

# A bioszén környezetre gyakorolt hatása élelciklus elemzéssel

Környezeti Mikrobiológia és Remediáció - esettanulmány

Készítette: Kiss Daniella (BME)



# Mi is az a bioszén?

- A bioszén növényi és/vagy állati eredetű biomasszából vagy szerves hulladékból előállítható stabil anyag.
- Állati csontból előállított bioszén (ABC) magas kalcium-foszfát és alacsony széntartalmú termék. Makropórusos és lassú kioldódású természetes foszfortárgya
- Fokozza a homokos, elöregedett talajok termékenységét
  - Tökéletlen égésből származó növényi/állati eredetű szén
  - Növényi alapú bioszén magas stabil széntartalmú, mikor és mezopórusos szerkezetű talajjavító. Magas nedvesség-, tápanyagmegtartó, és szénmegkötő képesség. De trágyázó hatása gazdaságilag elhanyagolható.



# A bioszén története

- Amazonas medencéjében az amerikai bennszülöttek használták először  
Elásták a szerves hulladékot, és így növelték a talaj termékenységét  
(Időszámításunk előtt 450. )



- 1900-as évek elején terjedt el Európában is

- Az elmúlt harminc évben nagyon felgyorsultak a bioszénrel kapcsolatos kutatások, rengeteg tudományos konzorcium, de kevés ipari gyakorlatban való felhasználás.
- Hatalmas adatbázis gyűlt fel az évek során: több ezer tudományos cikk, komplex tudományos tudásbázis, ami lehetővé teszi a bioszén gazdaságos ipari alkalmazását

# A bioszén előállítása

- Pirolízissel: különböző szerves anyagú hulladék aerob vagy anaerob környezetben hő hatására lebomlanak. Exoterm folyamat.
- Három típusú termék keletkezik:
  - *Szintézisgáz*
  - *Folyékony termék (olaj, kátrány)*
  - *Szilárd termék (bioszén)*
- Folyékony termék:
  - Szintetikus tüzelőanyagok gyártása
  - Energiájával üzemeltethető a pirolizáló, *in situ* módon elégethető, így nincsen szükség külső energiaforrásra
- Káros anyag kibocsátása kisebb
- Kevesebb hulladékkezelési probléma
  
- Negatív ökológiai lábnyom: minden egyes szénatom a talajba kerül, ezáltal csökkenti a széndioxid kibocsátást

# A bioszén előállítása

## Hagyományos földhalom égetőkemence (Boksa)

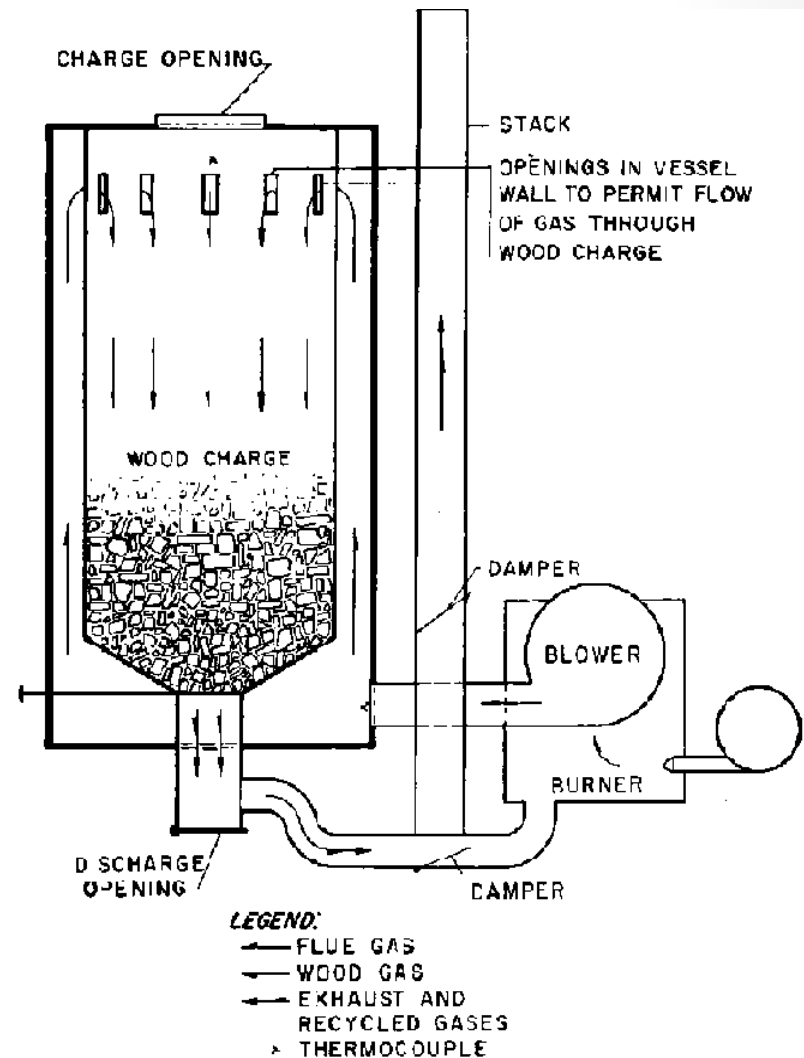
- 19. század eleje
- Hosszú, hasábot fa – szabályos rendben egymás mellé
- Lehullott levelekkel és földdel takarják be
- Lassan, füst nélkül gőzölögve izzik (8-12 napig)
- Légszennyező



