

AZ ÉLETCIKLUS VIZSGÁLATOK LÉNYEGE ÉS A KENYÉR ÉLETCIKLUS ELEMZÉSE

TÓTHNÉ SZITA KLÁRA

Technológia Tanszék

ÖSSZEFOGLALÓ

Az életciklus elemzés a termékek piaci életpályájának vizsgálatára a mikroökonómiában régóta alkalmazott módszer. A 70-es évek elején a globális világmodellekben a rendszerelemzések fontos alapeleme volt. Termékek gyártási folyamatára vagy termékekre és technológiák vizsgálatára azonban csak a 80-as évek végétől alkalmazták. A 90-es évek elejétől egyik széles körben alkalmazott eszköze lett a termékek és technológiák környezeti hatásvizsgálatának. Bár ekkor még nem volt egységesen elfogadott módszer, és alkalmazását sok vita is kísérte, de egyre több érv és vélemény hangzott el az életciklus vizsgálatok (LCA) mellett, sőt 1997-től az ISO 14000 szabványsorozat (40, 41, 42, 43) tagjaként a környezeti menedzsment rendszer nélkülözhetetlen eleme lesz.

Az LCA szorosan kapcsolódik a technológiák környezetterhelésének vizsgálatához, illetve a környezetbarát termékek bevezetésének gyakorlatához. Segítségével ártértékelhetők a tevékenységek és technológiák, feltárható a termékekhez kapcsolódó környezetterhelés és a szennyezés csökkentés lehetősége. Élelmiszeriparban főként csomagoló anyagok összehasonlító elemzéséhez, a környezetbarát jelöléseknél alkalmazták.

A tanulmány összefoglalja az életciklus elemzésekkel és ökomérlegekkel kapcsolatos eddigi kutatások legfontosabb megállapításait, és bemutatja saját kutatási eredményeinket. Konkrét termék (kenyér) életciklus elemzése mellett a kutatás nehézségeire és az eredmények hasznosítására vonatkozó javaslatot fogalmaz meg.

Az ökomérleg és életciklus elemzés lényege

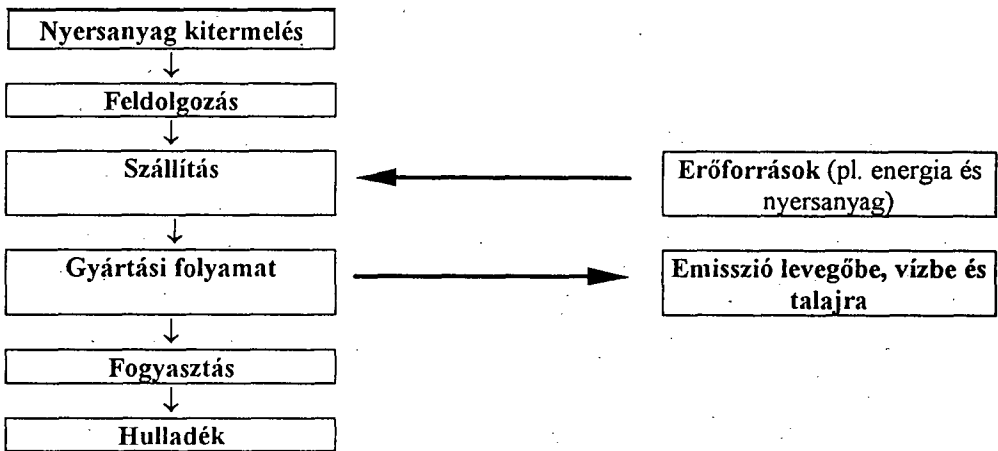
A környezettudomány fejlődésével az életciklus elemzés egyik módszere lett a termékek, a termelés vagy szolgáltatás által előidézett környezetterhelés- és környezeti hatás vizsgálatának.

