középpontjában a regeneráció fogalma áll, amely a körforgásos gazdaság harmadik alapelve. Ahelyett, hogy folyamatosan károsítanánk a természetet, mint a lineáris gazdaságban, a körforgásos gazdaságban a természeti tőke építésére törekszünk. Olyan mezőgazdasági gyakorlatokat alkalmazunk, amelyek lehetővé teszik a talaj újjáépülését és a biodiverzitás növelését. Az élelmiszerrendszerünk szélesebb spektrumában visszajuttatja a biológiai anyagokat a talajba ahelyett, hogy elpazarolná azokat. Célunk már nem csupán a környezet károsításának csökkentése, hanem annak aktív javítása.

Mezőgazdaság

A mezőgazdasági területeket és más biológiai erőforrás-forrásokat, mint például az erdőket és a halászterületeket, úgy kezelhetjük, hogy pozitív hatásokat érvényesítsünk a természetre. Ezek a hatások közé tartozhatnak az egészséges és stabil talajok, a helyi biodiverzitás javulása, a levegő- és vízminőség javítása, valamint a talajban tárolt szén növelése. Ezek a célok különböző gyakorlatokon keresztül érhetők el, amelyek hozzájárulhatnak a degradált ökoszisztémák helyreállításához, valamint a biodiverzitás és az ellenálló képesség erősítéséhez a mezőgazdasági területeken és azok környezetében. Ennek érdekében a gazdák különböző irányzatokból meríthetnek, például regeneratív mezőgazdaságból, helyreállító akvakultúrából, agroökológiából, agrárerdészetből és természetvédelmi mezőgazdaságból, hogy a legmegfelelőbb gyakorlatokat alkalmazzák gazdaságaikban a regenerációs célok elérése érdekében. Az élelmiszerek betakarítása és fogyasztása után az organikus hulladékokban lévő tápanyagokat begyűjthetjük, és olyan folyamatokon keresztül juttathatjuk vissza a talajba, mint a komposztálás vagy az anaerob lebontás. Ha a tápanyagok nem kerülnek vissza, a talaj kimerül, ami arra kényszeríti a gazdákat, hogy egyre inkább vegyi műtrágyákra támaszkodjanak a termőföld fenntartása érdekében.

Komposztálás és anaerob fermentáció

A komposztálás az organikus anyag mikrobiális lebontása oxigén jelenlétében. Ezzel a módszerrel az élelmiszeripari melléktermékek és más biológiailag lebomló anyagok komposzttá alakíthatók, amely talajjavítóként szolgálhat, és helyettesítheti a műtrágyákat. A folyamat természetes módon történik, mikroorganizmusok, például baktériumok és gombák részvételével.

Az anaerob lebontás egy másik módja az organikus hulladékban lévő anyagok visszanyerésének. A komposztáláshoz hasonlóan itt is mikroorganizmusok dolgoznak, de oxigén nélkül. Az anaerob lebontás során biogáz és szilárd maradékanyag, úgynevezett „digestát” keletkezik, amely közvetlenül alkalmazható a talajon vagy komposztálható és talajjavítóként használható fel.

A biogáz, amely főként metánból és szén-dioxidból áll, mind a komposztálás, mind az anaerob lebontás során előállítható, és a földgázhoz hasonló energiaforrásként hasznosítható. Ez az energia-visszanyerési folyamat a körforgásos gazdaság része, mivel a szerves anyagok visszajuttatásának melléktermékeként jön létre.

Lépcsőzetes újrahasznosítások (eredeti nyelven: cascades)

A biológiai körforgás ezen ciklusai a gazdaságban már meglévő termékeket és anyagokat hasznosítják újra. Ez például azt jelentheti, hogy élelmiszeripari melléktermékeket használnak fel más anyagok, például narancshéjból készült textíliák előállítására, vagy olyan új élelmiszertermékeket terveznek, amelyek szokásosan hulladékként kezelt összetevőket, például banánhéjből készült ketchupot tartalmaznak. Az is előfordulhat, hogy az anyagot állati takarmányként hasznosítják. Amikor a termékek vagy anyagok már nem használhatók fel, a biológiai körforgás külső ciklusaira kerülnek, ahol visszajutnak a talajba.

Biokémiai alapanyagok kinyerése

Ez a lépés az aratás utáni és fogyasztás utáni biológiai anyagokat alapanyagként használja fel, biorefinékkel alacsony mennyiségű, de nagy értékű vegyi anyagokat állítva elő. Ezen túlmenően a biorefinék lépésről lépésre más értékes termékeket is előállíthatnak organikus anyagokból. Ezek a folyamatok például nagy értékű biokémiai és nutraceutikumok előállítását, majd tömeges biokémiai anyagok gyártását teszik lehetővé.

A körforgásos gazdaság célszámai: A jogalkotási csomag és a cselekvési terv számtalan konkrét, számszerűsített célszámot ír elő. Az irányelvek módosításával minden EU tagországban kötelező többek között 2030-ra az élelmiszer-pazarlás felére csökkentése, a települési hulladék 65%-ának, a csomagolási hulladék 75%-ának anyagában történő hasznosítása, a hulladéklerakóban pedig a települési hulladéknak legfeljebb 10%-a helyezhető el. Minden tagországban kötelező lesz újabb anyagáramok elkülönített gyűjtése, a háztartási veszélyes hulladék esetében, a textilhulladékoknál 2025. január 1-től, a biohulladékok esetében pedig 2023. december 31-től. A maradék (vegyes) hulladéknak a lerakási korlátozás miatt a jövőben közvetlenül vagy közvetetten energetikai célra kell kerülnie.

Biomassza alapú (bioalapú) gazdaság (bioeconomy): A mezőgazdaságban, élelmiszeriparban képződő mintegy 30 millió tonna melléktermék és hulladék, valamint a települési hulladékok biológiailag bontható frakciója, amely további 1 millió tonnát jelent évente, az aerob (komposztálás) és anaerob (biogáz előállítás) hasznosításon túlmenően különböző termékek alapanyaga lehet. Ezen a területen nagyon komoly innovációs tevékenység zajlik napjainkban. Példaként említve, a biohulladékok és lignocellulóz melléktermékek alkalmasak bioetanol vagy biopolimerek gyártására (másodgenerációs megoldások), illékony zsírsavakat állíthatunk elő fosszilis alapanyagok kémiai szintézise helyett a biohulladékok anaerob kezelése során, biohidrogént állíthatunk elő biometánból, a hidrotermikus karbonizációval (HTC) bioszenet gyárthatunk, de a biomassza melléktermékek és biohulladékok széles köre alkalmas állati takarmány előállítására akár közvetlenül, akár közvetetten, rovarfehérjévé alakítva.

1.6 A körforgásos gazdaság az élelmiszeriparban

A világon az emberi fogyasztásra szánt élelmiszerek jelentős része – a becslések szerint legalább egyharmada, de akár a fele is – hulladékként végzi, miközben 800 millió ember éhezik. Az Európai Unióban az egy főre eső élelmiszer-hulladék évente 146-200 kg közötti mennyiségre tehető, ennek 53%-a háztartásokból származik, míg 30%-a a gyártási folyamat során keletkezik. Az élelmiszeriparban, akárcsak más iparágakban, az értéklánc minden szintjén lehetőség van a hulladék csökkentésére. Az alapanyagok előállítása során különösen fontos a mezőgazdasági technológia, a tárolás és a logisztika, mivel már ebben a szakaszban is jelentős veszteségek léphetnek fel. A gyártás fenntarthatóságát növelhetjük az erőforrások (például víz és energia) hatékonyabb felhasználásával, valamint olyan innovációkkal, amelyek csökkentik a selejt vagy a melléktermék mennyiségét, illetve lehetővé teszik azok újrafelhasználását. Az értékesítési és logisztikai szakaszban a megfelelő tárolás és a pontos rendelési mennyiségek tervezése szintén kulcsszerepet játszik. A fogyasztók is lényeges szerepet töltenek be az élelmiszer-hulladék csökkentésében: a háztartásokban keletkező hulladék csökkenthető tudatos vásárlással, megfelelő tárolási módszerekkel és az élelmiszerek adományozásával.

Érdekes megfigyelni, hogy a fejlődő országokban az élelmiszer-hulladék főként a nem megfelelő mezőgazdasági technológiák, tárolási lehetőségek és az üzleti know-how hiánya miatt keletkezik, míg a közepes és magas jövedelmű országokban az értéklánc szereplői közötti elégtelen koordináció, a kevésbé tudatos fogyasztói magatartás és a magas élelmiszeripari szttenderdek okozzák. Az élelmiszeripar speciális helyzetben van a körforgásosság szempontjából: a gyártási selejtek és melléktermékek esetén cél, hogy visszakerüljenek a gyártási folyamatba, míg a fogyasztókhöz eljutott termékeknél az a cél, hogy elfogyasztásra kerüljenek, és ne hulladékként végezzék.

Az élelmiszeripar és a termékfeldolgozás jelentős hulladék-kibocsátó lehet, különösen a gyümölcs- és zöldségfeldolgozás, növényolaj-előállítás, erjesztés (például szeszleparlás, sör- és borkészítés), valamint a tej-, hús- és halfeldolgozás során keletkező melléktermékek és hulladékok miatt. A szilárd melléktermékek (például gyümölcs-, zöldség-, gabonamag-, olajosmag-, cukornád-, cukorrépa-, hús- és halmaradványok) mellett a folyékony melléktermékek, például a cukorgyártás során keletkező melasz, a húsfeldolgozás során keletkező vér és a tejfeldolgozás során keletkező savó is jelentős mennyiségben keletkeznek, akárcsak a nagy szervesanyag-tartalmú élelmiszeripari szennyvizek. Az élelmiszer-feldolgozás különböző ágazatainak specifikus hulladékindexeit az úgynevezett specifikus hulladékindex segítségével határozzuk meg (2. táblázat), amely az élelmiszer-feldolgozás során keletkező hulladék vagy melléktermék tömegét viszonyítja a forgalomba hozható termék tömegéhez.

2. táblázat: Az élelmiszeripar különféle ágazataira vonatkozó specifikus hulladék indexek

Élelmiszeripari ágazat	A hulladék/melléktermék típusa	Specifikus hulladék index
Burgonya-feldolgozó ipar	Burgonyahéj	0,3-0,5
Malomipar, hántolóipar	Korpa	0,11-0,18
	Törött magvak, héj, pelyva, finom por	<0,01
	Rizskorpa	0,11-0,18
	Rizsliszt	<0,01
Tésztaipar	Tésztahulladék	0,0012-0,0014
	Tojánhéj	0,02-0,08
Cukoripar	Melasz	0,191
	Kilúgozott cukorrépa-szelet	0,517
	Cukorgyári méziszap	0,427
Söripar	Malátapor	<0,001
	Törköly (kilúgozott magvak)	0,192
	Élesztő	0,024
	Kovaföld iszap	0,006
Boripar	Törköly	0,136-0,145
	Seprő	0,015-0,050
	Élesztő	0,03-0,045
Húsipar	Vágóhídi hulladék (csont, ín, bőr, tartalom, a gyomor-bél traktus tartalma, vér, belsőségek)	0,1-0,87
Tejipar	Savó	4,0-11,3
	Tejfeldolgozási hulladék	0,04

2 A terület adottságai

A tanulmány a téma általános bemutatása mellett igyekszik a projekt megvalósítási régiójára fókuszálni, amely a Muravidék, az Őrség és a Vandvidék gazdálkodóit fedi le.

