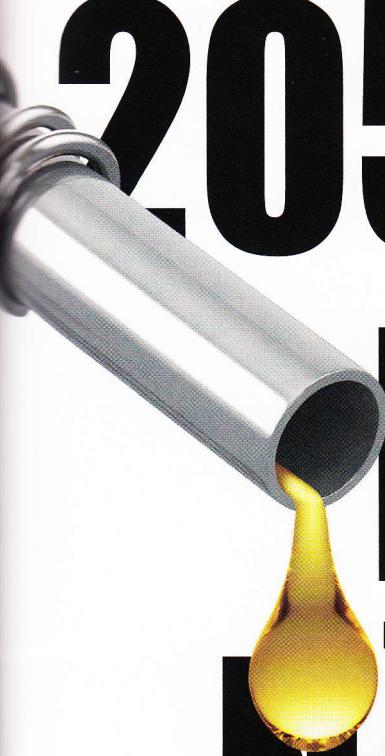


**Agri vai vēlu nafta izsīks.  
Tomēr alternatīva nav tālu  
jāmeklē, jo daba nodrošina  
milzum daudz enerģijas.  
Ja mums izdosies izdibināt,  
kā dažādus dabas procesus  
atveidot laboratorijās,  
mēs, iespējams, iegūsim  
nākotnes degvielu –  
mākslīgo jēlnaftu.**

THINKSTOCK





# **2050. GADĀ RAŽOSIM ĀKOTNES DEGVIELU**

 **Enzīmi pārvērš atkritumus naftā**

 **Reaktors rada jēlnaftai līdzīgu produktu**

 **Nanomežs ar saules gaismu sadala ūdeni**

# Enzīmi pārvērš atkritumus naftā



Sēnes enzīms Cel7A noārda auga šūnapvalkus.

## ATKRITUMI IEKŠĀ – DEGVIELA ĀRĀ

Kopenhāgenā izveidota pilotiekārtā ar enzīmu starpniecību pārstrādā mājsaimniecības atkritumus par šķidrumu, kas var būt energijas avots. Reaktorā darbojas tāds pats princips kā dabā.

### 2. Atkritumus uzkarsē

Atkritumiem pievieno ūdeni un masu uzkarsē līdz 50–70 grādiem. Papirs izšķist un pārvēršas par biezu masu.

### 3. Enzīmi dadas uzbrukumā

Masai pievieno enzīmus, kuri reaģē ar organiskajām vielām. Atkritumi noārdās 18–20 stundu laikā, un tiek izmantots vairāk nekā 90% biomasas.

### 4. Iegūst vairākus produktus

Galarezultātā rodas dīzeļdegvielai enerģētiski līdzīgs šķidrums, no kura iespējams iegūt biogāzi vai šķidro degvielu. Nenoārdītos atkritumus – kārbas un plastmasu – var izmantot atkārtoti.

### 1. Atkritumus atved

Atkritumu mašīna izber tvertnē nešķirotu mājsaimniecības atkritumu kravu.

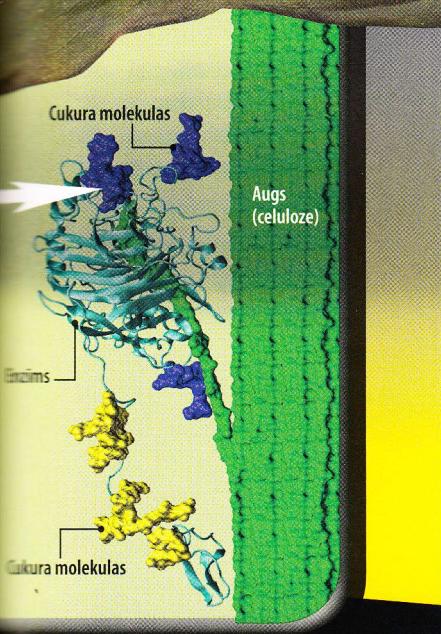
Šķidrums

Plastmasa un metāls

*Lai noārdītu augu  
šūnas, zinātniekiem  
jāņem talkā dabā  
pieejamie enzimi.*

SHUTTERSTOCK

## TĀ NOTIEK DABĀ



### Enzīms no mēsliem ļauj iegūt naftu no koksnes

Koksnis ir joti grūti pārveidot par šķidru degvielu, jo tajā ir augsts celulozes – grūti noārdāma savienojuma – saturs. Nesen Kalifornijas universitātes (ASV) pētnieks Mišels O'Melijs atklāja, ka iespējams izmantot parastajos zirgābos mitošo sēni. Tā satur enzīmu, kas celulozi noārda līdz cukuriem, ko var pārveidot par degvielu. Līdzīgā pētnieciskā darbā Austrijā zinātniekiem ir izdevies modifiktēt koksnī noārdošas sēnes gēnus. Šādi iegūti enzīmi varētu, piemēram, pārveidot zāģskaidas par biodegvielas iezīvju.

**Z**iemas brīvdienas. Ģimene devusies izbraukumā, un pēc vairākām ceļā pavadītām stundām ir pienācis laiks uzpildīt degvielu. Nafta un ogles ir dārgi resursi, un Āzijas lielvalstis rūpīgi sargā esošos krājumus. Tomēr ģimene, kā ierasts, piestāj degvielas uzpildes stacijā, noskrūvē bākas vāciņu un sāk pildīt degvielu. Tā ir ražota no atkritumiem, ko vēl nesen ģimene bija izmetusi miskastē, un ir pieejama lielos daudzumos.