Fejlődése sokoldalú felhasználhatóságának köszönhető. Alkalmos:

- *alternatív termékek és szolgáltatások elemzéséhez,*
- *egy bizonyos termék vagy szolgáltatás eltérő életútjának összehasonlítására,*
- *egy életcikluson belül a legerősebb szennyezőhatások azonosítására,*
- *a technológián belül a fejlesztési lehetőségek felismerést szolgálja.*

Alapvetően a környezetvédelmi életciklus vizsgálat egy bölcsőtől a sírig tartó **input - output analízisre** épül, és az anyag- és energia áramlási folyamatok tanulmányozását jelenti, beleértve az emissziókat is, a nyersanyagoktól a közbenső termékeken át a végtermékig, sőt annak használata és hulladékként való kezelése, elhelyezése során (1.ábra). Az LCA - amit életciklus analízisnek, élettartam becslésnek is fordítanak - olyan termékvonala elemzés, amely tartalmazza az alábbiakat:

- az anyag és energia mérleg,
- hatásmérleg,
- társadalmi következmények és a
- gazdasági értékelés.



1.ábra Termékek életciklusának általános sémája¹

Az ökológiai mérleg (tárgyi mérleg+hatásmérleg) szűkített LCA-ként értelmezhető.

A tárgyi mérleg felállítása a következő szakaszból áll:

- termékfa megszerkesztése a nyersanyagoktól a késztermékekig,
- a termékfa felbontása alrendszerekre, modulokra,
- adatgyűjtés a modul mérlegek felállításához.

A tárgyi mérleg a termék vagy termelési rendszer életciklusához kapcsolódva tartalmazza az összes felhasznált anyagot, energiát, a keletkezett hulladékokat és emissziókat, és emellett figyelembe veszi a szállítási távolságokat, kapcsolt termékeket, a visszaforgatást, újrahasznosítást, ciklus számot, recycling megoldásokat és az energia adatokat funkcionális egységre számított energia, emisszió egyenértékben adja meg, és összegzi a hulladékokat. [4]

¹ Karin Andersson, Thomas Ohlsson and Par Olsson 1994 nyomán

A- hatásmérleg az előzőekben "leltárba" vett anyagok és folyamatok környezeti hatásának mennyiségi becslése, regionálisan vagy globálisan:

*ökológiai és humán-egészségügyi ártalmak,
a kibocsátások toxicitása és ökotoxicitása,
a veszélyeztetés becslése.*

A gyakorlati kezelhetőség szempontjából a hatásmérlegnek a környezeti ártalmak rangsorához célszerű igazodni.² Ezek némelyike jól kvantifikálható, mások csak minőségi-verbális módon értékelhetők.

A hatásmérlegek készítésénél a kritikus térfogatot (KT) is alkalmazzák, amely azt az elméleti víz és levegőtérfogatot jelenti funkcionális egységre vonatkoztatva, amely határértékig szennyezett.

Az életciklus elemzés vagy élettartam becslés az ISO 14040 szerint [3] egy rendszerezett eljárás sorozat egy termék vagy szolgáltatás életciklusához kapcsolódó anyag és energia inputok összegyűjtésére és tanulmányozására, valamint az azoknak tulajdonítható közvetlen környezeti hatásokra. A potenciális környezeti hatások a termékhez vagy szolgáltatáshoz kapcsolódó szempontok megbecsülésének módszere, a következők alapján:

- a vonatkozó inputok és outputok leltárának összeállítása,*
- az inputokhoz-outputokhoz kapcsolódó környezeti hatások értékelése,*
- a tanulmányozott tárgyhoz kapcsolódó leltár és a hatásfolyamatok eredményének magyarázata.*

Az életciklus elemzésnek van néhány elengedhetetlen lépése [6.]. Ezek a következők:

- 1. A rendszer és a rendszer határok meghatározása, amit különböző dimenziókban meg kell határozni.³ technológiai rendszer és természet közötti határok, földrajzi kiterjedés, idő határ, tökejavak termelése, a tanulmányozott és más rokon termékek életciklusa közötti határok.*
- 2. A környezet és források kölcsönkapcsolatának analízise. Ha viselkedés kölcsönös kapcsolatban van az életciklussal: a folyamatafa "életfa" (PT) rendszer, a technológia egészének vizsgálata (TW), vagy a társadalmi-gazdasági reláció (SW) elemzése használható.*
- 3. Becslés. Az LCA kiterjesztése a kvantitatív analízisen túl azokra a pontokra, ahol fejlesztés vagy javító intézkedések lehetségesek. Legegyszerűbb esetben ez a jobb vagy rosszabb megoldásról szóló nyilatkozat.*