A szlovén oldalról a Pomurje régiója nagyjából egybeesik a történelmi Muravidék vagy Alsó-Muravík elnevezésű területtel, amelyet ma hivatalosan a Pomurska statisztikai régió néven nevezünk. A tanulmány magyar oldalról pedig Vas Vármegye határmenti rájegységeit érinti, amelyek a Rábavidék és az Őrség területei. Fontos megjegyezni, hogy előbbi gyakran Vendvidék néven fordul elő a leírásokban, ami pontatlan, mivel ezen a néven eredetileg a Rábavidék és a Muravidék területait együttesen értjük. Mivel azonban a megnevezés igen elterjedt a közhasználatban és mivel a név eredetileg a területen élő, magyarországi szlovéneket jelöli, így szépen kifejezi a terület kulturális sokszínűségét. Emiatt a tanulmányban is használtuk a Vendvidék kifejezést, de a név alatt esetünkben kizárólag a Rábavidéket kell érteni.

Mindhárom régió egyedülálló természeti adottságokkal rendelkezik, mivel a szocializmus ideje alatt határsávként zárt terület voltak, melyet elkerült az államosítás és a térszerkesztés.

A terület a miocénben (10–25 millió éve) a Szarmata-tenger borította, mely idővel beltengerré vált. A pliocénben (5–8 millió éve) a Dunántúl területén a Pannon-beltenger hullámzott, melynek medre később kiemelkedett és szárazföldre vált. Az újonnan kialakult hegyekről, dombokról leszaladó folyók, patakok rengeteg hordalékot, főleg kavicsot terítettek szét; így alakult ki a Vendvidék kavicsos talaja. A felszín formálásában jelentős szerepe volt az Ős-Rábának is, melynek medre a felszínmozgások során egyre keletebbre tolodott. Az Alpokból lefutó kisebb vizek (Pinka, Répce stb.) szintén irányt változtattak, és együttesen építettek hordalékkúpokat. A Vendvidéket és a kapcsolódó tájegységeket pliocénkori laza üledékes kőzetek borítják, főként kavics, agyag és homok.

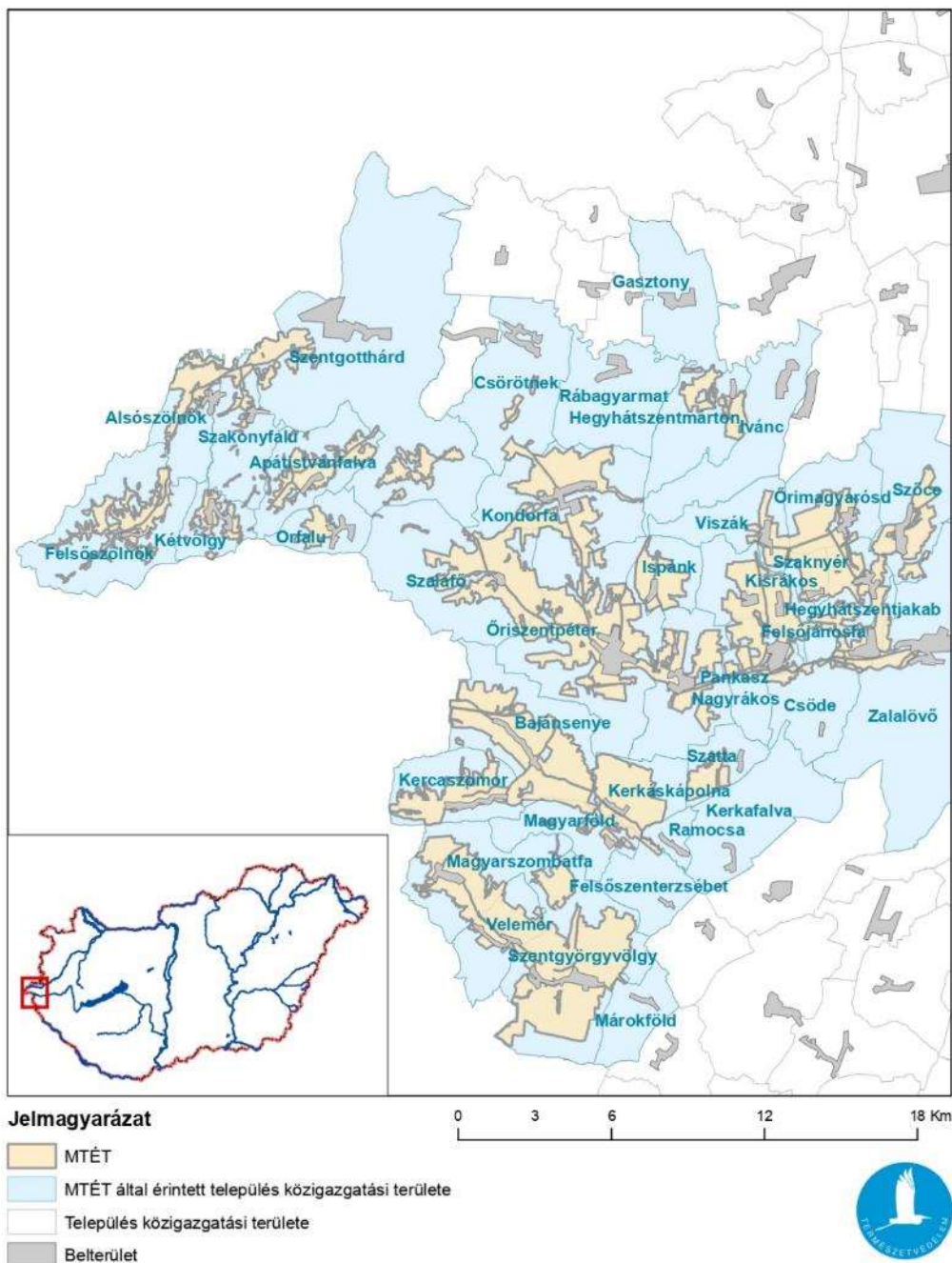
2.1 Pomurje régió

A Muravidék nem keverendő össze a Muraközzel, amely (néhány Szlovéniában elhelyezkedő falvat leszámítva) egy Horvátországhoz tartozó történelmi, politikai és néprajzi régió. Ez a régió túlnyomórészt mezőgazdasági, a szántóföldi növénytermesztés az összes mezőgazdasági terület több mint háromnegyedét teszi ki (kétszerese a szlovén átlagnak). Az éghajlati és talajviszonyok együttesen a legmagasabb növénytermesztési eredményeket biztosítják a térségben, azonban földrajzi helyzete és gyengébb infrastruktúrája hátrányos helyzetet teremt. Ez a Szlovénia legalacsonyabb egy főre jutó GDP-vel (12 267 €) rendelkező régiója, valamint a legmagasabb regisztrált munkanélküliségi rátával rendelkezik. Területe: 1 337 km², lakossága: 114 238 fő, így a népsűrűség: 85 fő/km²

Foglalkoztatási szerkezet: 57,3% a szolgáltatási szektorban, 39,9% az iparban, 2,7% a mezőgazdaságban dolgozik. A teljes szlovéniai turistaforgalom 10,2%-át vonzza, amelynek többsége belföldi látogató (62,4%).

Pomurje régiója termékeny síkvidéki talajairól és kedvező mérsékelt kontinentális éghajlatáról ismert, amely lehetővé teszi a termények széles skálájának termesztését. A kiterjedt síkságok és a vízkészletek kiváló feltételeket teremtenek a szántóföldi gazdálkodáshoz, különösen a gabonafélék, a kukorica és a napraforgó számára. A régió szőlő- és gyümölcsöskertjeiről is ismert. Földrajzi adottságainak és kedvező szubpannon éghajlatának köszönhetően Pomurje Szlovénia legfontosabb mezőgazdasági régiója, amelyet "Szlovénia kenyérkosarának" is neveznek.

2.2 A Vendvidék és az Őrség



3. ábra: Az Őrség és a Vendvidék magas természeti értéket képviselő területei (termeszetvedelem.hu)

A terület talajtani adottságai

A Vendvidék és az Őrség földjét jellemzően kavicsos, sárga és vörös agyag alkotja, ami az utak rézsűjében és a patakmedrekben is megjelenik. Az agyag a földek termőerejét nagymértékben lerontja, viszont bőséges nyersanyagot biztosít az errefelé régi hagyományokkal rendelkező fazekasságnak. Egy 19. századi feljegyzés így ír a Rábamentéről: „sovány, köves vidék”. A kavicsos-agyagos talaj kedvezőtlen vízgazdálkodású, kevés benne a humusz, amit a mikroorganizmusok és földigiliszták

hiánya is jelez. Egyes területeken (az Őrségben is) jellemző a talaj erős erodáltsága, amihez nagyban hozzájárultak az egykori mezőgazdasági módszerek, főleg a bakhátas szántás, mivel a túl mély barázdákból az esővíz hamar kimosta a földet. A bakháták nyomai az erdőkben (főleg a telepített fenyvesekben) és az egykori szántókon több helyen láthatók. A vidék földje, bármerre járunk, művelésre alig alkalmas rét vagy legelő.

Topográfia

A Vendvidéket sűrűn behálózzák a dombsorok és patak völgyek. A nyugatról kelet felé lejtő táj (az egész Őrség és Vendvidék) legmagasabb pontja a 413 m-es Boreča, Felsőszölnöktől délre, Borháza mellett, szlovén területen. Az országhatáron emelkedő Ezüst-hegy (Srebrni breg) 404 m magas, míg a Hármashatár (Tromejník / Dreiländerecke) 387 m.

Vízrajz

A terület vízfolyásai kivétel nélkül a Rába vízgyűjtőjéhez tartoznak. Természetes tó nincs erre felé, csak az apátistvánfalvi erdőben lévő „tengerszem”, amely az utóbbi időben vált szélesebb körben ismertté. Az Orfalu melletti Fekete-tó egykor természetes, nyílt állóvíz volt, mely a 19. században elláposodott. A Szentgotthárdhoz tartozó Máriaújfalu határában kialakított mesterséges tó jelentős természeti értéket képvisel.

Mesterséges vízfelületek létrehozása évszázadok óta jellemző ezen a vidéken. A ciszterciek halastavakat létesítettek a birtokaikon, hogy a bőjti időszakban legyen haltáplálékuk. A jószág itatására és a földek öntözésére a vendvidéki, őrségi nép a lakóházak mellett kerített tavaeskákat, ún. tókákat ásott, az esővíz és a hólé összegyűjtésére. Ezek a tókák sok helyütt ma is láthatók.

A Vendvidék igen gazdag apró forrásokban. Többségük a nyári hőségben kiszárad, de esőzések és hóolvadás után újra működnek.