# Retorta kemence

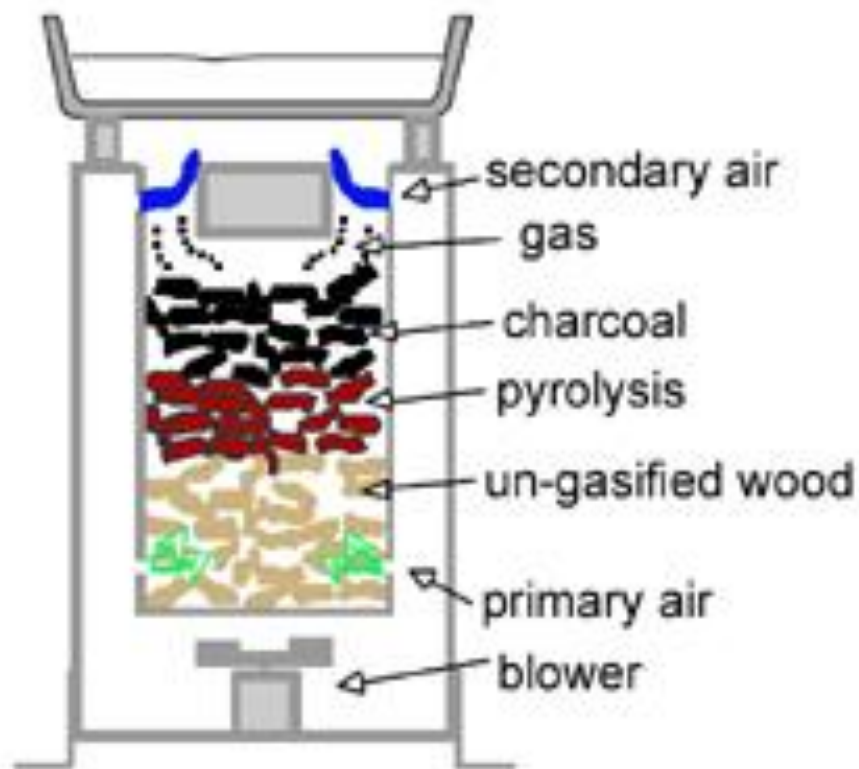
- Kevesebb emisszió
- Korszerű hőkezelési technológia
- Gázcirkuláció

# A bioszén előállítása



# A bioszén előállítása

- Elgázosító kályha
- Legmodernebb, leghatékonyabb
- Felszabaduló gázokat is hasznosítja
- Hatásfok nő



# Mi az az életciklus elemzés?

- Az életciklus-elemzés egy termék, folyamat vagy szolgáltatás életútja során vizsgálja a környezeti szempontokat és a potenciális hatásokat.
- A környezeti hatásoknál figyelembe kell venni a források felhasználását, az emberi egészséget és az ökoszisztéma állapotát.
- A teljes életút lépései:
  - nyersanyagok kitermelése és feldolgozása,
  - gyártás,
  - szállítás és terjesztés,
  - használat,
  - újrafelhasználás, újrahasznosítás,
  - hulladék elhelyezés