Az LCA-hoz kapcsolódó metodológiai kutatások három nagy területen folynak: adatok összegyűjtése és értékelése, az adatok és hatásvizsgálati modellek készítése, valamint a környezeti teljesítmény fejlesztésének tervezése. A tapasztalatok szerint az anyag- és energia áramok adatai a nyersanyag-kitermeléstől az elsődleges termék

² Az Európai Környezettoxikológiai és Kémiai Társaság (SETAC-Europe) listáján az alábbiak szerepelnek: globális felmelegedés, ózon lebomlás, humán toxicitás, savasodás, eutrofizálódás, KOI, fotooxidáns képződés, területigény, szag és zajkibocsátás, munkabiztonság, szilárd hulladékok és hulladékfó.

³ Tillman, A-M és munkatársai

előállításáig rendkívül széles skálán mozognak, és szélszóró forrásokra épülnek, és azok minden esetben egyedi összegyűjtést igényeltek. A jobb reprodukálhatóság, az adott termelési struktúra jellemzése, a környezeti hatások azonosítása és mennyiségi értékelése valamint összehasonlíthatósága napjainkra már szabványosítást igényel.⁴ Emellett az is nyilvánvalóbbá vált, hogy a vizsgálatokat szoftverre építve kell elvégezni, és olyan vizsgálat módszereket kell alkalmazni, amelyek a jövő technológiai rendszereit is modellezni tudják.

A kenyér életciklusának vizsgálata

Kutatásaink során az egyik legnagyobb mennyiségben és általánosan fogyasztott élelmiszerünket a kenyeret kezdtük el először vizsgálni. Eredetileg az volt a célunk, hogy arra keressünk választ, vajon a kenyér fogyasztása a környezetszennyezések közvetítésében játszik-e szerepet, és az egészségi kockázatokhoz hozzájárul-e, vagy sem.

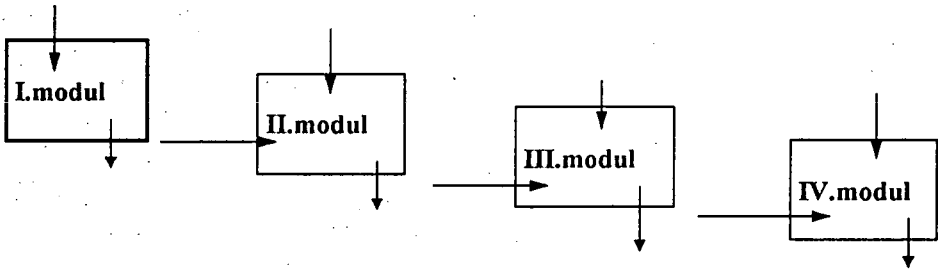
Ennek érdekében a sütőipari tevékenység és a környezet kölcsönkapcsolatát vizsgálva, gyakorlatilag a kenyér gyártási folyamatát követve elemeztük az egyes lépésekhez kapcsolódó szennyezéseket. Nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy egy olyan élelmiszeripari tevékenység hatását vizsgáltuk, amelynek ágazaton belül is rendkívül kicsi a környezeti kockázata.⁵ Úgy szerepel a köztudatban, hogy egyáltalán nincs környezetterhelő hatása. Ezt követően már nemcsak az output oldalakat, hanem az erőforrás felhasználást is vizsgálva a búzától a kenyér végső felhasználásáig 4 fő modulát állítottunk fel, és az életciklus elemzés módszerét kezdtük alkalmazni.

A modulok a következők voltak:

- növénytermesztés,
- a búza malmi őrlése,
- a kenyérgyártás, mint sütőipari tevékenység,
- kenyér értékesítés.

⁴ Ma szabványosítással kapcsolatos munkálatok zömmel a SETAC-Europe Working Group on Impact Assessment (WIA) csoportban folynak, svájci, holland, angol kutatók közreműködésével. Külön kutatásokat folytatnak az anyagok, energia, a közlekedés, élelmiszerek, fa, építészet, stb. életciklusának vizsgálatára.

