



Վերջին տասնամյակներում կենսավառելիքը (բիովառելիքը) վերածվել է ոչ միայն էներգետիկ անցման կարևոր բաղադրիչի, այլև գլոբալ կլիմայական քաղաքականության առանցքային գործիքի: Աշխարհում շատ երկրներ փորձում են փոխարինել հանածո վառելիքները՝ միաժամանակ նվազեցնելով արտանետումները, ապահովելով էներգետիկ անվտանգությունը և խթանելով գյուղատնտեսական արտադրության արդիականացումը: Սակայն կենսավառելիքը միանշանակ լուծում չէ. այն հանգամանքների բարդ համակցություն է, որտեղ համադրվում են տնտեսական շահույթները, մնդի անվտանգության հետ կապված ռիսկերը, հողօգտագործման մրցակցությունը և բնապահպանական ազդեցությունները:

Այս համատեքստում կենսավառելիքի անդրադարձը պահանջում է առավել հավասարակշռված, գիտական,



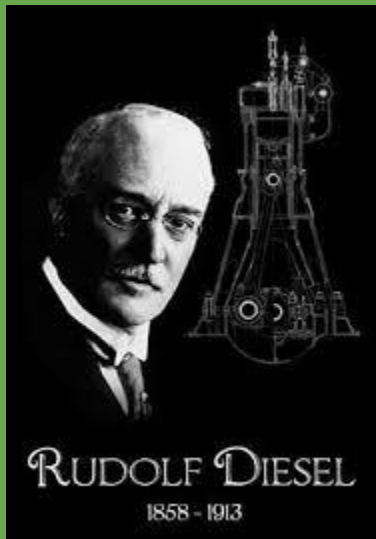
համակարգային վերլուծություն. ինչ է կտա մեզ և հաջորդ սերունդներին, ինչ ռիսկեր է առաջացնում, և ինչ դեր կարող են ունենալ այդպիսի տեխնոլոգիաները այնպիսի երկրների համար, ինչպիսին օրինակ Հայաստանը՝ սահմանափակ հողային ռեսուրսներով, բարձր խոցելի

լանդշաֆտներով և էներգետիկ կախվածության բարձր մակարդակով:

Ներկայացնենք կենսավառելիքի պատմության օղակների համապարփակ, համեմատական վերլուծություն՝ հիմնված միջազգային փորձի, գիտական գրականության և քաղաքական շրջանակների գնահատման վրա: Ներկայացնենք **յուրաքանչյուր սերնդի տեխնոլոգիական հիմքերը, առաջնահերթությունները, թերությունները, էկոլոգիական ազդեցությունները**, ինչպես նաև քննարկենք՝ արդյո՞ք և ինչպե՞ս կարող է Հայաստանը ինտեգրվել այս համակարգին՝ առանց վնասելու սննդի անվտանգությանը կամ բնական էկոհամակարգերին:

## ՆԱԽԱՊԱՏՄՈՒԹՅՈՒՆ

### Կենսավառելիքի ծագումն ու զարգացումը



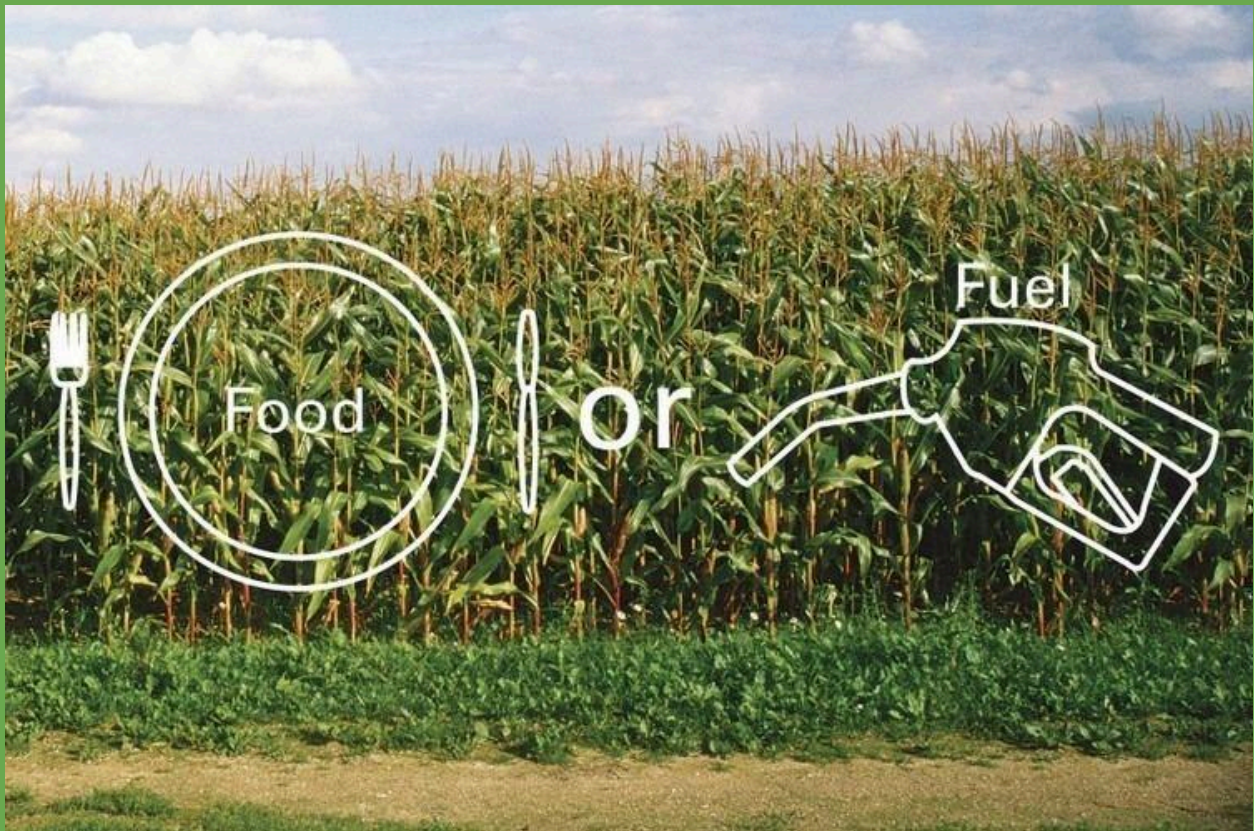
Կենսավառելիքի գաղափարը նոր չէ. այն սկսվել է դեռևս 19-րդ դարի վերջում՝ արդյունաբերական հեղափոխությունից հետո: 1893 թ. Ռուդոլֆ Դիզելը Փարիզի համաշխարհային ցուցահանդեսում ցուցադրեց իր հեղափոխական շարժիչը, որը նախատեսված էր աշխատելու ոչ թե նավթամթերքով, այլ **բուսական յուղով**, մասնավորապես՝ գետնանուշի յուղով: Դիզելը համոզված էր, որ բուսական յուղերից պատրաստված վառելիքները կարող են դառնալ էներգետիկ անկախության և գյուղատնտեսական զարգացման հիմքեր:

<https://www.youtube.com/watch?v=qyyRMO7oAQk&t=550s>

20-րդ դարի սկզբին տարբեր երկրներ սկսեցին փոքրածավալ փորձեր՝ օգտագործելով արմավենու յուղ և այլ բուսական յուղեր որպես վառելիք: Սակայն այդ տեխնոլոգիան լայն տարածում չգտավ մինչև 1970-ականների նավթային ճգնաժամերը, երբ աշխարհը առաջին անգամ ընկալեց նավթի կախվածության ռիսկերը:



1975 թ. Բրազիլիան մեկնարկեց իր աշխարհաքաղաքական նշանակությամբ բացառիկ **Proálcool** ծրագիրը՝ շաքարեղեգից էթանոլ արտադրելու և այն զանգվածաբար կիրառելու համար: 2000-ականներին, երբ Եվրամիությունը (Renewable Energy Directive 2003, 2009) և ԱՄՆ-ը (Renewable Fuel Standard) պարտադիր դարձրեցին կենսավառելիքի խառնուրդների կիրառումը, աշխարհը կանգնեց առաջին սերնդի բիովառելիքի<sup>1</sup> արագ աճի փաստի առաջ: Այդ փուլում կենսավառելիքը միաժամանակ խթանեց գյուղատնտեսական արտադրությունը և նվազեցրեց էներգակիրների<sup>2</sup> ներմուծումից կախված երկրների ճնշվածությունը, սակայն միևնույն ժամանակ առաջ բերեց միջազգային մակարդակի սուր մասնագիտական քննարկում և հակասությունների բախում, որն առավել հայտնի դարձավ որպես «սնունդ ընդդեմ վառելիքի» խնդիրը:



Այս խնդիրը պարզ ցույց տվեց, որ կենսավառելիքը չի կարող դիտարկվել միայն որպես էներգետիկ միջոց. այն ներառում է հողօգտագործման փոփոխություններ, ազդում է սննդամթերքի շուկաների կայունության վրա, կապված է անտառային Էկոհամակարգերի պահպանության հետ և անմիջականորեն շոշափում է սոցիալ-տնտեսական հավասարակշռությունը:

<sup>1</sup> Առաջին սերնդի կենսավառելիքները այն կենսավառելիքներն են, որոնք արտադրվում են սննդային մշակաբույսերից (օրինակ՝ եգիպտացորենից, շաքարեղեգից, ցորենից, ռապսից, արևածաղկից, սոյայից և արմավենու յուղից)՝ հիմնականում բիոէթանոլ և բիոդիզել:

<sup>2</sup> Էներգակիրները բոլոր տեսակի վառելիքի ընդհանուր անվանումն է՝ նավթ, գազ, ածուխ, տորֆ, վառելափայտ, միջուկային վառելիք (ուրանի հանքաքար) և այլն:

Դրան ի պատասխան զարգացան երկրորդ և երրորդ<sup>3</sup> սերնդի տեխնոլոգիաները՝ հիմնականում օգտագործում են թափոններ, ջրիմուռներ, ցեյլուլոզային նյութեր, որոնք չեն մրցակցում սննդամթերքի շուկայի հետ:

## Կենսավառելիքի պատմությունը Հայաստանում



Հայաստանում կենսավառելիքի թեման առաջին անգամ համակարգված ձևով քննարկվեց 2008–2010 թթ., սակայն մինչև այսօր երկրում դեռևս չի ձևավորվել խոշոր առևտրային արտադրություն:

<https://hetg.am/hy/article/74970>

Դրա հիմնական պատճառներն են՝

- երկրի սահմանափակ հողային ռեսուրսները,
- տեղական հումքի փոքր և անբավարար ծավալները,
- արտադրության բարձր ինքնարժեքը,
- փոքր շուկան, որը չի ապահովում տնտեսական արդյունավետություն:

Այնուամենայնիվ՝ չնայած այս մարտահրավերներին, կենսավառելիքի որոշ ուղղություններ կարող են նպատակային և իրատեսական լինել Հայաստանի համար: Խոսքը հատկապես երկրորդ և երրորդ սերնդի տեխնոլոգիաների մասին է, որոնք հիմնված են ոչ թե մշակովի հողատարածքների կամ սնունդ արտադրող մշակաբույսերի օգտագործման, այլ թափոնների, գյուղատնտեսական մնացորդների, ջրիմուռների և ցեյլուլոզային կենսազանգվածի վերամշակման վրա: Այս լուծումները ոչ միայն չեն սպառում գյուղատնտեսական հողերը, այլ որոշ դեպքերում նույնիսկ նպաստում են դրանց պահպանությանը:

Այսպիսով, Հայաստանի պայմաններում կենսավառելիքը կարող է դիտարկվել ոչ թե լայնածավալ արդյունաբերական ուղղություն, այլ որպես **նեղ ոլորտային, մարտավարական և լրացուցիչ էներգետիկ լուծում**, որը կարող է ուժեղացնել էներգետիկ անվտանգությունը և աջակցել շրջանաձուլ տնտեսության զարգացմանը:

<sup>3</sup> Երկրորդ սերնդի կենսավառելիքները արտադրվում են ոչ սննդային կենսածավալից (գյուղատնտեսական ու անտառային թափոններ, էներգետիկ մշակաբույսեր), իսկ երրորդ սերնդինը՝ հիմնականում ջրիմուռներից և միկրոջրիմուռներից՝ լիովին վերացնելով մրցակցությունը սննդի և գյուղատնտեսական հողերի համար:

## Կենսավառելիքի տեխնոլոգիայի էվոլյուցիան և զարգացումը



Կենսավառելիքի տեխնոլոգիան վերջին տասնամյակներում վերափոխվել է համաշխարհային էներգետիկ համակարգի կարևոր բաղադրիչներից մեկի՝ անցնելով փորձարարական փուլերից դեպի արդյունաբերական արտադրություն: Սկզբնական շրջանում այն հիմնվում էր հիմնականում գյուղատնտեսական մշակաբույսերի՝ եգիպտացորենի, շաքարեղեգի, յուղատու մշակաբույսերի վերամշակման վրա, սակայն տեխնոլոգիական առաջընթացը հնարավորություն տվեց անցում կատարել դեպի ավելի առաջադեմ լուծումներ՝ ջրիմուռների, ախտածին տարբեր նյութերի, անտառային մնացորդների և ագրո-թափոնների վերամշակում: Այս զարգացման արդյունքում ձևավորվեցին կենսավառելիքի սերունդներ, որոնցից յուրաքանչյուրն ունի իր տեխնոլոգիական առանձնահատկությունները, շրջակա միջավայրի վրա ազդեցության մակարդակը և տնտեսական իրագործելիությունը:

# Հիմնական հասկացություններ և սահմանումներ

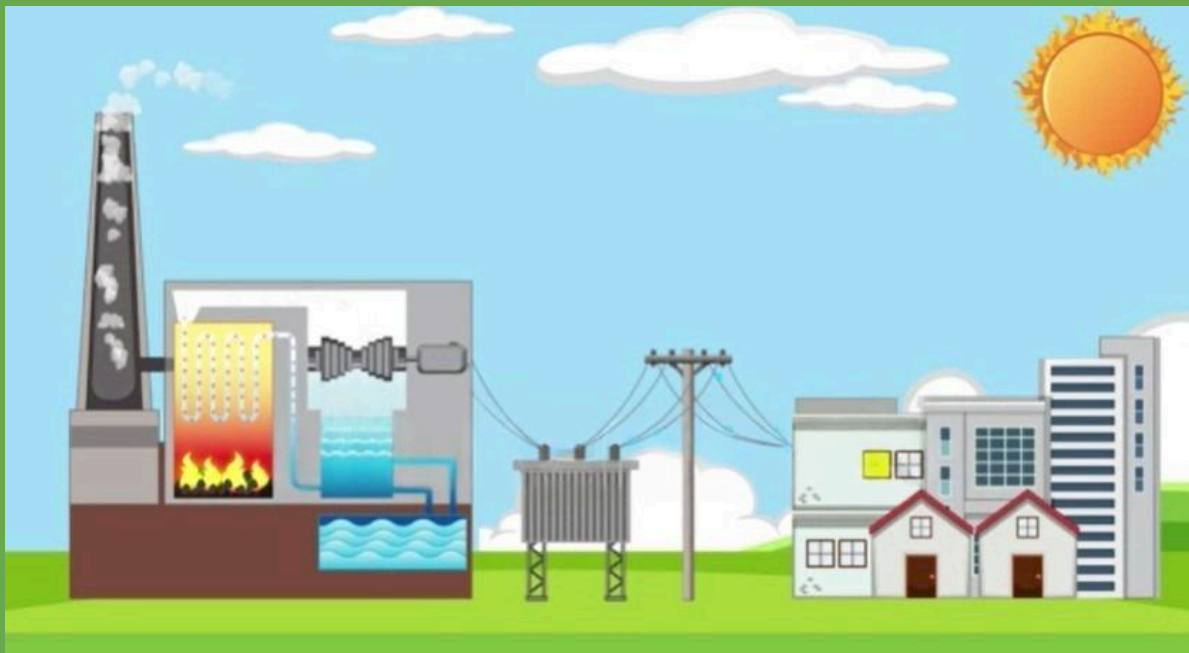
## Կենսավառելիքներ

Կենսավառելիքը վառելիքի այն տեսակն է, որը ստացվում է վերականգնվող կենսաբանական ռեսուրսներից՝ բույսերից, գյուղատնտեսական և անտառային մնացորդներից, օրգանական թափոններից կամ ջրիմուռներից: Այն համարվում է էներգետիկ համակարգի այն հատվածը, որն ունի նվազեցված ածխածնային հետք և կարող է փոխարինել բրածո վառելիքներին՝ նվազեցնելով կախվածությունը ներմուծվող էներգակիրներից:

## Կենսավառելիքի տեսակները

Կենսավառելիքը ներառում է մի շարք վառելիքներ, որոնց հիմնական ուղղություններն են.

- **Կենսաէթանոլ** – ստացվում է օսլայով կամ շաքարով հարուստ մշակաբույսերի խմորման միջոցով:
- **Բիոդիզել** – արտադրվում է բուսական յուղերից և կենդանական ճարպերից՝ տրանսեստերիֆիկացման միջոցով:
- **Առաջին և երկրորդ-երրորդ սերնդի վառելիքներ** – ստացվում են ոչ սննդային հումքից՝ ցելյուլոզային կենսազանգվածից, ագրո-թափոններից, անտառային մնացորդներից, ինչպես նաև բարձրարտադրողական ջրիմուռներից:

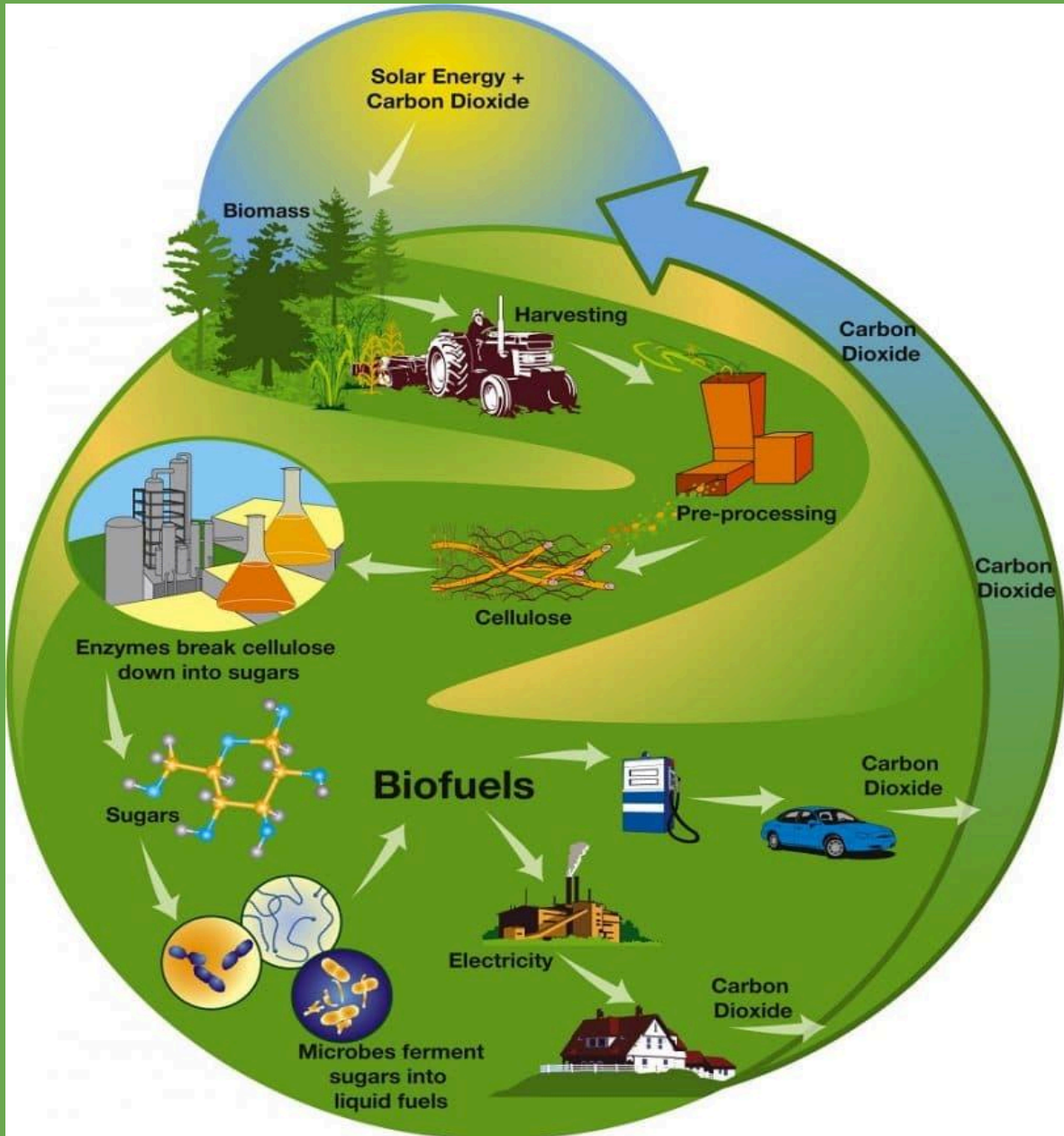


# Կենսավառելիքի առավելությունները

## օգտագործման

### Վերականգնվող տեսակ

Կենսավառելիքի ամենակենսական առավելություններից մեկը նրա վերականգնվող բնույթն է: Ի տարբերություն բրածո վառելիքի, որը ձևավորվում է միլիոնավոր տարիների ընթացքում և սպառվում է արագ տեմպերով, կենսավառելիքը կարող է մշտապես վերարտադրվել՝ հիմնվելով օրգանական նյութերի բնական շրջանառության վրա: Սա այն դարձնում է էներգետիկ անվտանգության և կայուն զարգացման օրակարգի կարևոր բաղադրիչ:



## Ջերմոցային գազերի արտանետումների կրճատում

Կենսավառելիքները համարվում են բրածո վառելիքի կարևոր այլընտրանք, քանի որ ունեն ջերմոցային գազերի արտանետումները նվազեցնելու իրական ներուժ: Արտադրության և այրման փուլերում նրանք, իհարկե, արտանետում են  $\text{CO}_2$ , սակայն այս արտանետումը մասամբ փոխհատուցվում է բույսերի կողմից աճի ընթացքում կլանված ածխաթթու գազով: Այս մոտեցումն ստեղծում



Է համեմատաբար «ցիկլային» ածխածնային շրջանառություն, որը ճիշտ կառավարման դեպքում կարող է զգալիորեն փոքրացնել ընդհանուր ածխածնային հետքը<sup>4</sup> բրածո վառելիքի համեմատ:

## **Կենսավառելիքի օգտագործման հիմնական մարտահրավերները**

### **Յոթօգտագործման ճնշում և անտառային կորուստ**



Կենսավառելիքի առաջին և որոշ դեպքերում երկրորդ սերնդի հումքի պահանջարկը հաճախ ընդգրկում է մեծածավալ գյուղատնտեսական հողեր: Այս ճնշումը երբեմն հանգեցնում է անտառների հատման՝ ստեղծելով նոր մշակավայրեր, ինչը արագացնում է կենսաբազմազանության կորուստը, փոխում է լանդշաֆտային կառուցվածքը և մեծացնում է ածխածնի արտանետումները հողի դեգրադացիայի հաշվին: Եթե հումքի արտադրությունը ճիշտ չի կառավարվում, կենսավառելիքը կարող է հակառակը՝ խորացնել բնապահպանական խնդիրները:

### **Սննդամթերքի շուկայի վրա ազդեցությունը («սնունդ-վառելիք» հակամարտություն)**

Բույսերի օգտագործումը վառելիք արտադրելու համար խորհրդանշում է գլոբալ մակարդակի հակամարտություն. նույն սահմանափակ հողային ռեսուրսների համար