# Mi az az életciklus elemzés?

## Fázisai

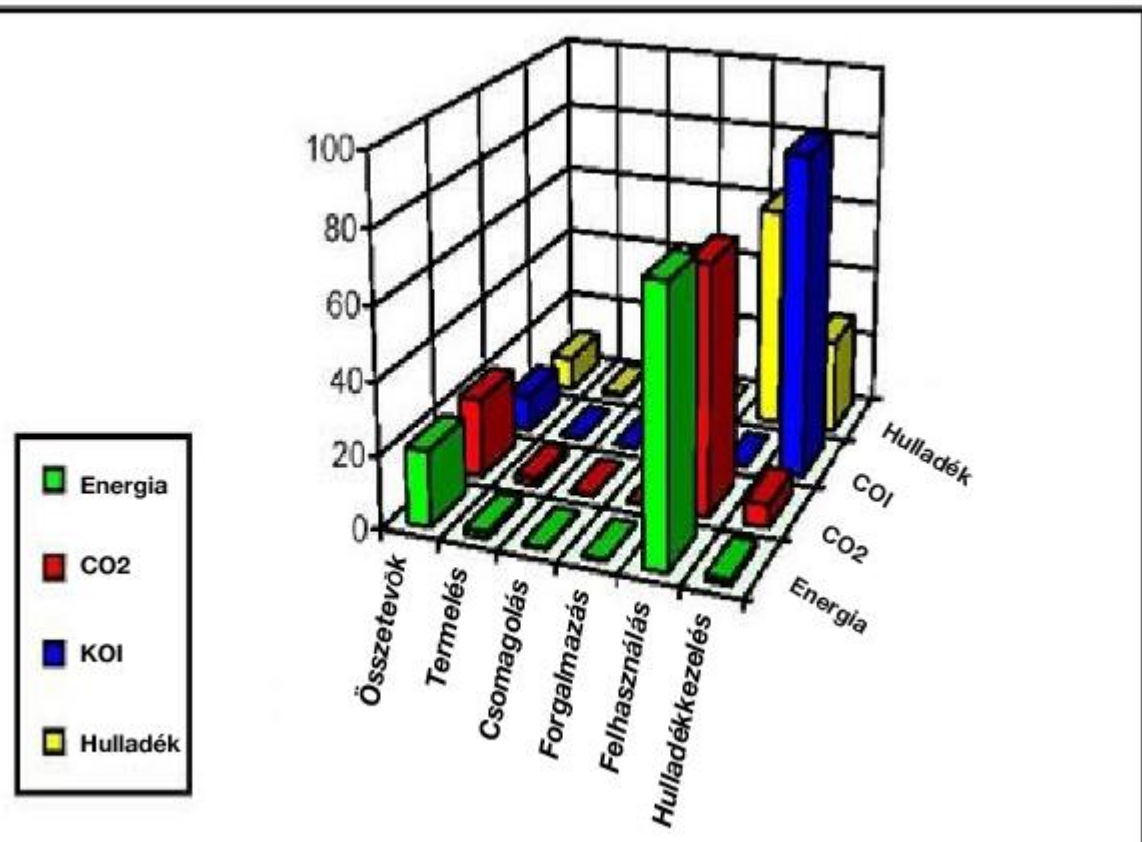
- Leltár analízis:
  - az energia és a nyersanyag szükségletek meghatározásának objektív, adatokon alapuló folyamata
  - tartalmazza a vízi és légköri emissziók, a szilárd hulladékok és más környezeti hatások meghatározását
- Határanalízis:
  - technikai, mennyiségi vagy minőségi folyamat a leltárban meghatározott környezeti terhelések hatásának jellemzésére és becslésére
- Fejlesztési analízis
  - Környezeti terhelés csökkentésének lehetősége



# Mi az az életciklus elemzés?

## Előnyei:

- Termékek, szolgáltatások, folyamatok környezeti hatásainak értékelése;
- Folyamatlánc javítása az értékelés alapján;
- Új fejlesztési lehetőségek meghatározása az értékelés alapján;
- Termék design javítása az értékelés alapján;
- Termékfejlesztés javítása az értékelés alapján;
- Költségcsökkentés;
- Marketing.