⁵ Kerekes S és vizsgálatai alapján az ilyen jellegű tevékenységek esetén a környezeti menedzsment rendszerek kialakítása nem is szükséges, cseggendő, ha a környezetvédelmi szabályokat figyelembe veszik, üzemvezetői szinten megfelelő kezelni a problémát.



2. ábra A kenyér életciklusának modulja

A modulok outputjai a következő modulok inputjaiként jelennek meg. Modulonként számbavettük a legfontosabb inputokat és outputokat, sőt az alternatív technológiai megoldásokat is. Így egy-egy modul önmagában is lehetőséget biztosít a technológiák környezeti igénybevételének, környezetterhelésének összehasonlítására. A modulok közötti kapcsolódások ismerete lehetővé teszi a kevésbé káros vertikum felállítását, és a fenntarthatóságot jobban biztosító élelmiszer-előállítását.

A modulok kapcsolódása és a környezeti outputok a következők szerint értelmezhetők:

Az első modul - A búza termesztése

A modulban szereplő inputok:

vetőmag - fajta jellege, minősége befolyásolja a következő modulok output minőségét, de mennyiségi hatása is van. A vetőmag előkészítéshez felhasznált csávázószerek, mint növényvédelmi kemikáliák nélkülözhetetlenek, de kémiai összetételük változhat. Megnevezésük kémiai hatóanyag kg/t, illetve kg/ha mutatók alapján lehetséges.

A termőföld - és a talaj tápanyag utánpótlását biztosító műtrágya, szerves trágya, valamint növényvédő szerek mennyiségi és minőségi mutatói kg/ha, kg/l t búza funkcionális egységekkel.

A mezőgazdasági gépek a növénytermesztés elengedhetetlen kellékei a szántástól a betakarításig. Idesorolhatjuk a betakarítás utáni szállítás, szárítás berendezéseit is, továbbá a gépek üzemanyag szükségletét. Figyelembe vehető, mint a termelési ciklus alatt szükséges üzemidő/géptípus, üzemanyag/lóra, egy hektárra vetítve.

A humán erőforrás a termelési színvonal kialakítását meghatározó ugyancsak fontos tényező. A munkakultúra az iskolázottság, a szükséges munkaidő a gépesítettség illetve forgatóke nagyságának függvénye. Számszerűsíteni munkanap/ha, fő/ha funkcionális egységekkel kísérjük meg.

A természetes mutatók mellett monetarizált mutatókat is használunk. Utólagosan a statisztikai adatokból tudunk dolgozni. A modul belső szerkezetét és az abból adódó környezeti hatásokat tervezni lehet, de számos külső természeti tényező előre nem látható hatása jelentősen módosító hatásokat eredményezhet, amelyek elsősorban az áralakulást befolyásolják.

A modulban szereplő outputok: búza, szalma, törek és pelyva. Továbbá outputként jelenik meg a mezőgazdasági műveléshez felhasznált vegyi anyagok kiporzása, kipárolgása, a mezőgazdasági gépek légszennyezése, talajszerkezetet befolyásoló hatása, az üres vegyszeres göngyölegek veszélyes hulladéka. Egyes szerzők szerint a szántóföldi növényeken alkalmazott növényvédő szerekből a légkörbe elpárolgás révén kerülő mennyiséget 50%-ra becsülik, amelynek túlnyomó része örvénylő diffúzió révén még az ionoszférába is eljut.⁶ Az első modul mérlege a következő:
 vetőmagzsükséglet 400 kg/ha - termésátlag 4685 kg/ha 1994-ben⁷.
 műtrágya 120 kg, növényvédő szer 5kg - 1%, 50 % légszennyezés
 üzemanyag 150 l Diesel/ha -

Az első blokk környezetszennyezése a következő egyenlet alapján írható fel:

$$K = \sum_{i=1}^{i=n} xi, \text{ ahol}$$

x_i az i -edik komponens környezetterhelése valamennyi környezeti elemet figyelembe véve.