<sup>4</sup> Ածխածնային հետքը մարդու, ընկերության, արտադրանքի կամ գործունեության կողմից մթնոլորտ արտանետվող ջերմոցային գազերի (հիմնականում CO<sub>2</sub>-ի) ընդհանուր քանակությունն է՝ արտահայտված CO<sub>2</sub> համարժեք տոննաներով (tCO<sub>2</sub>e):

մրցակցում են սննդամթերքի արտադրությունը և էներգետիկ համակարգը: Արդյունքում ձևավորվում են պարենային անվտանգության ռիսկեր՝

- սննդամթերքի գների աճ,
- որոշ տարածաշրջաններում շուկայական պակասուրդ,
- զարգացող երկրներում առավել խոցելի խմբերի վրա սոցիալ-տնտեսական ճնշում:

Ուստի այս խնդիրը դարձել է միջազգային քաղաքականության և գիտական հանրության ամենամեծ մտահոգություններից մեկը:

### **Էներգետիկ հաշվեկշռի և արդյունավետության խնդիր**

Կենսավառելիքի արտադրությունը պահանջում է զգալի էներգետիկ ներդրում՝

- պարարտանյութերի արտադրություն,
- մեխանիկական մշակում,
- փոխադրում,
- վերամշակում:



Եթե այդ գործընթացները չեն օպտիմալացվում, ընդհանուր էներգետիկ հաշվեկշիռը կարող է դառնալ ոչ նպաստավոր: Անհրաժեշտ է ապահովել, որ արտադրության ժամանակ ծախսվող էներգիան պակաս լինի վերջնական վառելիքից ստացվող էներգիայից:

### **Տեխնոլոգիական սահմանափակումներ**

Չնայած ոլորտում նկատվող արագ առաջընթացին՝ կենսավառելիքի արտադրության մի շարք տեխնոլոգիաներ դեռևս լիարժեք արդյունավետ չեն:

Առավել բարդը լիգնոցելյուլոզային կենսազանգվածի վերափոխումն է՝

- տեխնիկական առումով բարդ,
- ներդրումային ծախսերը՝ բարձր,
- արդյունաբերական մասշտաբի կիրառելիությունը՝ դեռևս սահմանափակ:

Ապագայի համար անհրաժեշտ է շարունակական հետազոտություն, նոր քիմիական և կենսատեխնոլոգիական լուծումներ, ինչպես նաև արտադրական արդյունավետության բարձրացում:



## **Բնապահպանական առավելություններ**

### **Ածխածնի երկօքսիդի արտանետումների նվազեցում**

Կենսավառելիքի կարևորագույն էկոլոգիական առավելություններից մեկը դրանց ունակությունն է՝ նվազեցնելու



Էներգետիկ ոլորտից մթնոլորտ արտանետվող CO<sub>2</sub>-ի ծավալը: Բնածին վերականգնվող հումքի օգտագործումը ձևավորում է հարաբերականորեն փակ ածխածնային շրջանառություն. այրման ընթացքում արտանետվող CO<sub>2</sub>-ը հիմնականում հավասարակշռվում է բույսերի աճի ընթացքում կլանված ծավալով, ինչն էլ կենսավառելիքը դարձնում է ավելի ցածր ածխածնային այլընտրանք բրածո վառելիքների համեմատ:

### Օդի աղտոտիչների նվազ արտանետումներ

Կենսավառելիքը, հատկապես կենսաէթանոլը և բարձր որակի բիոդիզելը, կարող են ապահովել վառելիքի ավելի մաքուր այրում: Դրանց քիմիական կազմը՝ ավելի բարձր թթվածնային պարունակությամբ, նպաստում է այրման ավելի լիարժեք գործընթացին, որի արդյունքում նվազում են ածխածնի մոնօքսիդի, ծծմբային միացությունների և ցնդող օրգանական միացությունների արտանետումները: Սա բարելավում է օդի որակը և նվազեցնում մարդու առողջության վրա օդային աղտոտման բացասական ազդեցությունները:

### Էներգետիկ անվտանգություն և տնտեսական ներուժ

#### Բրածո վառելիքներից կախվածության նվազեցում



Կենսավառելիքը հնարավորություն է տալիս եականորեն նվազեցնել կախվածությունը բրածո վառելիքից, որն իր բնույթով ենթարկվում է շուկայական կտրուկ տատանումների և աշխարհաքաղաքական անորոշությունների: Էներգետիկ աղբյուրների բազմազանեցումը ազգային տնտեսությանը

ապահովում է ավելի կայուն և կանխատեսելի Էներգետիկ համակարգ, նվազեցնում արտաքին շուկաներից կախվածությունը և նվազեցնում՝ Էներգետիկ կախվածությունը:

### **Տնտեսական ակտիվության և աշխատատեղերի ձևավորում**

Կենսավառելիքի արտադրական շղթան՝ հումքի աճեցումից մինչև վերամշակում և բաշխում, ներուժ ունի խթանելու տնտեսական աճը, հատկապես գյուղական շրջաններում: Հումքային բույսերի մշակումը, տեխնոլոգիական վերամշակումը և լոգիստիկ ենթակառուցվածքները ստեղծում են նոր աշխատատեղեր և եկամտի կայուն աղբյուրներ թե՛ ֆերմերների, թե՛ վերամշակող ձեռնարկությունների համար՝ դրական ազդեցություն ունենալով տեղական տնտեսական շրջանառության վրա:

### **Էներգիայի աղբյուրների դիվերսիֆիկացում**

#### **Կախվածության կրճատում նավթ արտահանող երկրներից**

Սեփական կենսավառելիքի արտադրության զարգացումը թույլ է տալիս երկրին նվազեցնել ներմուծվող նավթի նկատմամբ իր ռազմավարական կախվածությունը: Տեղական հումքի և տեղական արտադրության վրա հիմնված համակարգերը մեծացնում են Էներգետիկ կայունությունը և նվազեցնում արտաքին շուկաների ազդեցությունը ազգային տնտեսության վրա:

#### **Գյուղական տարածքների զարգացում**

Կենսավառելիքի հումքային բազան ձևավորվում է հիմնականում գյուղատնտեսական համայնքներում, ինչը ստեղծում է նոր տնտեսական հնարավորություններ՝ ճիշտ կառավարման դեպքում բարձրացնելով հողերի արտադրողականությունը, խթանելով գյուղական ձեռնարկատիրությունը և ամրապնդելով սոցիալ-տնտեսական կայունությունը: Սա դառնում է գյուղական զարգացման այնպիսի գործիք, որը միաժամանակ ապահովում է Էկոլոգիական պատասխանատվություն և տնտեսական շահավետություն:



Բրազիլիան, ԱՄՆ-ը և ԵՄ-ն կենսավառելիքի արտադրության խոշոր օրինակներ են, որտեղ ոլորտը զարգացել է պետական քաղաքականությունների, առատ հումքի և տեխնոլոգիական նորարարությունների շնորհիվ: Մինևույն ժամանակ, դրանց փորձը ցույց է տալիս նաև հիմնական ռիսկերը՝ հողօգտագործման փոփոխություն, պարենի շուկայի վրա ճնշում և կայունության խնդիրներ: Այս օրինակները ընդգծում են, որ կենսավառելիքը կարող է կարևոր դեր ունենալ Էներգետիկ անցման մեջ միայն այն դեպքում, երբ արտադրությունն իրականացվում է արդյունավետ, վերահսկելի և միջավայրային առումով պատասխանատու մոդելով:

Աիդա Սարգսյան, ԲԾԻԳ ՊՅ

[https://www.hielscher.com/hy/biodiesel\\_transesterification\\_01.htm](https://www.hielscher.com/hy/biodiesel_transesterification_01.htm)

<https://blog.upsbatterycenter.com/5-common-biofuel-to-know-about/>

<https://www.encyclopedie-environnement.org/en/life/biofuels-is-the-future-in-microalgae-2/>

<https://www.frontiersin.org/research-topics/15312/advances-in-microbial-biofuel-production/magazine>

<https://alchetron.com/Rudolf-Diesel>

<https://hetq.am/hy/article/74970>

<https://www.youtube.com/watch?v=gyyRMO7oAQk&t=550s>