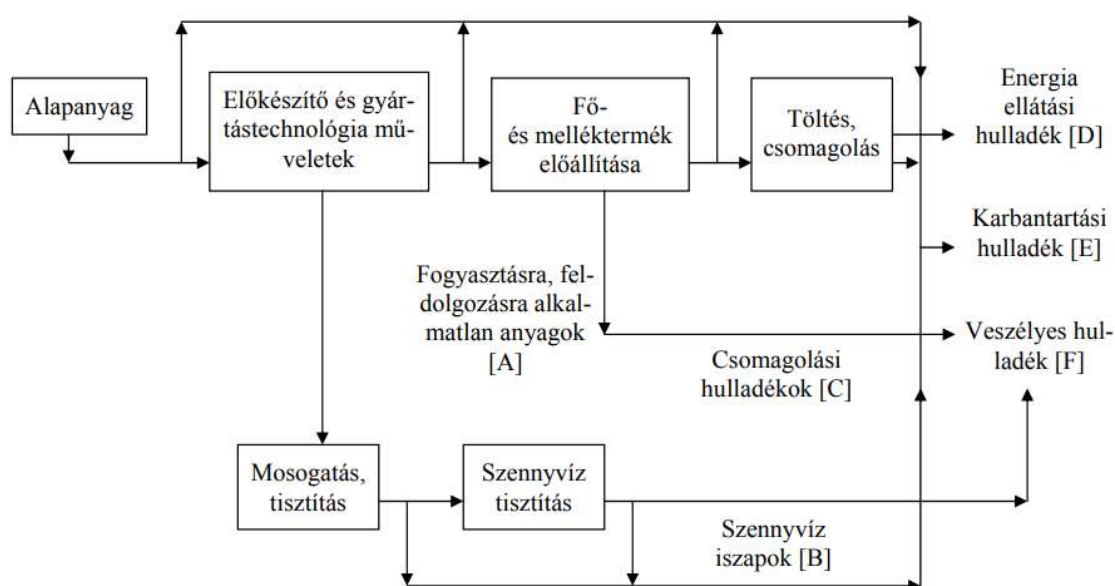


4. ábra: Tipikus tájkép az Őrségből

3 A tejtermék előállítás folyamatainak energia és anyagáramlása

A Statisztikai Szemle folyóiratban Hegóczki és szerzőtársai felvázolták az élelmiszeripari termelés folyamatainak általános működési elvét feltüntetve rajta a potenciális hulladék keletkezési pontokat. Mint ahogy azt munkájukban kiemelték: nagyon fontos, hogy a Hulladéklista csak a 5. ábrán szereplő „Fő- és melléktermékek előállításakor” keletkező „Fogyasztásra, feldolgozásra alkalmatlan [A] hulladékokra”, valamint a „Mosogatás, tisztítás során keletkező szennyvíziszapokra [B]” terjed ki, és nem foglalkozik a blokkdiagramban [C], [D], [E], [F] jelekkel jelzett, a felmérés tárgyát nem képező egyéb hulladékokkal.

A tanulmány feltett cél, hogy a rövid terjedelem ellenére is megpróbáljon kitérni ezekre a gyakran elhanyagolt pontokra.



5. ábra: Az élelmiszer-ipari termékek előállítása során keletkező hulladékok

Sarokszámok

Magyar Tejipari Egyesület 2004-es jelentése szerint Magyarországon évente **1 500 000 tonna tejet** állítanak elő, amely előállítás során a **feldolgozásból származó szövetek** (EWC kód: 02501) **22 500 t**, az **egyéb technológiai hulladék, melléktermék** (EWC kód: 020599) **pedig 530 000 t** mennyiségben keletkeztek.

3.1 A tejtermékek előállításának energia felhasználása

Annak ellenére, hogy az élelmiszeripar energiafogyasztási aránya kedvező, az energiaárak emelkedése miatt az energiaköltségek növekednek, ami hatással van a termékek önköltségére és fogyasztói árára, beleértve a tejipart is. Néhány energiaigényes terméktől (pl. tejpor, savópor) eltekintve az energiaköltség aránya kedvező, de növekvő. A termelés energiatudatos szemléletet követel.

Energiagazdálkodási feladatok:

- Meglévő berendezések üzemeltetése.
- Meglévő berendezések korszerűsítése (vesztésgforrások csökkentése, hatékonyabb berendezések bevezetése).
- Új berendezések üzembe helyezése, telepítés.

Tejfeldolgozás energetikai kérdései: A tejtermékek önköltségének 70-85%-át az alapanyagköltség teszi ki, míg az energiaköltség alacsony, kivéve néhány termékénél. A tejfeldolgozó üzemek sokféle terméket gyártanak tehéntejből. Az üzemek technológiai felszereltsége eltérő, sok berendezés elavult. A regeneratív hővisszanyerés, hulladékhő-hasznosítás hatékonysága alacsony. Az energiafelhasználás 80%-a technológiához kötött, és függ a gépek állapotától és üzemviteltől.

Tejfeldolgozó üzemek energiahatékonyságát javító intézkedések:

Az energiagazdálkodásban egyszerű üzemvezetési lépésekkel is jelentős megtakarítás érhető el, akár tőkebefektetés nélkül. Esettanulmányok szerint 5-15% energiamegtakarítás érhető el egyszerű intézkedésekkel, és 25% is lehetséges finomhangolásokkal. Az energiahatékonyabb berendezések és hőhasznosítási rendszerek további 20% megtakarítást eredményezhetnek.

Energiahatékonyság javításának főbb intézkedései:

- Meglévő berendezések hőtechnikai tulajdonságainak javítása és kiegészítő eszközök beépítése.
- Korszerű technológiai vonalak, hőszigetelt, hatékony alap- és célberendezések használata.
- Elavult gőzkazánok cseréje modern, hulladékhő-hasznosító gőzfejlesztőkre.
- Dugattyús kompresszorok cseréje hatékonyabb csavarkompresszorokra.
- Közvetett hűtési rendszerek átalakítása közvetlen-elpárologtatásos rendszerre.
- Berendezések, épületek megfelelő hőszigetelése, nyílászárók hatékony használata.
- Felesleges elektromos működtetések elkerülése, energiatakarékos berendezések használata, éjszakai áram előnyben részesítése.
- Energiafogyasztás szakaszolt mérése, adatok elemzése, vesztésgforrások megszüntetése, komplex energetikai rendszer kiépítése.

További energiahatékony technikák:

- Sajtgyártásnál: Az érlelés felgyorsítására tisztított, párásított levegő alkalmazása (BAT).
- Fogyasztói tej feldolgozása: Szakaszos homogénezés alkalmazása (BAT).

Új létesítmény telepítéskor figyelembe veendő energiahatékonysági tényezők:

- Energiahordozók biztosításának alternatívái (pl. kooperációk).
- Tájékozás, pl. hűtőegységek északi oldalra helyezése.
- Szükséges szakszemélyzeti ellátottság (pl. energetikus).

További szempontok:

- Kondenzvízek mosóvízkénti felhasználása nemcsak hőt és vizet takarít meg, hanem csökkenti a szennyvíz hőterhelését.
- Környezetbarát energiaforrások, pl. földgáz használata, megújuló energia vásárlása vagy helyben történő előállítás, illetve anaerob rothasztásból származó metán hasznosítása.

3.2 A tejipar melléktermékei és hulladékai

A tejipar legfontosabb mellékterméke a savó (6. ábra), mely rendkívül nagy mennyiségben keletkezik világszerte. A sajt és rögös állományú étkezési túró gyártása során jelentős mennyiségű savó keletkezik (1 kg sajt készítésekor 9 kg savó keletkezésével számolhatunk). A sajt készítése során a tejfehérjék 25 %-a a savóban marad, ezért a savó viszonylag gazdag fehérjékben (vízoldható proteintartalma 0,6-0,8 %). Laktóz- (4,5-5 % tejcukor), ásványianyag- (8-10 % a szárított extraktumban), lipid- (0,4-0,5 %), tejsav- (0,05 %) és vitamintartalma is jelentős. Mivel a fejlett országokban szankcionálják a savó közcsatornába eresztését, számos módszer dolgozott ki annak hasznosítására. A savó takarmányozásra történő hasznosításáról, ipari feldolgozásáról, hasznosításáról a következő fejezetekben olvashatunk részletesen. A vaj gyártása során a köpüléskor a tejszín zsírrészecskéi halmazokba tömörülnek, és fázismegfordulás következtében vajrögökre és plazmára (író) válnak szét. Az író 4,8 % szénhidrátot, 0,9 % zsírt, 3,3 % fehérjét tartalmaz, sűrű állagú, savanyú ízű. Az író kis zsírkoncentrációjának köszönhetően viszonylag kevés zsírdús vitamint tartalmaz, azonban gazdag lecitinben. A szárítással készült írópor 97 %-os szárazanyag-tartalommal rendelkezik, ezen belül 34 % fehérjét, 50 % laktózt, 5 % zsírt, 7 % ásványi anyagot (13 g/kg kalciumot, 9 g/kg foszfort) tartalmaz. Az emberi fogyasztásra fel nem használt író kiválóan le-het hasznosítani az állatok takarmányozására. Az író ipari feldolgozásáról, egyéb hasznosításáról a 8.6. fejezetben olvashatunk. A tej feldolgozása, tejtermékek gyártása során jelentős mennyiségű tejipari szennyvíz keletkezik. A tejipari szennyvízben a tejből, tejtermékekből származó szilárd anyagok, mosóvíz, detergens, fertőtlenítő szerek és más anyagok lehetnek jelen. A tejipari szennyvizet sok szuszpendált szilárd anyag (0,024-4,5 g/l), széles körben változó kémiai összetétel, nagy szerves (zsír, fehérje) és szervetlen anyag (ammónia, foszfát) koncentráció, nagy kémiai (80-95 x 103 mg/l) és biológiai (40-48 x 103 mg/l) oxigén-igény jellemzi, pH-juk 4,7-11 között változik. A bennük lévő anyagok gyorsan bomlásnak, rothadásnak indulnak, majd megsavanyodnak.



6. ábra: tejsavó, mint házi készítésű fehérje ital

4 Hulladékcsökkentési lehetőségek a tejiparban

4.1 A háztartási élelmiszerpazarlás visszaszorítása

A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (Nébih) Maradék nélkül programja 2016 óta vizsgálja az élelmiszerpazarlás problémáját, és rendszeresen méri a kapcsolódó adatokat. A legutóbbi, 2023 november-decemberében végzett felmérés során 501 háztartásban összesen 1388 fogyasztó adatát elemezték országsszerte annak érdekében, hogy kiderítsék, mely élelmiszerekből mennyit dobnak ki a magyarok, és hogyan hasznosítják az élelmiszer-hulladékot. Az eredmények azt mutatták, hogy az elmúlt évben megtorpant a háztartási élelmiszerhulladék csökkenése Magyarországon, sőt 2022 azonos időszakához képest két kilogrammal emelkedett, így az éves fejenkénti átlag elérte a 62 kg-ot. Az emelkedés nagyrészt az elkerülhető élelmiszerhulladékokra, azaz a pazarlásra vezethető vissza. **Az élelmiszerpazarlás döntő részét (82,51%) továbbra is a készételek, a friss zöldségek és gyümölcsök, valamint a pékáruk és tejtermékek teszik ki**, bár a pékáruk terén az emberek tudatosabbá váltak 2016-hoz képest. A kutatás szerint biztató jel, hogy a megkérdezettek 82%-a úgy véli, tovább tudná csökkenteni az élelmiszerpazarlást, és a komposztálás is tartja népszerűségét: a háztartások több mint fele komposztál.