A levegőre vonatkoztatott környezetterhelés 1 hektáron a következő:

$$K = X_{\text{műtrágya, lev.}} + X_{\text{pesticid, lev.}} + X_{\text{kipufogógáz, lev.}} + X_{\text{talajkiporzás}}$$

$$K = 1,2 \text{ kg} + 2,5 \text{ kg} + 10 \text{ kg} + 15 \text{ kg} = 28,7 \text{ kg} / 1 \text{ ha},$$

Feltételezve, hogy ez mind szállópor formájában van jelen, a határkoncentráció figyelembevételével ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ez $28\,700\,000\,000/200 = 143\,500\,000 \text{ m}^3$ szennyezett levegőt eredményez 1 hektárra. Ha a funkcionális egység 1 kg búza⁸ $30\,000 \text{ m}^3$ lesz a levegő környezetterhelése, ha pedig 1 t búza: $3 \times 10^7 \text{ m}^3$.

A környezetterheléshez hozzá kell adni a veszélyes hulladékok mennyiségét és a talajba bemosódó vegyszereket is. Pontos mérlegek azonban csak kísérleti, tapasztalati adatok alapján készíthetők.

⁶ Stefanovicss Pál (1977): Talajvédelem, környezetvédelem című munkájában a növényvédő szerek talajban való viselkedéséről bővebben olvashatunk.

⁷ Az átlagtól eltérnek a farmok, vállalkozások és szövetkezetek egyaránt. 1993-ban és 1994-ben is különböző átlagtermések adódtak az egyes területeken. Mindkét esetben a vállalkozások esetében voltak magasabb termés eredmények. Míg 1993-ban a vállalkozásokra 3170 kg/ha, 1994-ben 4820 kg/ha volt a jellemző. Az eltérések oka a vetőmag fajta, eredet, a felhasznált növényvédő szer, talajerő utánpótlás, termőhelyi adottságok következménye.

⁸ Az egy hektárra jutó termésátlag 4685 kg figyelembe vételével.

A második modul a búza malmai őrlése

A kenyérgabonák őrlésének jelentőségét aligha kell kiemelni, hiszen olyan alapvető élelmiszeripari termékek alapanyagát szolgáltatja, mint a kenyér, száraztészta, tartós édesipari termékek.

A feldolgozás input oldala mindenekelőtt a búza, a technológiai célból adagolt víz, az energia, és a rendelkezésre álló beruházási javak köre. Az output oldalon a céltermékek (búza, dara) és melléktermékek (korpa, csíra, koptatói melléktermékek) mellett megjelenik néhány szennyezőforrás (zajkibocsátás, porterhelés) szállításkor keletkező káros anyagok (füst, korom, NO_x , CO , CO_2) veszteségként kimutatható energia, karbantartáskor keletkező veszélyes hulladék.

A malmai feldolgozás-technológia a búza tárolásán kívül 3 fő részből áll:

- A búza előkészítése őrlésre,
- A búza őrlése,
- A késztermékek keverése.

Az előkészítés során a búza halmaztisztítása, a felülettisztítása és a kondicionálása történik. Ezen műveletek során képződő koptatói melléktermékek (héjanyagok, törtszemek) más iparok (mindenekelőtt a keveréktakarmány-gyártás) egyik alapanyagát adják, tehát a biológiai rendszerbe mint "hasznos anyag" kerülnek. Más a helyzet a hulladék anyagokkal, ugyanis ezen anyagok jelentős része értéktelen vagy kifejezetten káros (például a peszticidekkel, szántóföldi szermaradványokkal szennyezett földpor és egyéb szerves és szervetlen szennyeződések). Természetesen a melléktermékek egy része (pl. ledörzsölt héjrészek) - noha hasznosítható anyag - tartalmaz szermaradványokat.

A kondicionálás során az input tényezők közül a víz emelhető ki amely egyre dráguló erőforrás, bár a nedvesítéshez felhasznált víz mennyisége a többi élelmiszeripari technológiákhoz képest elenyésző. Átlagosnak tekinthető napi 150 tonna búza őrlése esetén 6 %-os arányt tekintve mintegy $9 \text{ m}^3/\text{nap}$ mennyiséget jelent. Itt kell megemlíteni, hogy a hagyományos (mosógépes) technológiák vizigénye és szennyvízkibocsátása igen jelentős volt és többek között ez okozta a korszerű (száraz) előkészítési technológiák elterjedését. Csak az érzékeltetés végett közöljük, hogy ennél a technológiánál a vízfelhasználás 1-4 liter/kg búza volt, ami 150 tonna búza őrlése esetén $150-600 \text{ m}^3$ ivóvíz felhasználást és ugyanennyi szennyvízkibocsátást jelentett.