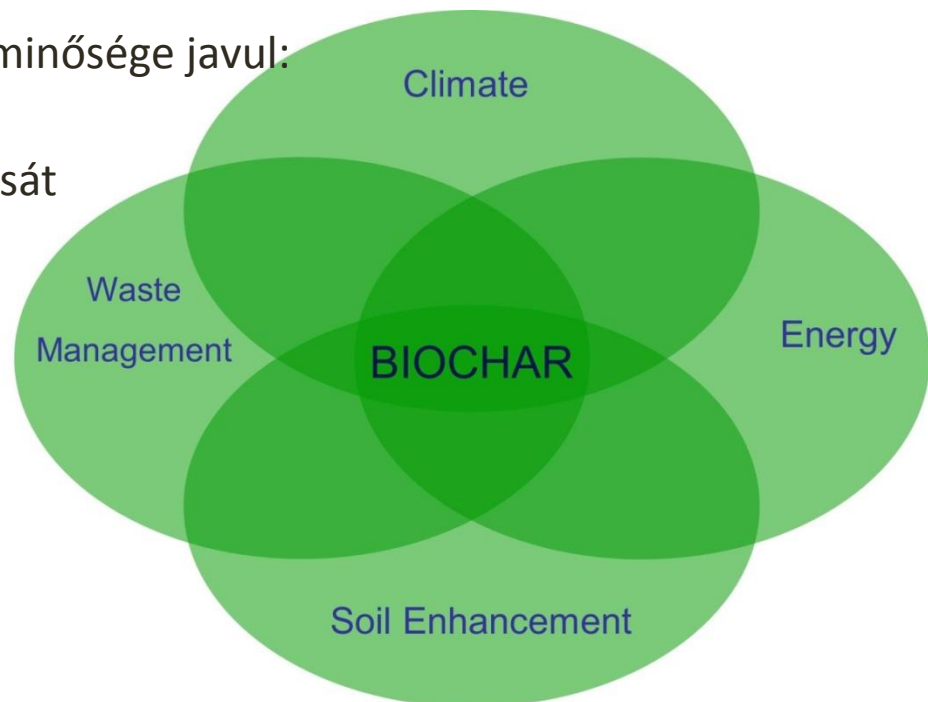
# Bevezetés

- Zambiában bioszénrel kezelt területeket vizsgáltak életciklus elemzéssel
- Figyelembe vették az életciklus során az ökológiai, egészségügyi, erőforrások hatásait
- Szub-Szaharai területek homokos talaj, bioszén használata különösen nagy segítség
- Bioszén:
  - Olcsó, nincsenek nagy beruházási költségek
  - Helyben előállítható, és felhasználható
  - Növeli a talaj termékenységét



# Bevezetés

- A bioszén gazdaságilag fontos tényezővé válhat a tiszta technológiák fejlődésében
- Illetve az alkalmazása fontos lehet a mezőgazdaságnak az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásban
- Modern technológiák: nagyon hatékony előállítás alacsony emisszió
- DE figyelembe kell venni az erőforrások korlátozottan állnak rendelkezésre (ne legyen erdőirtás)
- A bioszénnek köszönhetően a talaj minősége javul:
  - Növeli a vízmegkötő kapacitást
  - Csökken a tápanyagok kimosódását
  - Emiatt a magok csírázására, növények növekedésére, termelés hozamára pozitív hatása van.



- Mezőgazdasági talajművelés egyik eszköze
- Talajt kímélő módon, azaz forgatás nélkül lazítják fel
- Földön hagyják a szármaradványokat, talaj védelmére használják
- Talaj termékenységének megőrzése és helyreállítása:
  - Talaj erózió megakadályozása
  - Talaj tömörödésének elkerülése
- A fenntarthatóságnak az is célja, hogy a talaj hosszútávon megmaradjon.
- Elképzelhetetlen a talaj termékenységének tartós növelése fenntarthatóan: az csak úgy lehetséges ha felborítják az egyensúlyt.
  
- Előnyök: talaj termelékenységének fenntartása  
Erózió csökkentése  
Biotróp védelme  
Jó minőségű élelmiszer előállítása



# Anyagok és módszerek

## Hagyományos talajművelés

- Növények által kívánt talajállapotot az ésszerűnél nagyobb idő-, energia- és költségfelhasználással éri el.
- Sokmenetes
- Talajerózió
- Mélyszántás használata
- Bozótégetés
- Kézi talajművelés
- Műtrágyák



# Anyagok és módszerek

A vizsgált területek

## ***Kaoma***

Durva, homokos, degradálódott talaj



## ***Lusaka***

Agyagos talaj

## ***UNZA***

Vörös oxisol talaj  
Nagyon erősen mállott talaj  
15-25 szélességi fok között  
Trópusi esőerdőkben  
Kevés mállásálló ásványi anyag  
Vas-és alumínium-oxidban gazdag- magas P  
visszatartás

# A területek kezelése

- A különböző területeken 5 különböző módszert vizsgáltak:
  - Hagyományos mezőgazdasági módszerek
  - Konzerváló mezőgazdasági módszerek bioszén adagolás nélkül
  - Konzerváló mezőgazdasági módszerek hagyományos földhalom égetőkemencéből származó bioszénnel kezelve
  - Konzerváló mezőgazdasági módszerek retorta kemencéből származó bioszénnel kezelve
  - Konzerváló mezőgazdasági módszerek TLUD módszerrel előállított bioszénnel kezelve



# A területek kezelése

Kukorica terméshozama (tonna/hektár) :

method	Kaoma <sup>d</sup>	UNZA <sup>e</sup>	Lusaka <sup>e</sup>
conventional agriculture <sup>e</sup>	0.6 ± 0.1	1.7 ± 0.8	5.8
conservation farming	0.9 ± 0.1	2.6 ± 1.2	9.1
CF and biochar 4 t/ha	3.8 ± 0.5	3.7 ± 1.1	8.2