A pozitív változások lelassulásának okait további elemzések szükségesek feltárni, de valószínűleg szerepet játszhat a koronavírus-járvány okozta tudatosság csökkenése és az élelmiszerárak emelkedésének lassulása. Az eddigi eredmények részben a fenntarthatóságot előtérbe helyező életmódváltások hatását tükrözhetik, amelyek már beépültek a mindennapokba. Mindez hangsúlyozza a lakossági szemléletformálás fontosságát, különösen a fiatalok és gyerekek körében. A Nébih szerint a pazarlás leggyakoribb oka a figyelmetlenség és a nem megfelelő tervezés, amely tudatosabb odafigyeléssel csökkenthető.

A Nébih 2016-os kutatásában 100 háztartás bevonásával végeztek felmérést, amely több, de nem minden demográfiai szempontból reprezentálta az ország lakosságát. Az élelmiszerhulladékot elkerülhető, nem elkerülhető és potenciálisan elkerülhető kategóriákba sorolták. Az éves élelmiszerpazarlás mennyisége 68,04 kg volt, ebből 32,07 kg el nem kerülhető, 2,83 kg potenciálisan elkerülhető, míg 33,14 kg elkerülhető hulladék.

Az élelmiszer-ellátási láncban az elkerülhető és részben elkerülhető hulladékok aránya így oszlik meg:

- **Háztartások: 45%**
- Feldolgozás: 31%
- Elsődleges termelés: 13%
- Vendéglátás: 5%
- Kiskereskedelem: 4%
- Betakarítás utáni kezelés és disztribúció: 2%.

A legmeghatározóbb elkerülhető hulladék a készételekből származó ételmaradékok (40,08%), amelyek közel 43%-a folyékony halmazállapotú. A második legjelentősebb kategória a sütőipari termékek (19,63%), ezt követik a friss zöldségek (9,10%), **tejtermékek (8,79%)** és friss gyümölcsök (7,81%). Az egyéb kategóriák, mint például ásványvizek, üdítők és feldolgozott húsok, kisebb arányban jelennek meg.

Mielőtt tehát rátérünk az iparban kiaknázható lehetőségekre, fontos látni, hogy milyen kiemelt szerepe van a megelőzésben a háztartások pazarlásának megszüntetésének.

4.2 A tejipar melléktermékeinek hasznosításának áttekintése

4.2.1 Tejsavó

A megelőzés lehetőségei:

Számos lehetőség kínálkozik az édes savó értékes fehérjetartalmának hasznosítására. Bár ezek a megoldások technikai és gazdasági szempontból csak nemrég váltak megvalósíthatóvá, hazánkban még mindig akadályokkal küzdenek a gazdasági megvalósíthatóság terén. Az alkalmazott eljárások ugyanis olyan mértékben növelhetik az előállított termékek árát, hogy kérdésessé válik azok értékesíthetősége. A savanyú savó hasznosítása korlátozott, mivel eltérő összetétele miatt nem áll rendelkezésre széles piaci kereslet. A problémák gyors megoldása érdekében komoly kutatás-fejlesztési erőfeszítések szükségesek.

A savó hasznosítása mellett több lehetőség is van a termelési folyamatokban a termékveszteségek és ezzel együtt a környezetterhelés csökkentésére, például:

- A túróveszteség elkerülése a sajt készítő kádak túltöltésének megelőzésével.
- A savó és túró teljes eltávolítása a kádak leürítésekor, öblítés előtt.
- A sajtok préselésekor távozó savó felfogása, elkerülve a csatornába történő lemosást.

Minden folyadékáram szűrése a finom szemcsés szilárd részek felfogására és hasznosítására.

A sós savó kezelésénél a száraz eljárások alkalmazása javasolt a só visszanyerése érdekében, hogy elkerüljük, hogy a só a csatornába kerüljön. A sós savó elpárologtatása után a lekondenzált víz-tisztításra is felhasználható.

Ultraszűrés és porlasztva szárítás

Ez a költséges eljárás csak akkor gazdaságos, ha nagy mennyiségű friss savó áll rendelkezésre. A porlasztva szárított savófehérje 25-80% fehérjét tartalmaz, és élelmiszeripari termékekben, például a tojásfehérjéhez hasonlóan, hasznosítható. A savófehérje-por könnyen oldódik, savas környezetben is, és hevítés hatására stabil habot vagy gélt alkot. Ezért a sütőiparban és más élelmiszeripari szektorokban is felhasználható, különösen gépképző és kocsonyasító tulajdonságai révén.

Savópor gyártás

A savó porlasztva történő szárítása a bepárlást követően történik. Az egyik probléma, hogy a tejcukor könnyen karamellizálódik, különösen, ha a savó szabadsav tartalmát lúg hozzáadásával semlegesítették. A savópor tejcukor-tartalma a tárolás során nedvességet szív fel, ami kemény rögök kialakulásához vezethet. A laktóz előkristályosításával nem-higroszkópos savópor is előállítható.

Állati takarmányként való felhasználás

Ez egy alacsony költségű megoldás, de a savóért kapott ellenérték is alacsony, különösen, ha figyelembe vesszük a szállítási költségeket. Előnye, hogy nem igényel nagy eszközberuházást, és elkerülhető a szennyvízként történő kibocsátásért felszámolt díj. Hátránya, hogy az állattartó telepek fogadóképessége korlátozott.

Demineralizálás (ásványi anyagtartalom csökkentése)

Ez az eljárás növeli a savó élelmiszeripari összetevőként való felhasználásának lehetőségeit. Só-eltávolításra ioncserét vagy elektrodiálízist alkalmaznak. A sóalanított savót ugyanúgy porlasztva szárítják, mint a savóport. A demineralizált savópor legfőbb felhasználása a csecsemőtápszerek előállításában van, ahol sovány tejpórral keverve használják, hogy hasonló összetételt érjenek el, mint

az emberi tej. Ezen kívül a csokoládégyártásban is felhasználható. Az elektrodiálízis és az ioncsere költséges eljárások, de értékesebb terméket eredményeznek.

Anaerob erjesztés és fermentáció

A savó anaerob erjesztésével metángáz állítható elő, melyet tüzelőanyagként lehet felhasználni. Emellett alkoholos erjesztés segítségével alkohol is készíthető a savóból.

4.2.2 tejpermeátum

Ultraszűrés és hiperszűrés során a különféle részecskéket tartalmazó oldat (pl. tej vagy savó) egy meghatározott pórusméretű membránon keresztül, nyomás hatására két részre válik: a kisebb részecskék a permeátumba jutnak, míg a nagyobbak a membránon fennmaradnak, koncentrátumot képezve.

A tej membránszűrése során keletkező permeátum főként tejcukrot (4,5-4,8%), ásványi sókat (0,75-0,85%), minimális mennyiségű fehérjét és egyéb nitrogéntartalmú anyagokat (0,1-0,25%) tartalmaz. Felhasználása és a kapcsolódó problémák hasonlóak a tejsavóéhoz, azonban alacsony fehérje- és zsírmennyisége miatt környezetkárosító hatása kisebb, ha szennyvízbe kerül.

4.2.3 író

Korábban az írot lefőlözés után állati takarmányként hasznosították. Jelenleg hazánkban édestejszínvaj készítése során melléktermékként keletkezik az édes író. Az író főlözés után összetétele a sovány tejhez hasonló, és hasonló értékű alapanyagként használják. Magas tejárok miatt takarmányként nem használják, ipari feldolgozásra kerül. A vajgyártáskor keletkező írot zárt tartályokban tárolják, és az alapanyagtejhez hasonló módon kezelik. Környezetkárosító hatása megegyezik a megfelelően tárolt tejjével.

4.3 A tejipar melléktermékeinek hasznosítása állat takarmányozásra

A tejiparban alkalmazott technológiáknál (tejfeldolgozás, vaj-, sajt- és túrógyártás) jelentős mennyiségű olyan hulladék keletkezik (tej- és sajt savó, író), amely tápanyagokban gazdag és így az állatok etetéséhez felhasználható. A sovány tej mellett a fenti anyagokat elsősorban a borjú-, sertés- és baromfitenyésztésben használják fel. A savó kis fehérjetartalmú (1 %), sertések, baromfik takarmányozásra felhasználható folyadék. Sok benne a B-csoportba tartozó vitamin, jó lizinforrás és cisztin aminosavban is gazdag. A savóban lévő tejcukrot élesztőkkel (pl. *Torulopsis utilis*, *Torula casei*, *Saccharomyces fragilis*) lehet asszimiláltatni, és így takarmányélesztőt lehet előállítani. Az élesztősített tejsavó szárítás után kerül be a takarmányokba. A savó szárításával savópor készíthető, mely az előző anyagokhoz hasonlóan takarmányozásra használható. Az író a sertések takarmányozásban hasznosítható. A tejpport (7. ábra) a sovány tej víztartalmának majdnem teljes elpárologtatásával állítják elő, színe fehér vagy sárgásfehér. Porszerű anyag, nedvességtartalma nem haladhatja meg a 10 %-ot. Fehérjeinek nagy a biológiai értéke, elsősorban a baromfi- és a malac nevelőtápokba keverik. Sok tejcukrot tartalmaz, mely nagyobb mennyiségben az állatok hasmenését okozhatja, de elősegíti a csontképződést.



7. ábra: A tejsavóból előállított tejpport

4.4 A tejipar melléktermékeinek hasznosítása egyéb iparágakban

A tejfeldolgozás melléktermékei közül a legnagyobb mennyiségben keletkező a savó. A porlasztva szárított savóport különböző termékekhez használják, például 25-40%-ban csecsemőtápszerekhez, 50-70%-ban levesporokhoz, valamint kisebb mennyiségben sütőipari termékekhez és desszertekhez. A savóport takarmányként is hasznosítják, és javítja az ízet, színét és állagát a fenti termékeknek. Mivel a savó fehérjetartalma (0,7-1,1%) jelentős, különböző eljárásokat dolgoztak ki a savófehérje koncentráálására. Ezen eljárások révén a tejből és a savóból oltós vagy savas kazeint, kazeinátot, kazeint és savófehérjéket egyaránt tartalmazó ko-precipitátumokat, valamint hővel koagulálódott vagy ultraszűréssel előállított savófehérjéket is készítenek.

A kazeinátok és precipitátumok számos tejtermék előállításában szerepet kapnak, mint például joghurt, kefir, ömlesztett sajt, kis zsírtartalmú kenhető tejtermékek, tejes édességek, péksütemények, húskészítmények, levesek, mártások és diétás élelmiszerek. A hővel kicsapott savófehérje

proteázokkal, például tripszinnel könnyen vízóldható savófehérje koncentrátummá alakítható, amely nagy biológiai értékkel bír, és könnyen emészthető fehérjéket tartalmaz. Ezt a koncentrátumot számos élelmiszerben, mint sajtok (quarg), tejtermékek, húskészítmények, sült ételek, tésztafélék és jégkrémek készítéséhez használják.