A malmai feldolgozás második lépése az őrlés. Ennek során jelentős energia-befektetés árán kapjuk meg azokat az őrleményeket, amelyek aztán osztályozás (szitálás) után a lisztkeverő üzemen részbe továbbítva a késztermékeket adják.

Az őrlés legfontosabb input oldali tényezője tehát az energia és némileg paradox módon ez is lesz a legjelentősebb output oldali tényező is. Ezen ellentmondás feloldásához ismernünk kell az aprításnak az energia hasznosulását, amely azonban sajnálatosan igen kicsi. Aprításenergetikai kutatások bizonyítják, hogy az aprításra befektetett elektromos energiának csak 1-5 %-a fordítódik az aprózódásra, a többi gyakorlatilag veszteségként jelentkezik.

A malmok energia-felhasználása az alkalmazott őrlési eljárástól, a belső anyagmozgatástól és technikai felszereltségtől függően széles határok között változik.

Egy korszerűnek tekinthető - az előzőekben már szóba került - 150 tonna / 24 ó. kapacitású malomüzem teljes energia-felhasználása 60-85 kWh / t .

A lisztkeverő üzemrészben számottevő output tényező a porterhelés (bár ezt gondos üzemeltetéssel jóval a megengedett határérték alá lehet szorítani) valamint az ömlesztett liszt kiadagolásakor alkalmazott léglazításhoz használt légszállító gépek (fúvók) jelentős energia igénye és zajterhelése.

A malmokban lévő gépek zaj- és rezgés kibocsátása az elmúlt évek erőfeszítéseinek és az új technológiák, anyagok térhódításának köszönhetően lényegesen csökkentek. A szerzők saját mérései is igazolják, hogy a zajterhelési értékek megfelelnek az érvényben lévő előírásoknak. Kétségtelen tény azonban, hogy sok régebbi (főleg belterületen üzemelő) malom a nyári időszakban néhány dB-el túllépi a határértékeket.

A köztudatban "poros" iparágként elkönyvelt malomipar porkibocsátása jóval elmarad "várakozásoktól". Komoly poremissziós értékeket csak régi, korszerűtlen portalanító rendszerrel felszerelt malmoknál és súlyos üzemzavaroknál lehet mérni. Ekkor jelentős mennyiségű por kerülhet a környezetbe, melynek legfőbb problémája, hogy viszonylag kis szemcseméretű (80-100 μm), tehát a kiülepedési ideje hosszabb.

A harmadik blokk - a kenyérgyártás

Input oldalon tartalmazza: a lisztet, vizet, élesztőt, sót, adalékanyagokat, sütőipari gépeket, energiát, humánerőforrást. Anyagmérleg szerint 100 kg liszthez 60 liter ivóvíz minőségű vízre, 3 kg élesztőre, 2 kg sóra és 57 MJ energiára van szükség. Az output oldalon ebből keletkezik 130-150 kg kenyér. Bár köztudottan a sütőipar sem tartozik a szennyező iparágak közé, mégis beszélhetünk levegőszennyezésről, zajterhelésről, hulladék problémáról, ha csak a kibocsátást vizsgáljuk. Ha viszont az input oldali hatásokat is bekapcsoljuk az elemzésbe, sokkal árnyaltabb képet kapunk a sütőipar környezetterheléséről.