- A bioszén általános alkalmazási aránya 4 tonna/ hektár, azaz ekkora mennyiségű bioszént terítettek szét a vizsgált területeken.
- Az eredményeket a kontrollal hasonlították össze (kontroll a konzerváló mezőgazdasági módszer bioszén adagolása nélkül)
- A különböző talajokon különbözőképpen alakulnak a terméshozamok a bioszenes kezelés hatására:
  - Kaoma erős hatása volt a termékenységre
  - UNZA mérsékelt hozam
  - Lusaka enyhe negatív hatás

# Az LCA rendszer határa

- Az alkalmazott LCA rendszer határát a két fő folyamat adja meg:
  - A bioszén termelése
    - Magába foglalja az összes felhasznált erőforrást: alapanyagot, égetőkemence építésének alapanyagait, az alapanyagok helyszínre szállítását, kályha szállítását
    - Egészségügyi hatások a megváltozott főzési szokásoknak miatt
  - A talaj alkalmazása
    - Éves erőforrás szükséglet a termeléshez
    - Ezeknek a szállítása az adott helyszínre
    - Mezőgazdasági terület előkészítése (figyelembe véve a limitáló tulajdonságokat)

# Befolyó áram: felhasznált erőforrások és energia



# Kifolyó áram: emisszió, bioszén

inflow	unit	conventional agriculture	conservation farming	CF and biochar
<b>Materials</b>				
seeds	kg	20	15	15
fertilizer NPK (10:20:10) – mass of N in the form of $\text{NH}_4\text{NO}_3$	kg	14/28	14/28	14/28
fertilizer NPK (10:20:10) – mass of P in the form of $\text{P}_2\text{O}_5$	kg	28/56	28/56	28/56
fertilizer NPK (10:20:10) – mass of K in the form of $\text{K}_2\text{O}$	kg	14/28	14/28	14/28
fertilizer Urea (46:00:00) – mass of N in the form of $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	kg	64/128	64/128	64/128
herbicide – glyphosate	kg		5.1	5.1
herbicide – cyanazine	kg		0.41	0.41
herbicide – atrazine	kg		0.91	0.91
<b>Biochar and Soil Emission Related Processes</b>				
agricultural residue burning	kg	1100		
biochar added	kg			1000
carbon stored ( $\text{CO}_2$ equiv)	kg			(–2200)
soil $\text{N}_2\text{O}$ emissions	kg	0.81/1.62	0.81/1.62	0.81/1.62
transportation				
lorry transport	t × km	160/300	159/299	159/299

# Befolyó áram: felhasznált erőforrások és energia



# Kifolyó áram: emisszió, bioszén

inflow	unit	open burning	traditional kiln	retort kiln	TLUD
<b>Materials</b>					
steel (low alloy)	kg			$2.5 \times 10^{-4}$	$6.8 \times 10^{-4}$
bricks	kg			0.1	
<b>Emissions</b>					
CO	g	34.7	223	162	93.7
CH <sub>4</sub>	g	1.2	44.6	36.5	3.7
VOC	g	4.0	92.6	23.9	31.7
NO <sub>x</sub>	g	3.1	0.063	0.005	4.8
N <sub>2</sub> O	g	0.07	0.15	0.01	0
PM <sub>10</sub>	g	3.7	22.8	4.2	6.6
SO <sub>2</sub>	g	2.0			
PAH <sup>b</sup>	mg	18.6			
PCDD/F <sup>c</sup>	ngTEQ	0.5			
<b>Transportation</b>					
lorry transport	t × km			$1.25 \times 10^{-4}$	$3.4 \times 10^{-4}$
transoceanic freight ship	t × km				$5.7 \times 10^{-3}$

- Különböző művelési típusoknál a talaj szénfluxusa különböző: ezek a föld „nyitásakor” a legkiemelkedőbbek, majd enyhülnek
- Tettett steady-state: nincs változás a talaj szerves szén kiadásában/felvételében, ezért ez nem szerepel a leltárban
- N szegény talaj miatt nincs szignifikáns mennyiségű  $N_2O$  emittálás, ezért ezt is elhanyagoljuk az LCA leltárjából
- Az adatok különböző forrásból származnak: irodalmi adatok, kísérleti eredmények Magok, műtrágyák, peszticidek helyi, regionális szállítóktól,
- Kályhák különböző kibocsátási adatokkal