A savóban lévő fehérjéket és laktózt (tejcukor) különféle eljárásokkal nyerhetik ki, mint például ultraszűrővel, elektrodiálízissel vagy ioncserélő eljárással a fehérjéket, míg a laktózt hidrolízissel dolgozzák fel. A fehérjéket tejtermékek sűrítésére vagy salátaöntetek, sajtok készítésére használják fel. A hidrolizált laktózt édesítőszerként alkalmazzák édességekben és diétás ételekben. Emellett széleskörűen alkalmazzák más élelmiszeripari készítményekben is, mint aromák, fűszerek, gyümölcsitalok, gyermek-tápszerek, majonéz, zöldségkonzervek stb.

A kazein, amely a tej és sajt legfontosabb fehérjéje, kalciumban és foszforban gazdag. Az iparban fontos alapanyagként használják festékekhez, ragasztókhöz, műanyagokhoz, ruhaanyagokhoz, papírgyártáshoz, bőrgyártáshoz, valamint élelmiszeripari adalékanyagként. Ezen kívül fehérjetartalmú táplálékkiegészítőkben is szerepet kap.

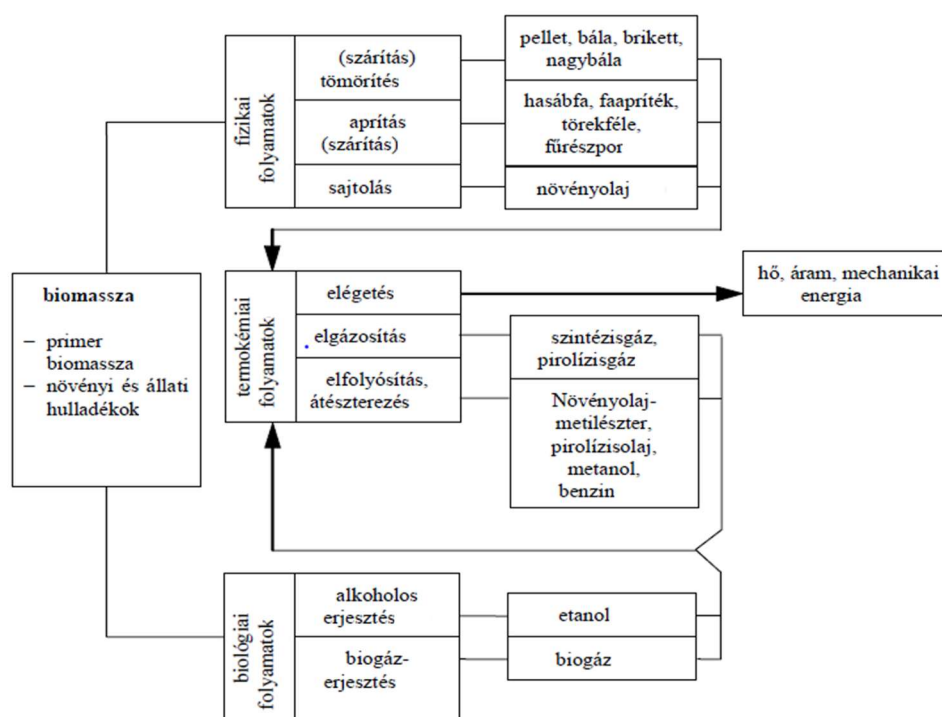
Az író egy üdítő hatású ital, jelentős fehérjetartalma miatt sajtgyártásra is felhasználható. Tejjel keverve takarmányozásra is hasznosítható, és sovány tejjel keverve szárítják, porítják. A szárított író főként sütőipari termékekhez alkalmazzák.

4.5 Csomagolási hulladékok csökkentése, szennyezett csomagolás hasznosítása

A tejtermékek előállítása és árusítása során felhasználható csomagolóanyagok tekintetében igen sok változás van előkészület alatt, amelyeket elsősorban az EU 2021-ben megjelent Újrahasznosítási munkaterve (Design for Recycling work plan) ír elő. A csomagolóanyagokról bővebben húskészítményeket előállító üzemeknek készült tanulmányban lehet olvasni.

5 A tejipari hulladékok energetikai hasznosítása

Szendrei János összeállított egy folyamatábrát (8. ábra) a biomassza energetikai hasznosításának lehetőségeiről, az ehhez szükséges lépésekről. A tejiparra jellemző melléktermékek magas nedvességtartalma alapvetően határozza meg azok felhasználhatóságát. Erre tekintettel elsősorban az bioetanol erjesztésre vagy a nedves technológiájú biogáz előállításra adódik lehetőség. Minde a kettő esetben limitáló hatású lesz az anyag magas fehérjetartalma, amelyből sem etanol, sem biogáz nem tud magas arányban keletkezni. Utóbbi ráadásul a fehérjék nitrogéntartalmából keletkező ammónia révén gátló hatást fog mutatni a gázgépződéskor. Amennyiben a melléktermék kezelés utáni, szilárd halmazállapotú, akkor az elgázosítás és a pirolízis is lehetséges kezelési technikák, melyek során pirolízis olaj, és szintézisgáz keletkeznek, de ezek a gyakorlatban nemigen elterjedt technológiák, így a gazdáknak nincs lehetőségük átadni ilyen típusú üzemek részére.



8. ábra: A biomassza energetikai hasznosításának lehetőségei

Ismerve a tejipari melléktermékek energetikai felhasználásának limitált lehetőségeit, ezt a felhasználási módot a gazdáknak csak abban az esetben javasoljuk, ha a melléktermék valamilyen minőségi paraméterében olyan csökkenés állt be, amely nem engedi az előző fejezetekben ismertetett állati takarmányozásra történő felhasználást. Tekintettel azonban a magas beruházási költségekre ezeket a technológiákat csak állami támogatással, vagy szövetkezetekbe tömörülve tudják a régió gazdái alkalmazni.

A körforgásos gazdaság szempontjából sokkal kívánatosabb, ha a feletetésre már alkalmatlan mellékterméket **komposztáljuk** és a keletkező talajjavító, terménővelő hatású komposztot kijuttatjuk a talajokra, ezzel sok értékes tápelemmel tudjuk javítani a talajerőgazdálkodást. A komposztálásról bővebben húskészítményeket előállító üzemeknek készült tanulmányban lehet olvasni.

6 Esettanulmányok

6.1 Life DOP: Körforgásban a parmezánsajt

A LIFE DOP projekt egy demonstratív körforgásos gazdasági modellt kívánt bemutatni, amely a magas minőségű tejtermékek, különösen a Grana Padano DOP (Denominazione di Origine Protetta/Protected Designation of Origin) és a Parmigiano Reggiano DOP előállításában alkalmazható. Az **olaszországi Mantovában** megvalósult projekt 2016. szeptember 1-jén kezdődött és 2021. március 1-jén fejeződött be, összesen 3 578 495 eurós költségvetéssel, amelyből az EU hozzájárulása 2 083 547 euró volt.

A projekt háttere

Lombardia tejtermelési szektora az olasz tejtermelés több mint 37%-át adja. Az ammonia kibocsátás közel 97%-a a mezőgazdaságból származik, amelynek 32%-át a szarvasmarhatartás teszi ki, ami a PM10 szennyezés körülbelül 30%-át eredményezi. Ezen kívül évente mintegy 100 000 tonna nitrogénalapú műtrágyát használnak fel, amely évente 350 000 tonna CO₂-egyenértékű kibocsátást jelent.

Célok

A projekt célja a körforgásos gazdaságra való átállás előmozdítása a tejtermelési értéklánc teljes szakaszában, különösen a Grana Padano és a Parmigiano Reggiano előállításai folyamataiban. Az egész termelési lánc integrációja révén a keletkező hulladékokat újrahasznosítják, növelve az erőforrás-hatékonyságot, csökkentve a PM10, ammónia, NO_x és CO₂ kibocsátást, valamint a hígtrágya trágyaként történő újrahasználatával csökkentik az ammónia-kibocsátást és javítják a talaj szervesanyag-tartalmát.

Kiemelt célkitűzések:

- Jó gyakorlatok alkalmazása a körforgásos gazdasági modell megvalósításához a tejtermelési láncban, a Nitrát Irányelv betartása mellett, hígtrágya biogáz termelésére való hasznosításával és fenntartható takarmányozási eljárásokkal az ammónia-kibocsátás csökkentése érdekében;
- Fenntartható termelési modell kidolgozása (VIRGIL modell);
- LCA (életciklus-elemzési) modell kidolgozása az értéklánc fenntarthatósági irányvonalainak meghatározására és a termék környezeti lábnyomának (PEF) megállapítására;
- A Grana Padano értékláncára alapuló körforgásos gazdasági modell létrehozása, amely más európai országokban is megismételhető;
- Az erőforrás-hatékonyság növelése az értéklánc mentén hulladék újrahasznosítással és üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésével;
- A talajminőség védelme és javítása;
- Új technikák monitorozása és értékelése a hígtrágya előkezelésére és biogázüzemekben való hasznosítására.

Eredmények

A LIFE DOP projekt sikeresen megvalósította a körforgásos gazdaságra történő átállás előmozdítását a tejipari szektorban, különösen a magas minőségű Grana Padano DOP és Parmigiano Reggiano DOP sajtok előállításában. A projektcsapat kidolgozta a "VIRGILIO modellt", amely jó mezőgazdasági és gyártási gyakorlatok protokollját képviseli, és a teljes tejtermelési értékláncre alkalmazta – az állattenyésztéstől a sajtgyártásig. Lombardia három különböző területén vezették be és demonstrálták a jó gyakorlatokat a keletkező hulladék hatékony újrahasznosítása és a vízre, levegőre és talajra

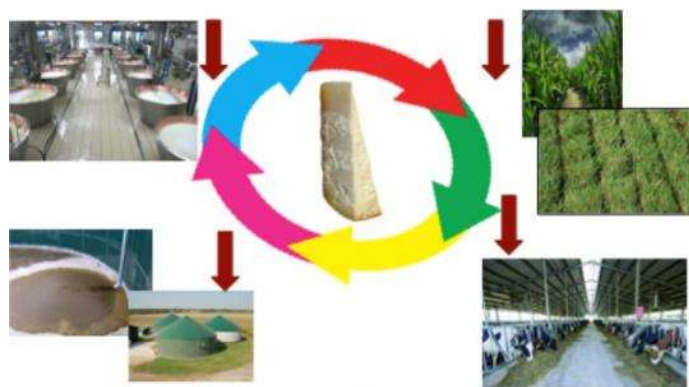
gyakorolt környezeti hatás csökkentése érdekében az intenzív állattenyésztés és sajtgyártás során. A projekt keretében létrejött a "**Borsa Liquami**", azaz az állati hígtrágya tőzsdéje, amelynek keretében számos tejtermelő értékesíti hígtrágyáját biogázüzemek számára. Egy prototípust is kifejlesztettek a hígtrágya biogáztermelési igényekhez való jobb igazítására.

A hígtrágyakezelés terén elért eredmények között szerepeltek: metánkibocsátás-megtakarítás (970 tonna); megújuló energia termelése (37 millió kWh); az üvegházhatású gázok (GHG) kibocsátásának csökkentése a tejtermelés során (8-10%-kal a hagyományos gyakorlatokhoz képest); a kukoricasiló csökkentett felhasználása (évi 29 000 t) a biogázüzemekben az állati hígtrágya jobb hasznosítása révén; és megújuló műtrágyák (22 000 tonna szilárd digestátum) értékesítése, amely csökkenti az ásványi műtrágyák új bevitelének szükségességét. Ezen felül a visszanyert műtrágyák exportja csökkenti a nitrogénterhelést a magas állatlétszámú területeken.