A sütőipar technikai, műszaki színvonala, üzemmérete erősen differenciált. Az elavult technológiai vonalak ugyanúgy megtalálhatók, mint a legkorszerűbb olasz vagy francia berendezések, amelyek kis vagy középüzemekben találhatóak. A termelési volumen összességében alig változott, viszont termékszerkezetben gyors elmozdulás figyelhető meg a vevőért folytatott harcban. Ha a termékek előállításához szükséges energiát, mint erőforrás igénybevételt vizsgáljuk, úgy a nagyszámú üzem egyműszakos működése miatt fajlagos energia-felhasználás növekedésével kell számolni. Ez az 50 %-os, vagy annál kisebb arányú kapacitás kihasználás mellett működő üzemeknél elérheti a 0,1 kJ/t értéket is, amit nem kompenzál a jó hatásfokkal működő kis üzemek műszaki színvonala. A villamos energia felhasználásban a kézi erővel történő megmunkálás csekély megtakarítást eredményez.

A CO, NO_x kibocsátások határérték alattiak. Természetesen vannak különbségek az egyes kemencék gáz szükséglete és a kibocsátott füstgáz emissziók között, ami jól látható a következő táblázatból.

Kemencék összehasonlító adatai

1. táblázat

Paraméterek	PTC kemence	Mondiál kemence
Gáz fogyasztás Nm ³ /h	53	42
Kibocsátott CO kg/h	0,12	0,03
Kibocsátott SO ₂ kg/h	-	-
Kibocsátott NO _x kg/h	0,02	0,3

A termékek szállításával összefüggő légszennyezés egyértelműen megnövekedett, és ez elsősorban a városi immisziós értékek növekedésében mutatkozik meg. Levegőszennyezés forrása lehet az üzemek liszt tárolója is, de ez nem jellemző. A sütőipari tevékenységnek zajterhelése nincs. Veszélyes hulladékok nem keletkeznek, egyéb technológiai hulladékok különösen a kis és középüzemekben gyakorlatilag nincs. A gépjárművek karbantartásával összefüggő hulladékok nem a sütődékben jelentkeznek. A sütődék jelentős vízfelhasználók, 100 kg liszthez 60 l ivóvíz szükséges, de ezzel szemben technológiai eredetű szennyvizük minimális, csak a takarítás szennyvizei jutnak be a csatornába.

A negyedik modul - a kereskedelem

A kereskedelem a kenyér életciklusa szempontjából a környezeti kontaminációk veszélyét hordozza magában, ami szoros kapcsolatban van a szállítási kultúrával az áru minőségének megőrzésére tett intézkedésekkel. Input oldalon szerepel maga a kenyér, a kenyér szállítására használt göngyöleg, a kenyér szállítására alkalmazott gépkocsi, a készáru szállításával foglalkozó személyzet, a szállításhoz szükséges üzemanyag. A gazdasági társadalmi átalakulás következtében egyértelműen megnőtt a szállítással foglalkozó gépjárművek száma. Minden sütődéhez kapcsolódik legalább egy szállító jármű. (A sütő üzemek kapacitásbeli különbségéből adódóan típusban, méretekben, üzemanyag-fogyasztásban széles skálát ölelnek fel.) A tulajdonviszonyok változásával a kenyér szállítása és fogadása kisebb környezeti kontaminációs veszéllyel jár, a személyes átvétel általánossá vált. A minőség megőrzés szempontjából fontos a kenyér tárolására kijelölt hely tisztasága, a személyzet személyi higiéniája, és a fogyasztási igény helyes felmérése. Output oldalon a fogyasztásra vásárolt kenyér szerepel. Láthatóan kevesebb száraz kenyér marad meg, és kevesebb száraz kenyér kerül a szemétkosárba, a kenyér árak drasztikus emelkedésével. Ami pedig mégis oda jut, mint a biomassza, környezetterhelést egyáltalán nem jelent. A száraz kenyér visszarámolatása alapját képezheti a kenyér morzsa gyártásnak, sőt biotechnológiai eljárások táptalajaként is megjelenhet.

Összefoglalás

A kenyér életciklusának összegzett környezetterhelését az egyes modulokban tapasztalható alternatív technológiai megoldások miatt nehéz megadni, mert a számításához szükséges adatok csak részben állnak rendelkezésre. Ugyanakkor a számítás logikáját követve könnyebben eldönthető, hogy a termelés gazdaságossága szempontjából a környezettel összefüggő hatások mekkora hányadot képviselnek, szükséges-e fenntartani egy nagy energiahányaddal dolgozó berendezést, vagy pékséget, vagy helyettesíthető-e az egyik üzemből származó termék más üzem kenyérével. Összegezve 1 t kenyérre:

természeti erőforrás szükséglet: 30 l Diesel olaj + 60-85 kWh villamos energia + 40 MJ gázenergia + 0,6 t ivóvíz minőségű víz, keletkezik több mint 3×10^7 m³ szennyezett levegő, több 10 kg veszélyes hulladék.