- Rengeteg bizonytalanság adódik, amiket bele kell építeni az elemzésbe

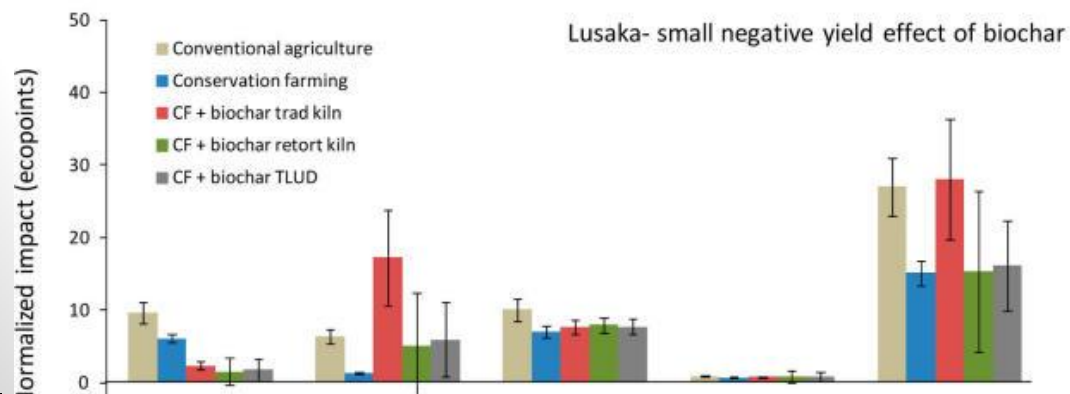
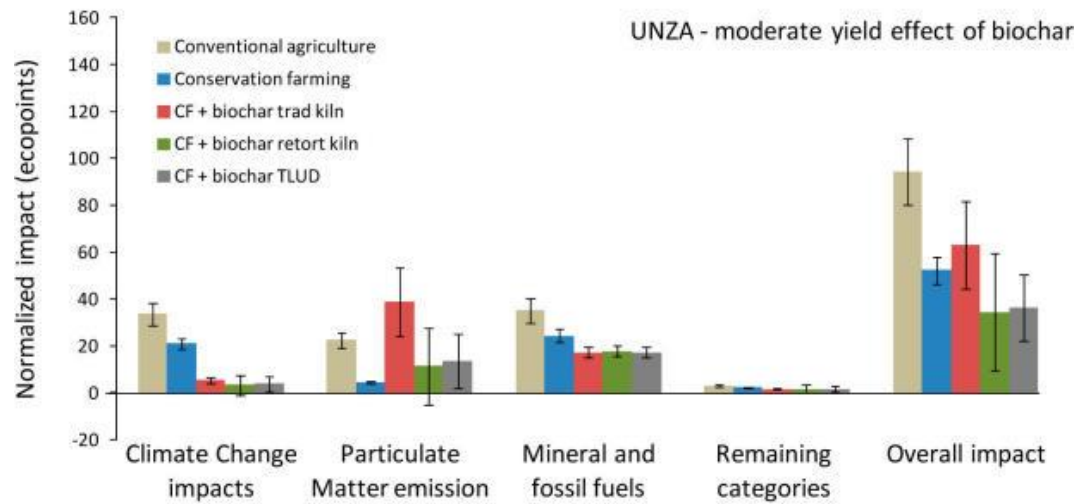
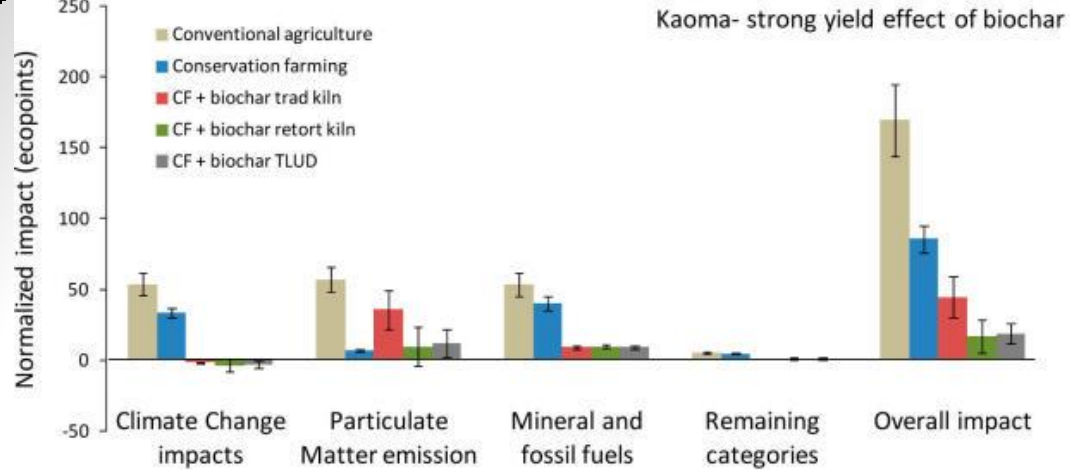
# Feltételezések