A tejtermelő gazdaságok irányítása terén bevezetett jó gyakorlatok átlagosan 15%-os, egyes gazdaságokban 24-37%-os GHG (CO₂) kibocsátáscsökkenést eredményeztek a tejtermelés során. A tápanyagkezelés terén a projekt fenntartható mezőgazdasági gyakorlatai csökkentették az ammóniaszennyezést a levegőben (40-70%-kal a szokásos gyakorlatokhoz képest) és a helyi víztározókban. A hangsúly az állati hígtrágya hatékony újrahasznosításán volt, amelyet az EU Nitrát Irányelv szerint a "nitrát-érzékeny" területként besorolt területeken nem lehet egyszerűen visszajuttatni a mezőgazdasági földekre.

Az gazdasági értékelés alapján a **VIRGILIO modell** (9. ábra) teljes körű alkalmazása a Parmigiano/Grana sajt értékláncára megvalósítható. Bár a költségek kissé magasabbak az üzemeltetők számára, azok megtérülhetnek a környezeti szolgáltatásokat elismerő fogyasztói támogatással vagy a társadalom támogatásával. A projekt kedvezményezettje új üzleti modellt dolgozott ki, amely egy új, tanúsított tejtermékvonal bevezetését célozza meg a VIRGILIO modell szerint. Az állati hígtrágya tőzsdéje továbbra is működni fog, így a projekt eredményei fenntarthatók lesznek.

A projekt hozzájárult az EU Nitrát Irányelv, a Megújuló Energia Irányelv, az Európai Tiszta Levegő Csomag, a Nemzeti Emissziós Határértékek (NEC) Irányelv és a Körforgásos Gazdasági Stratégia megvalósításához. A VIRGILIO modell támogatja a Farm to Fork Stratégiát és az EU Klímatörvényt, amelyek a Zöld Megállapodás kulcsfontosságú elemei.



9. ábra: A VIRGILIO modell körforgása

6.2 LIFE TTGG: A zöld közbeszerzési rendszerek fejlesztése a parmezán sajt segítségével

A LIFE16 ENV/IT/000225 projekt 2017. július 3-án indult és 2022. június 30-án fejeződött be, összesen 2 118 182 eurós költségvetéssel, amelyből az EU 1 270 869 euróval járult hozzá. A projekt helyszíne Milánó, Olaszország volt.

Az európai tejipar jelentős gazdasági és foglalkoztatási szereppel bír, azonban a tejtermékek előállítása számottevő üvegházhatású gázkibocsátással jár, amelynek 37%-a az enterális fermentációból származik. A tejipar jelentős hatással van a vízkészletek kimerülésére, az édesvízi és tengeri eutrofizációra, az édesvízi ökotoxicitásra, a földhasználatra és a savasodásra. Emiatt szükséges megoldásokat találni a francia és olasz sajtok ellátási láncának hatékonyságának növelésére, valamint a termékek környezeti lábnyomának (PEF) elemzésére és csökkentésére. A projekt során referenciaként a Grana Padano DOP sajtot és egy francia DOP sajtot választottak az elemzéshez.

A LIFE TTGG projekt célja az európai kemény és félkemény DOP sajtok ellátási láncának hatékonyságának növelése volt egy Környezeti Döntéstámogató Rendszer (EDSS) kidolgozásával, amely a termékek környezeti lábnyomának értékelésére és csökkentésére szolgál. Az eszközt a Grana Padano és egy francia DOP sajt tesztelésére kalibrálták és validálták, majd később más DOP konzorciumok számára is elérhetővé tették. A projekt francia partnere, a CNIEL felelt az EDSS francia DOP sajtokon történő teszteléséért.

A projekt fő céljai közé tartozott hatékony módszerek kidolgozása a PEF számítására és csökkentésére különféle kemény és félkemény sajtokra szabva, valamint felhasználóbarát eszközök létrehozása a PEF egyszerűsítésére és csökkentésére. Célja volt továbbá a PEF elterjesztése a DOP konzorciumok között, hogy minél több egyedi sajtermék nyerhessen tanúsítást, és a környezeti és gazdasági teljesítmény optimalizálása a gazdaságokban, tejüzemekben és csomagolóanyag-gyártóknál. A projekt emellett növelni kívánta az érintettek és a fogyasztók tudását a PEF-ről, hogy egyszerű, megbízható információkat nyújtson számukra, amelyeket a zöld közbeszerzések során is fel lehet használni.

A projekt során egy környezeti döntéstámogató rendszert fejlesztettek ki a védett eredetmegjelölésű (PDO) termékek ellátási láncában tevékenykedő vállalatok számára. A projekt különféle tevékenységeket végzett, beleértve a tejipari termék kategória szabályainak részletes elemzését, az adatgyűjtést több kísérleti vállalattól és a környezeti lábnyom értékelését. Meghatározták a nemzetközi élelciklus-adatokkal kompatibilis adatkészleteket a tej, a sajt és a végtermék előállításához, és olyan intézkedéseket dolgoztak ki, amelyek javíthatják a vállalatok hatékonyságát és környezeti lábnyomát. Az algoritmusok és szoftvereszközök kifejlesztése révén gyorsan értékelhették a környezeti lábnyomot vállalati és konzorciumi szinten.

A projekt eredményei között szerepelt az energiafogyasztás 1-15%-os csökkentése a tejüzemekben és az érlelési folyamatok során, valamint a vízfogyasztás 10-25%-os csökkentése a hatékonyabb gazdaságmenedzsment révén. Az üvegházhatású gázok (CH₄ és N₂O) kibocsátása 5-10%-kal csökkent, míg a műanyagfelhasználás 30-45%-kal mérséklődött a csomagolási megoldások optimalizálásának köszönhetően.

6.4 Valorcraft: A tejipar által termelt tejsavó teljes körű felhasználása

A LIFE11 ENV/ES/000639 azonosítójú VALORLACT projekt 2012. július 1-jén indult és 2015. december 31-én zárult. A projekt teljes költségvetése 1 593 896 euró volt, amelyhez az EU 773 530 euróval járult hozzá.

A projekt háttere

A spanyolországi Baszkföldön évente mintegy 25 millió liter tejsavót állítanak elő a sajtkészítés melléktermékeként. A tejsavó a tej alvadása és szűrése után visszamaradó folyadék, amely magas tápanyagtartalma miatt környezeti problémákat okozhat, ha nem megfelelően kezelik. Ugyanakkor a tejsavó magas szérumfehérje-tartalma lehetővé teszi, hogy különféle kereskedelmi célokra, például élelmiszerként, állati takarmányként vagy biogázként dolgozzák fel. A Baszkföldre hasonló régiókban az egyik fő kihívás az, hogy sok tejüzem kis- és középvállalkozásként működik, szétszórtan, így az ilyen feldolgozási eljárásokhoz szükséges technológiai ismeretek és beruházási költségek önálló megvalósítása nehézséget jelent számukra.

Célkitűzések

A VALORLACT projekt célja egy cselekvési terv kidolgozása és egy innovatív módszertan bemutatása volt a tejipari melléktermék, a tejsavó új élelmiszertermékek, állati takarmánnyá és biogázzá való átalakítására. Célul tűzte ki, hogy egy olyan gyűjtési és feldolgozási rendszert dolgozzon ki, amely elegendő számú baszkföldi tejüzemet von be, hogy gazdaságosan működhessenek a feldolgozó üzemek. A projekt arra törekedett, hogy javítsa a tejipar környezeti teljesítményét, és több mint 80%-os újrahasznosítási arányt érjen el a tejsavóra (évente több mint 18 millió liter tejsavó), valamint olyan módszertant dolgozzon ki, amely könnyen alkalmazható más európai országokban is.

Eredmények

A VALORLACT projekt egy átfogó cselekvési tervet dolgozott ki a tejsavó kezelésére és hasznosítására, valamint egy jövőbeni megvalósításhoz szükséges ütemtervet készített. A cselekvési terv különböző, megvalósítható forgatókönyveket javasol a tejsavó kezelésére, a farmon belüli megoldások és a központosított kezelési lehetőségek kombinációjával. A projekt meghatározta a tárolás, kezelés, gyártás, szállítás és logisztika módszereit, és megállapította, hogy a tejsavó gyűjtési útvonalainak optimalizálása kulcsfontosságú tényező a terv sikeres megvalósításához.

A cselekvési terv középpontjában a tejsavó emberi élelmiszerként (feldolgozott tejsavó) és állati takarmányként való felhasználása állt. A félépítési szinten végzett előzetes vizsgálatok alapján a tejsavó anaerob bontással történő biogáz előállításának technikai és gazdasági szempontból nem volt megvalósítható, így ez a végső tervben nem szerepelt. Azonban értékes információkat szereztek a megújuló biogáz-energia továbbfejlesztéséhez, más társanyagok, például hígtrágya alkalmazásával.

A projekt különféle megoldásokat tesztelt, amelyeket az egyes tejüzemek igényeihez lehet igazítani, különös tekintettel a kis üzemekre, amelyek technikai és gazdasági nehézségekkel küzdenek a tejsavó megfelelő kezelésében. Innovatív megoldások közé tartozott a Latxa juhtejsavójának felhasználása új, magas hozzáadott értékű élelmiszerek fejlesztésére, a tejsavó alacsonyabb energiafogyasztással történő szárításának fejlesztése, valamint a tejsavó- és tejgyűjtő útvonalak optimalizálása.

A projekt egy kísérleti üzemben tesztelte a tejsavó feldolgozására vonatkozó új módszertanát, amelynek célja a tejsavó komponenseinek hasznosítása új élelmiszer- és takarmánytermékeké:

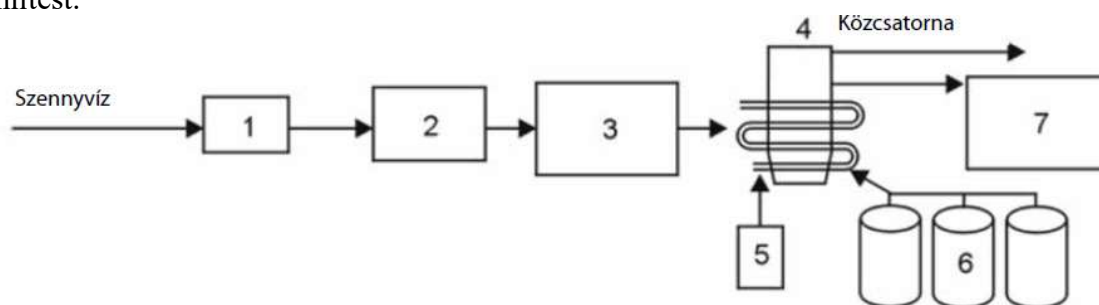
- Négy "fehérjeforrásként" megjelölhető élelmiszertermék: feldolgozott sajtrúd, por alakú, ízesített termék (kakaópor helyettesítő), tejsavó-gyümölcsle ítal és sajtos szósz; valamint
- Kilenc különböző takarmány-formuláció, tejsavóval és permeáttal (fehérje-koncentrátummal), amelyek magas tápértéket mutattak.