Alapvetően a kenyér életciklus elemzésénél nem az volt a célunk, hogy környezetterhelő hatások, vagy erőforrás igények bemutatásával bárkit is lebeszéljünk a kenyér fogyasztásáról. Ugyanakkor szeretnénk volna a gyártók figyelmét ráirányítani a rendszerszemléletben történő értékelésére, mert ebben a megvilágításban a tevékenységek környezetre gyakorolt hatása és a gazdaságosság megítélése is átértékelődik. A gyakorlati tapasztalatok igazolják, hogy az LCA mind a környezeti menedzsment rendszerek kialakításánál, mind a környezeti teljesítmény értékelésében és a fejlesztési lehetőségek felismerésében hasznos segítséget jelent, és a szabványosítással az értékelési problémák is áthidalhatóvá válnak.

IRODALOM

1. Karin Andersson, Thomas Ohlsson and Par Olsson (1994): *Life cycle assessment (LCA) of food products and production systems. Trends in Food Science and Technology*, 5. 134-138.
2. Huang E., D. Hunkeler(1996): *Life cycle analysis: Summary of an executive fortune 500 survey and a Japanese comparison.*
3. ISO 14040 : *Environmental Management- Life Cycle Assessment*
4. Klöpffer, W.(1993): *Ökobilanzen als Instrument der Produktbewertung. Chemie-Ingenieur-Technik*, 65.k.11.1313-1317.
5. Neil Kirkpatrick(1995): *Life Cycle Assessment*
6. Erwin Lindeijer (1995): *Draft Chapter 7 of WIA report on Impact Assessment. Valuation in LCA. IVAM Environmental Research Univ.of Amsterdam. Charirman SETAC-Europe WIA Valuation Subgroup. version August. 20p.*
7. Stahlmann, V. (1995): *Ökobilanzen für Untermehmen- Stand, Anwendung und perspectiven. VEÍÓ Journal*, 11.46-53.
8. Tóthné Szita K., Gyimes E.(1996): *Az életciklus elemzés élelmiszeripari alkalmazásának vizsgálata Nemzetközi Környezetvédelmi és Innovációs Konferencia. Veszprém. Tanulmánykötet. 33-45.o.*
9. Kerekes, S., D. Rondelli, Vastag, Gy. (1995): *A vállalatok környezeti kockázatai és a vállalatvezetők felelőssége. Közgazdasági Szemle*, 9. 882-895.

**LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA), ECOBALANCE AND
COMPARATIVE ANALYSIS FOR DIFFERENT FOODS**

KLÁRA SZITA, TÓTH

*University of Horticulture and Food Industry
College of Food Industry
H-6721 Szeged, P.O.Box 433*

ABSTRACT

The life cycle assessment is an applied method for investigation of product's way in the market for long time. At the first part of 70th years that was a very important basic of the system analysis in the global world model. It used for energy and resources. When the environmental problems was increasing the eco-balances and life cycle change assessment have been made, which were basic of LCA. It used to investigate processing of products, technologies or products only since end of 80th years.

There is direct relationship between entrance of the Life Cycle Assessment and the investigation both of the environmental load of technology and environmentally friendly products. In the food industry the LCA given an additive information to the comparative analysis of packaging. The LCA can help to assess the activities and technologies. We can know the load of such activities what we did not see earlier. Although it has been not total clearly but there are suggestions for standardisation of procedures.

Through the research we investigated the possibility of food industrial using of the LCA. Our research plan' content over a comparative analysis for more food product but this time we made detailed LCA for bread and we are working on other food's LCA (acid milk cream, sausage).

One hand this paper shows the most important thesis of LCA research work and methodological aspects of LCA through the international professional literatere other hand it presents owner results of research. Behind a concrete product's (bread) LCA we give a proposals for using of this method too.