1. Feltételezzük, hogy a hagyományos gazdálkodás kukorica betakarításának a hozama 63 %.  
Ezen az arányon alapul a zambiai kísérlet, ami összehasonlítja a hozamokat a CF-ben és a hagyományosban  
Hagyományos hozama: 2,8 t/Ha  
CF hozama: 4,4 t/Ha
2. A szabadföldi kísérleteknél 4 t/ha a felhasznált bioszén mennyisége  
Ez azonban túllépi a rendelkezésre álló szerves hulladékot, ami a termelő évszaktól származó kukoricacső.  
  
Előző kutatások azt mutatták, hogy a bioszén kimosódhat az altalajból, ezért további 0,5 t bioszén felhasználás szükséges, hogy fennmaradjon a stabil szénkoncentráció.
3. Bioszén termelés másodlagos pozitív hatását nem foglalja magába az elemzés: Retorta kemence és a TLUD kemence úgy van tervezve, hogy a keletkező pirolízis gázt meghatározott célra hasznosítsa.  
Ezáltal csökkenti a fa felhasználást, az erdőirtást, és ezáltal van pozitív hatása az egészségre  
De az a pozitív hatás függ attól, hogy alkalmazkodnak e, ehhez a főzési módszerhez, és felhasználják e, az így nyert energiát

# Bizonytalanságok

- A bizonytalanságok meghatározásával az Ecoivent foglalkozik.
  - Ez egy svájci adatbázis.
  - Legelterjedtebb, legkidolgozottabb
  - A bizonytalanságokat azonos módszerrel becsüljük meg
- Monte Carlo szimulációval számolták ki a változókat  
Több mint 1000 szimuláció felhasználásával