A termékek kereskedelmi forgalomba hozása hozzájárulna a tejipar fenntarthatóságához és jövedelmezőségéhez. A projekt környezeti előnyökkel is járt, mivel a Baszkföldön keletkező tejsavó több mint 80%-ának begyűjtésével és hasznosításával csökkentette a nem megfelelő elhelyezés lehetőségét. A projekt bemutatta, hogyan lehet innovatív módszertannal higiénikusan hasznosítani ezt a mellékterméket értékes termékekké. A megoldás különösen a Baszkföldi tejsavótermelőknek szól, ahol néhány nagy és számos kisebb és közepes méretű tejüzem található. Négy baszkföldi sajt készítő máris nagy érdeklődést mutatott az új élelmiszer- és takarmánytermékek piaci bevezetése iránt, ezzel bővítve üzleti lehetőségeiket.

6.5 Tejipari szennyvíz flotációs előtisztítása

A tejipar vízfelhasználásának 90%-a ivóvíz minőségű, amelyet elsősorban technológiai célokra (a friss víz négyötödét) és kisebb arányban (5%-ot) hűtésre használnak. A technológiai vízfogyasztás legnagyobb része, mintegy 60-65%-a, a tisztítási és fertőtlenítési folyamatokhoz kapcsolódik, míg a tejkezelésre 30-35% jut. Az iparág vízszennyező hatása közepes mértékűnek tekinthető, a szennyezésért elsősorban a tej és tejtermékek maradványai, például a savó, író, vaj, sajt és túródarabok, valamint az öblítvizek felelősek. A 10. ábra egy közcsatornába bocsátáshoz alkalmazott megoldást mutat be.

A tejipari szennyvíztisztítás technológiáját a befogadó környezet típusa határozza meg. Ha közcsatornába kerül a szennyvíz, elterjedt megoldás a flotációs előtisztítás, míg élővíz befogadó esetén egy- vagy kétlépcsős biológiai tisztítás alkalmazandó. Egy közcsatornába történő kibocsátáshoz használt megoldás során a technológiai szennyvíz az üzemi csatornahálózaton keresztül gravitációs úton jut az átemelő aknába. Innen búvárszivattyú segítségével a dobszítára kerül, ahonnan a szűrt szennyvíz a puffer-medencébe folyik, ahol két búvárkeverő biztosítja a mennyiségi és minőségi kiegyenlítést.



10. ábra: Tejipari szennyvíz flotációs előtisztításának folyamatábrája:
1. Átemelő; 2. Dobszita; 3. Kiegyenlítő medence; 4. Csőflokulátor és flotációs berendezés; 5. Polimeradagoló; 6. Sav- és lúgtartályok; 7. Iszaptároló medence

A szűrt szennyvíz a puffer-medencéből az átemelő szivattyú révén kerül a flotáló csőflokulátorba, ahol koagulánst, polielektrolitot (BOPAC) és semlegesítő szert adagolnak hozzá az előkezeléshez. A polielektrolitot folyamatos adagoló berendezés biztosítja, és az előkészítő tartályban a felhasználás ütemétől függően automatikusan bekeveri. Az így kezelt emulziók és pelyhek a csőflokulátorban sűrített levegővel keverednek össze, mikrobuborékok képződnek, amelyek a szennyező anyagokhoz kapcsolódnak, majd a flotációs térben a felszínre emelkednek.

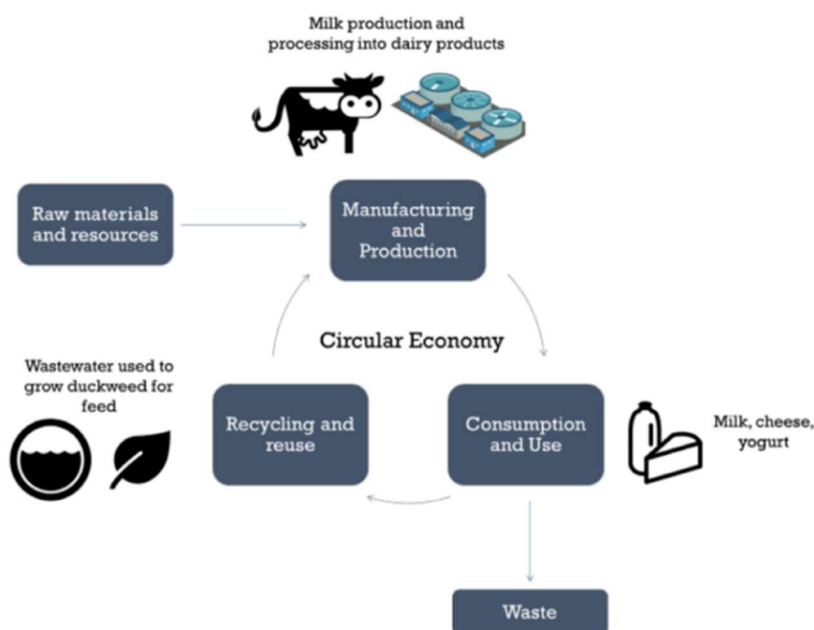
A flotációs berendezéshez kapcsolódóan a szennyvíz szennyeződéseit speciális keresztáramú lemezrendszerek segítségével különítik el. A felszínen képződött uszadékot egy láncos lefűrészelő gép távolítja el, míg a fenékiszap a flotáló alján található szelep segítségével üríthető. A flotáció során kétféle iszap keletkezik: a felszínen úszó (flotált) iszap és a kiülepedett fenékiszap. Az iszap átmeneti tárolására egy 40 m³-es vasbeton medencét használnak, amely átkevert terű, túlfolyási lehetőséggel. A medence szintkapcsolója jelzi az ürítés szükségességét, az iszap kiszállítása pedig tömlős kapcsolódással történik.

A szennyvíztisztítás során keletkező szaghatás csökkentésére egy másik üzemben biofiltert használnak, amely speciálisan kezelt szőlőcsumából és hosszában tépelt fagyókérből készült szűrőtöltettel, automata nedvesítő rendszerrel működik.

6.6 NEWTRIENTS: Tejipari szennyvizen nevelt békalencse felhasználása takarmányozásra

Írországban a szarvasmarhákat főként fűvel táplálják, de télen az importált takarmányokkal szükséges kiegészíteni a silót. Az olyan tápanyagban gazdag takarmányok, mint a szója, drágák, ami jelentősen csökkenti a gazdák nettó jövedelmét. A szójatermesztés állati takarmányként való felhasználása szintén csökkenti az emberi fogyasztásra szánt élelmiszerek termesztésére elérhető területet. Ezen túlmenően, különösen Írországban, a szóját főként importálják, ami környezetileg megterhelő, és hosszú távon fenntarthatatlan lehet.

Ezért erőteljes az érdeklődés az alternatív takarmányforrások iránt, különösen ott, ahol jelentős mértékű az importált takarmányra való támaszkodás. A békalencsére nagy figyelem irányul, mint mezőgazdasági állatok alternatív takarmányára. A békalencse két fontos szempontból is jó takarmány: a fehérje mennyisége és minősége miatt. A fehérjetartalom változó lehet, de a békalencse szárazanyag-tartalmának akár 40%-a is lehet fehérje. A fehérjeminőség a fehérjét alkotó aminosavak összetételére utal. Bizonyos aminosavakat, mint a metionin és a leucin, az állatok nem tudnak előállítani, és azokat táplálék útján kell megszerezniük; mindkettő megtalálható a békalencsében. Mind a fehérjemennyiség, mind a fehérjeminőség tekintetében a békalencse összehasonlítható a szójával, amely már önmagában is az egyik legértékesebb növényi takarmányforrás. Egy másik meggyőző érv a használata mellett, hogy helyben és fenntartható módon is előállítható, például a tejipari szennyvíz felhasználásával. Írország nagy tejipara jelentős mennyiségű tejipari hulladékot termel az ország különböző üzemeiben. Ez a helyben keletkező hulladék a helyben előállított takarmány forrása lehetne. A hulladék alapú békalencse termesztése emellett nem jár környezetileg terhelő források felhasználásával. Az olyan mezőgazdasági növények, mint a szója, jelentős mennyiségű vizet, műtrágyát és növényvédő szert igényelnek, amelyek növelik az előállításuk pénzügyi és környezeti költségeit. A hulladékból történő békalencse termesztés ehhez képest sokkal alacsonyabb környezeti lábnyomot eredményez. A körforgásos gazdasági megközelítés alkalmazása a szennyvízkezelésben jelentősen csökkenti az iparág környezeti terhelését, így fenntarthatóbb és élhetőbb rendszert biztosít, amely gazdaságilag nyereséges, miközben jótékony hatással van a környezetre és az emberekre is.



11. ábra: A NEWTRIENTS Projekt által vázolt takarmányozási koncepció

7 Összefoglalás

Vas vármegye Szlovéniával határos régiójában igen fontos a tejtermékek előállítása, ez onnan is kitűnik, hogy a projekt során összegyűjtött 58 gazdaságból 7 is érintve van a kérdésben. A gazdaságok technológiai fejlettségét tekintve igen nagy a szórás, így a tanulmányban igyekeztünk a költséges beruházást igénylő technológiák mellett olyan gyakorlatias megoldásokat is felvonultatni, amelyek a termékek előállítási folyamatai során lehetőséget adnak arra, hogy eleve elkerüljük a melléktermékek, hulladékok keletkezését, vagy amelyek révén hasznosítani tudjuk őket a lehető legmagasabb szinten. A tanulmány kitér a folyamat energetikai szükségleteire és az itt elérhető költséghatékonyági lehetőségekre.

Bár már a tanulmány bevezetésében is felhívjuk a figyelmet arra, hogy a körforgásos gazdaság elsősorban egy tervezési feladat, ez nem jelenti azt, hogy a kizárólag a létesítmény első tervrajzaitól kezdve van értelme vele foglalkozni. Természetesen növeli a hatékonyságot, ha a kezdetektől figyelembe tudjuk venni a körforgásos gazdálkodás rendező elveinek szempontjait, de azzal is rengeteg energiát és erőforrást lehet megtakarítani, ha csak az üzemeltetés során kezdjük el alkalmazni a szemléletmódból fakadó fogásokat.

Tekintettel a térség piaci szereplőinek sokszínűségére (9.4. fejezet), nagyon tanulságos lehet holland Circle Economy szervezet által 2016-ban kiadott A körforgásos tejgazdaság - A gazdák által vezetett, „nettó pozitív” körforgásos tejgazdaság iparági modell üzleti esete c. kiadványa. Ebben a gazdaságokat a legeltetési mód és a rendelkezésre álló források, valamint az elérhető technológiák három kategóriába sorolva mindegyiknek külön stratégiát ajánl a körforgásos átmenetre:

Optimalizált legeltetés: Maximalizálja a földterület termelékenységét, miközben kihasználja a biológiai és technológiai folyamatokat a körforgás eléréséhez.

Széleskörű legeltetés: A biológiai folyamatok és az organikus gazdálkodás ihlette, hogy helyben zárja le a talaj-növény-állat-trágyakört.

Intenzív, fejlett technológiával ellátott üzemek: A technológiai megoldásokat kihasználva zárja le a tápanyag-, üvegházhatású gáz- és vízkörforgásokat.

A kiadványban 3 lépést fogalmaztak meg a döntéshozók számára a tejipari szektor körforgásos átmenetbe való támogatására, amelyeket érdemes lehet megfontolni a vizsgált régióban is:

1. Építsenek ki partnerséget az élen járó gazdákból és kulcsszereplőkből a tejipari értéklánc mentén, hogy azok befektessenek a rendszerszintű változásba és támogassák a mélyreható kutatásokat.
2. Fejlesszenek körforgásos utakat a különböző tejtermelői gazdasági modellek számára, összehasonlítva azok teljesítményét a környezeti, gazdasági és társadalmi mutatók széles spektrumán.
3. Teszteljenek, próbáljanak és tanuljanak, segítve a gazdákat a legjobb gyakorlatok alkalmazásában és hatékonyan implementálva a helyi sajátosságok miatt szükséges változásokat.

8 Felhasznált irodalom

Aleksza László Hulladékgazdálkodás 2017 TÁMOP-4.1.1.C-12/1/KONV-2012-0018

Aleksza, László and Varga, Zsolt and Fekete, György (2023) Komposztmester: A közösségi komposztálás kézikönyve. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő.

Dr. Aleksza László & Dr. Fogarassy Csaba: A körforgásos gazdaság értelmezése a hulladékrendszerekben és az agráriumban, a lineáris-körkörös átalakulás szektorális jellemzői TANULMÁNY, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő. (2021)

Alexa, L., & Fekete, G. (2023). A körforgásos gazdaságra történő átállás előkészítési feladatai a mezőgazdasági és zöldhulladékok esetében.

Boda László, Orbán Róbert: Az Őrség és a Vendvidék - Kalauz turistáknak és természetbarátoknak, BKL Kiadó, 2004., Szombathely

Bokor, L. (2012). Gondolatok a Muravidék elnevezéséről és területi határaitól. *Földrajzi közlemények*, 136(1), 56-65.

D.1.1.2. A bevált gyakorlatok, lehetőségek és ismeretek gyűjteménye, az Interreg VI-A Szlovénia-Magyarország Programban megvalósuló In2Local SIHU00007 projekt keretében készült dokumentum, az Európai Regionális Fejlesztési Alap támogatásával

Fisher, K., & Whittaker, D. (2018). Opportunities to reduce waste along the journey of milk, from dairy to home. *Waste and Resources Action Programme*.

<https://www.wrap.ngo/resources/case-study/opportunities-reduce-waste-along-journey-milk-dairy-home>

Dr. Hegóczki József, Dr. Pándi Ferenc, Dr. Vereczkey Gábor: Élelmiszer-ipari hulladékok statisztikája, Statisztikai Szemle, 87. évfolyam 3. szám

https://www.ksh.hu/statszemle_archive/2009/2009_03/2009_03_287.pdf

KVVM Környezetbiztonsági Főosztály: Útmutató az elérhető legjobb technika meghatározásához a tejfeldolgozás terén Budapest, 2005. május

https://ippc.kormany.hu/download/c/e9/70000/tej_utmutato.pdf

NÉBIH: Maradék nélkül (2023) Kutatási összefoglaló

<https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/21442/Kutatasi+osszefoglalo+Haztartasi+elelmiszerhulladek+felmeres+2023.pdf>

Profikomp Környezettechnika Zrt. (2021): Az EU körforgásos gazdaság programjának hatása a hazai mezőgazdaságra

Regulation (EU) 2024/1781 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for sustainable products, amending Directive (EU) 2020/1828 and Regulation (EU) 2023/1542 and repealing Directive 2009/125/EC (Text with EEA relevance)

Szakály, S. (szerk.), 2001. Tejgazdaságtan. Dinasztia Kiadó, Budapest

Szendrei, J. (2005). A biomassza energetikai hasznosítása.

De Wit, M., Bardout, M., Ramkumar, S., & Kubbinga, B. (2016). The Circular Dairy Economy-Exploring the business case for a farmer led, 'netpositive' circular dairy sector. *Publisher: Circle Economy/Friesland Campina in Holland.*

https://assets.website-files.com/5d26d80e8836af2d12ed1269/5e1d76b3a12b0a174b858215_the-circular-dairy-economy.pdf

<https://consorzio-virgilio.it/en/environment-sustainability>

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview#principles>

https://hu.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6rforg%C3%A1sos_gazdas%C3%A1g

<https://eur-lex.europa.eu/HU/legal-content/glossary/circular-economy.html>

<https://www.lowcarb-nocarb.com/homemade-natural-whey-protein-drink/>

<https://www.ruminantia.it/borsa-liquami-un-modello-virtuoso-per-una-produzione-sostenibile/>

<https://www.spomlek.pl/en/b2b/powdered-products/sweet-whey-powder>

http://www.termeszetvedelem.hu/_user/browser/File/Agrar/MT%C4%82%E2%80%B0T2015/%C4%B9%C2%90rs%C4%82%C2%A9g.pdf

<https://transpack.hu/2023/01/14/csomagolas-europai-hulladekkezelesi-rendszer-fejlodesi-lehetosegek-csomagolas/>

<https://www.ucc.ie/en/newtrients/blog/circular-economy-and-dairy-industry.html>

<https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/project/LIFE11-ENV-ES-000639/full-use-of-the-whey-produced-by-the-dairy-industry>

<https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/project/LIFE15-ENV-IT-000585/life-dop-demonstrative-model-of-circular-economy-process-in-a-high-quality-dairy-industry>

<https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/project/LIFE16-ENV-IT-000225/the-tough-get-going>

9 Mellékletek

9.1 Ábrajegyzék

1. ábra: Az EU Hulladék Keretirányelvében meghatározott hulladék kezelési hierarchia.....	5
2. ábra: Az Ellen MacArthur-féle pillangó diagram a körforgásos gazdaság működéséről	6
3. ábra: Az Őrség és a Vendvidék magas természeti értéket képviselő területei.....	11
4. ábra: Tipikus tájkép az Őrségből	12
5. ábra: Az élelmiszer-ipari termékek előállítása során keletkező hulladékok.....	13
6. ábra: tejsavó, mint házi készítésű fehérje ital	15
7. ábra: A tejsavóból előállított tejpor.....	19
8. ábra: A biomassza energetikai hasznosításának lehetőségei	21
9. ábra: A VIRGILIO modell körforgása.....	23
10. ábra: Tejipari szennyvíz flotációs előtisztításának folyamatábrája:	27
11. ábra: A NEWTRIENTS Projekt által vázolt takarmányozási koncepció	28

9.2 Táblázatok

1. táblázat: a körforgásos gazdaság megvalósulásának előnyei a különböző gazdasági szinteken	4
2. táblázat: Az élelmiszeripar különféle ágazataira vonatkozó specifikus hulladék indexek	9

9.3 Közelgő szakmai rendezvény

GLOBAL EVENTS, VIRTUAL EVENTS

IDF Circularity in the Dairy Chain Symposium 2024

DATE: December 3 – 4, 2024



Registration

Registration is now open. Find here the details for fees and payment, terms and conditions, and contact information for further queries.

Early bird (*Ending 11th November*): Public 150 euros, IDF member 125 euros, Student 0 euros, company pack (5 participants) 500 euros

Normal fee: Public 175 euros, IDF member 150 euros, Student 0 euros, company pack (5 participants) 625 euros

Register here
(<https://shop.fil-idf.org/products/registration-for-the-idf-symposium-on-circularity-in-the-dairy-chain>)

https://fil-idf.org/idf_events/idf-circularity-in-the-dairy-chain-symposium-2024/

9.4 D.1.1.2. A bevált gyakorlatok, lehetőségek és ismeretek gyűjteménye c. dokumentumban beazonosított helyi tejipari termelők

	Helyi vállalkozás	Fenntartható megközelítés	Tevékenység	Feldolgozás	Termékek vagy szolgáltatások	Csomagolás	Forgalmazás	Értékesítés és végső fogyasztás	Hulladék bármelyik szakaszban	Újrahasznosítás bármelyik szakaszban
30	NÉMETH Eszter Anita	az állatállomány etetése vagy a sajtkészítésből származó savóhulladék felajánlása	takarmány széna, gabona, állattenyésztés	sajt előállítása sovány tejből	juhsajt, portsalute, parenyica sajt, túró, túró	wacuuming	saját szállítás (pótkocsival)	értékesítés itthon és a helyi piacon Óriszentpéteren	savó	a savót az állatok takarmányozására használják vagy további felhasználásra elszállítják
37	KÉRY Gabriella - Őrség Kapuja Farm	igen, rekultiválás és komposztálás	fűrjtojás és az abból készült termékek értékesítése, gyógynövénytészák és lekvárok készítése, kecsketenyésztés és kecsketejfeldolgozás.	fűrjtojás füstölése és főzése, tejtermékek készítése kecsketejből; dzsemek és szirup készítése gyógynövényekből	fűrjtojás és füstölt fűrjtojás, tojáskrém és gyógynövénytészák, valamint lekvár és kecsketejből készült tejtermékek	poharak és papír a tojásokhoz	saját szállítás	otthon; a helyi piacokon; a Facebookon keresztül	zöld hulladék és tojáshéj	a zöldhulladék és a tojáshéj komposztálása
40	KÖVESDI Máté	nincs műtrágya, az állatállományt fűvel etetik, nincs szántás, közvetlen regenerációs vetés/humusz regenerálás, napelemek a saját energiaszükségletre	állattenyésztés, mezőgazdaság, tejtermelés	robotikus fejés	nagyüzemi tejtermelés	/	tejautomata, egy (a vevő cégéhez tartozó) teherautó kétnaponta szállítja el a friss tejet.	a tejet egy gyárnak adják el	szerves hulladék és trágya	a trágyát visszaforgatják a talajba. A takarmány tárolására és takarására használt műanyag hulladékot nem lehet újrahasznosítani vagy pótolni.
48	Ferencz porta, Zaicz Tibor vállalkozó	napelemek	gazdálkodás (kecske, juh, sertés, baromfi, szarvasmarha), házi élelmiszer-feldolgozás	borkészítés és sajt készítés	bor, tejtermékek (házi sajtok, vaj)	fólia, zsákok	saját szállítás	közvetlenül a gazdaságból	/	igen
51	Jáki Rácz Major	állattenyésztés, saját GMO-mentes takarmány és húsfeldolgozás	növénytermesztés és állattenyésztés, hús és feldolgozott húskészítmények, tejtermékek	húsfeldolgozás (füstölés) tejtermékek előállítása	feldolgozott húskészítmények, füstölt húskészítmények, tökehúsok, tejtermékek	főként papír	/	a termelői piacokon és a kistermelői boltjukban	/	/

5 4	Rudolf László	/	áfonyatermesztés, kecsketenyésztés	kecsketejből sajt készítése, kenyérsütés, lekvárkészítés	sajtok, kenyér, lekvárok, áfonya	/	saját szállítás	termelői piacokon, helyben, postai kiszállítással	szerves hulladék	komposztálás vagy állatok etetése
5 5	Porta MészÁsó	szelektív hulladékgyűjtés, permakultúra, mesterséges ízfokozók nélkül, biotermékek	állattenyésztés, szőlőtermesztés	tejtermékek és bor készítése	tejtermékek, bor	papír, pálmalevél tálcák	saját szállítás	személyesen, közösségi kosár	savó, szerves hulladékok	az állatok etetése