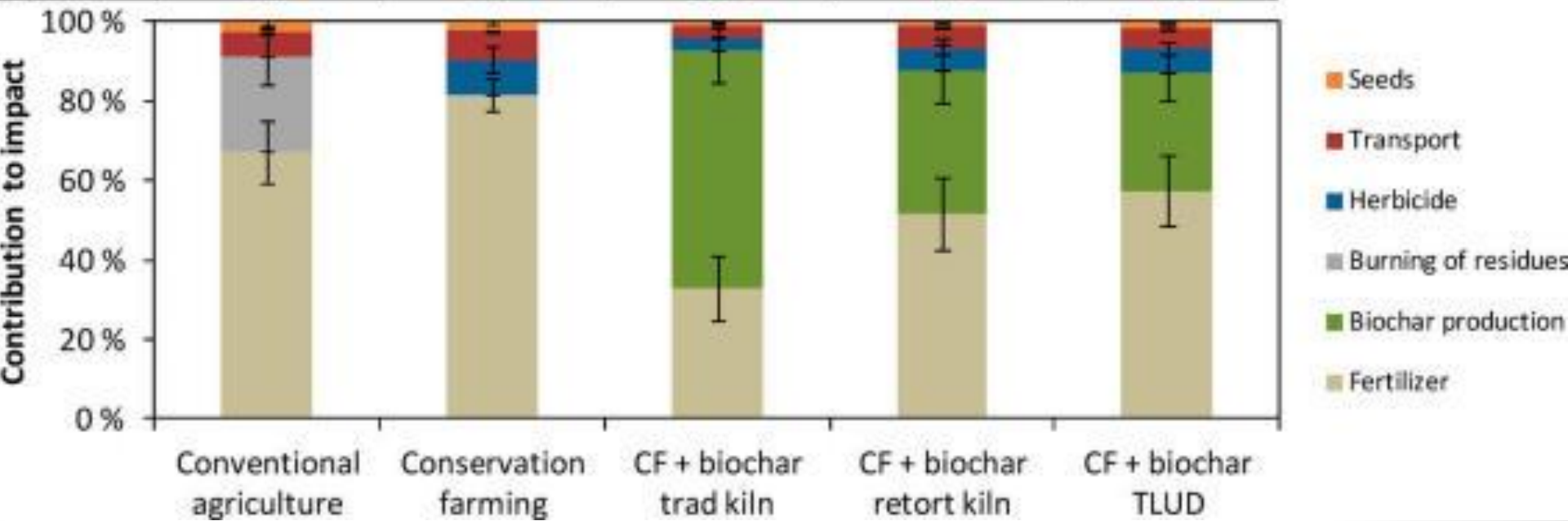
# Eredmények



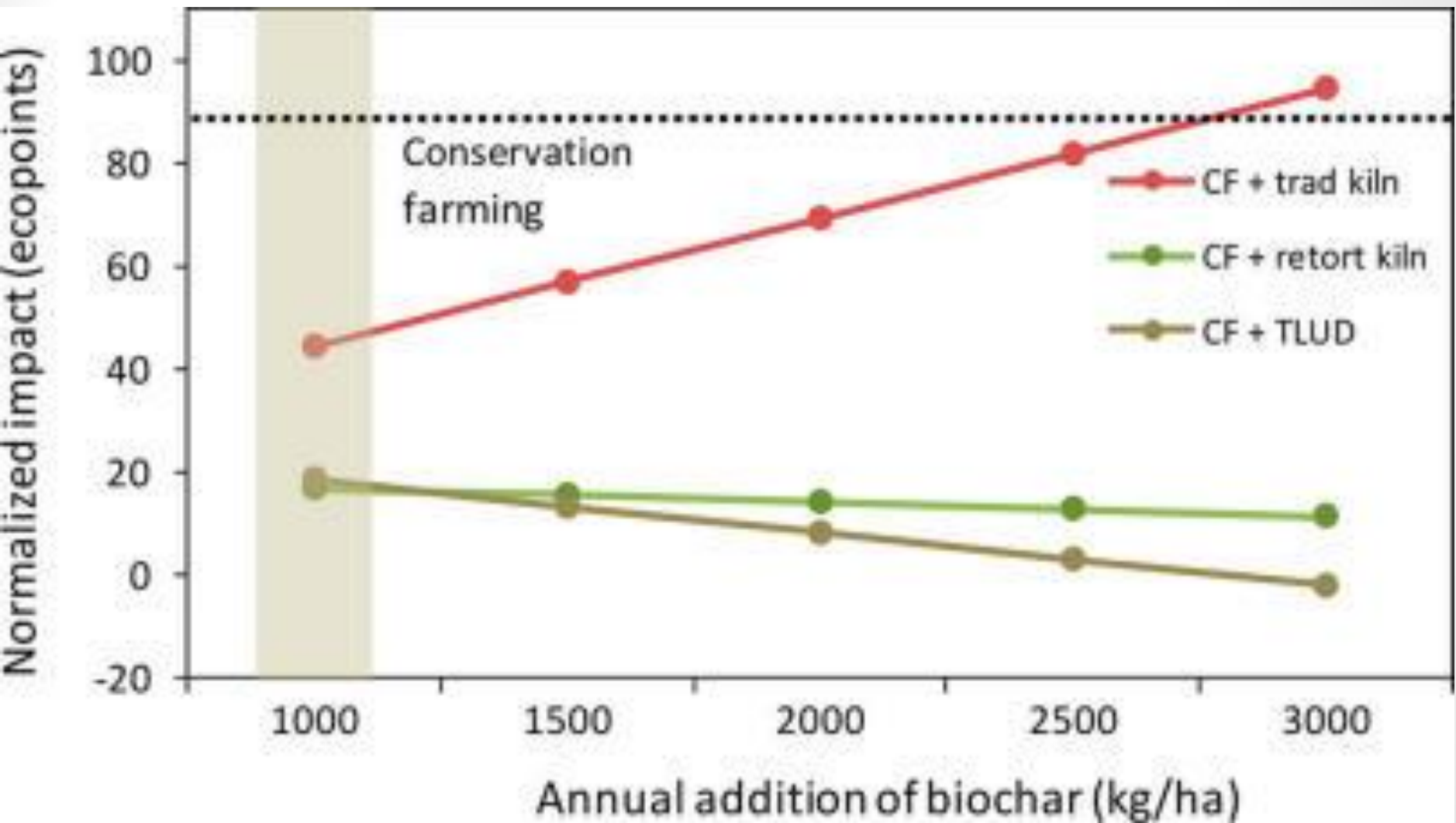


# Eredmények

Kaoma	162	86	44	17	19
UNZA	94	52	63	34	36
Lusaka	27	15	28	15	16



# Eredmények



# IRODALOM

- Magnus Sparrevik, John L. Field, Vegard Martinsen, Gijs D. Breedveld, and Gerard Cornelissen: Life Cycle Assessment to Evaluate the Environmental Impact of Biochar Implementation in Conservation Agriculture in Zambia. *Environ. Sci. Technol.*, 2013, 47 (3), pp 1206–1215
- KÖRINFO adatbázis - [www.korinfo.hu](http://www.korinfo.hu)