Sprīzot pēc vairākām prognozēm, nākotnē zemeslodes fosilie resursi vairs nespēs apmierināt cilvēces vajadzības. Taču zinātniekiem risinājums nav tālu jāmeklē. Daba ir pārpilna ar enerģiju, ko radījuši zāļje organismi. Piemēram, enzīmi pārvērš organiskās atliekas par enerģiju.

Pazemē karstums un spiediens miljoniem gadu ilgā procesā rada jēlnaftu. Savukārt augiem fotosintēzes reakcijās piemīt spēja "iegūt degvielu no gaisa". Zinātniekiem tikai jāiemācās atveidot dabiskos procesus, bet tas nav tik viegli, kā šķiet.

Naftas aizstājējam tiek izvirzītas augstas prasības, jo benzīnam un dīzeldegvielai ir lielas priekšrocības – tās jau pat labān visā pasaule plaši izmanto un tām ir liels energijas blīvums. Ielejot bākā 30 litru benzīna, var doties ceļā un nobraukt 500–600 vai pat vairāk kilometru.

Tomēr alternatīvas pastāv. Pētnieki jau ir atklājuši, kā izgatavot degvielu no kviešiem, cukurniedrēm un kukurūzas. Brazilijā valdība kopš pagājušā gadsimta 70. gadiem ir izveidojusi alternatīvai degvielai paredzētu infrastruktūru un mūsdienās 90% jaunu privāto automašīnu pilnībā vai daļēji darbina no cukurniedrēm ražots etanols. Taču lielākā daļa zinātnieku étisku un praktisku apsvērumu dēļ, nemot vērā aizvien pieaugošo cilvēku populāciju, nevēlas izmantot potenciālus pārtikas produktus. Tāpēc viņi ir pievērsušies kādam citam lielam, cilvēci pieejamam resursam – atkritumiem.

zinātnieki meklē noderīgus enzīmus it visur dabā, tostarp zirgu mēslos.

A close-up photograph of a dark brown, granular pile of horse manure. Overlaid on the image is a block of text in white and yellow font, which reads: "zinātnieki meklē noderīgus enzīmus it visur dabā, tostarp zirgu mēslos." The background is a dark, textured surface, likely asphalt or concrete.

### Atkritumu pārpilnība

Saskaņā ar ANO vides programmas UNEP datiem pasaules lauksaimniecība un mežsaimniecība vien ik gadu saražo 140 miljardus tonnu atkritumu. Tam vēl jāpieskaita atkritumi no pilsētām, kur, pēc Pasauļes Bankas datiem, viens iedzīvotājs saražo vidēji 1,2 kg ►

## TĀ NOTIEK DABĀ

No pazemes slāniem iegūtā nafta lielākoties ir organiskais materiāls, kas savulaik pakļauts spiedienam un siltumam.

SPLASHPIX

► atkritumu diennakā. Pareizi apsaimnieko, viena no mūsu lielākajām nastām var kļūt par autobraucēju glābiņu. Dabā ir papilnam enzīmu, kas spēj sadalit atkritumus, vienalga, vai tie būtu graudu akoti vai tukšas piena pakas. Šajā procesā rodas enerģija, tāpēc zinātnieki cenšas atrast tādus enzīmus, kas spētu pārvērst mūsu atkritumu spaiņu saturu par automobiļu degvielu.

Dāņu zinātnieki kopā ar enerģētikas uzņēmuma "DONG Energy" speciālistiem ir izstrādājuši pilotprojektu, kurā tiek atdarināta bioloģiskā sadališanās dabā. Kad enzīmi ķeras klāt atkritumiem, tiek iegūts brūns šķidrums, kas satur tik daudz enerģijas, ka nākotnē to varētu pārstrādāt par degvielu. Kopš 2009. gada testa iekārta pārstrādā tonnu atkritumu stundā, pierādot, ka enzīmi potenciāli var konkurēt ar urbjiem un naftas laukiem.

### Der arī nešķiroti atkritumi

Projekta vadītājs Mikael斯 Skovs Johansens apgalvo, ka komerciāla ražotne varētu sākt darbu tuvākajos trīs gados. Tā varētu pieņemt mājsaimniecības atkritumus no diezgan lielas pilsētas un lielāko daļu pārvērst par degvielu.

Pārstrādē nonāk nešķiroti atkritumi, un tas šo metodi padara vienkāršu. Tomēr

### DABĀ TAM VAJAG MILJONIEM GADU

Jēlnafta visbiežāk veidojas, bezskābekļa vidē sadaloties izgulsnētam organiskajam materiālam, piemēram, mikroorganismiem un augiem. Tos aizvien pārsedz nogulu kārtas, un ar laiku šis materiāls kļūst par daļu no ietverošā ieža un tiek saukts par naftas smiltim jeb degslāneklī. Dzījumā (vidēji ik pēc 100 metriem) iežu temperatūra palielinās par vienu grādu, tāpēc degslāneklis ir pakļauts pieaugošam spiedienam un temperatūrai. Nafta un gāze visstraujāk veidojas 90–120 °C temperatūrā. Lielākā daļa naftas paceļas un izgaro, bet daļa paliek samērā izolētās ģeoloģiskās struktūrās – naftas slazdos.

CLAUS LUNAU



# Reaktors rada jēlnaftai līdzīgu produktu

## NAFTAS MAŠĪNA STRĀDĀ AR PILNU JAUDU

Sarežģīta ierīce atdarina metodi, pēc kuras dabā top nafta. Dabā šim procesam vajadzīgs miljoniem gadu, bet zinātnieki to pašu panāk vairāku stundu laikā.

STEPE ENERGY & THOMAS AARHUS UNIVERSITET

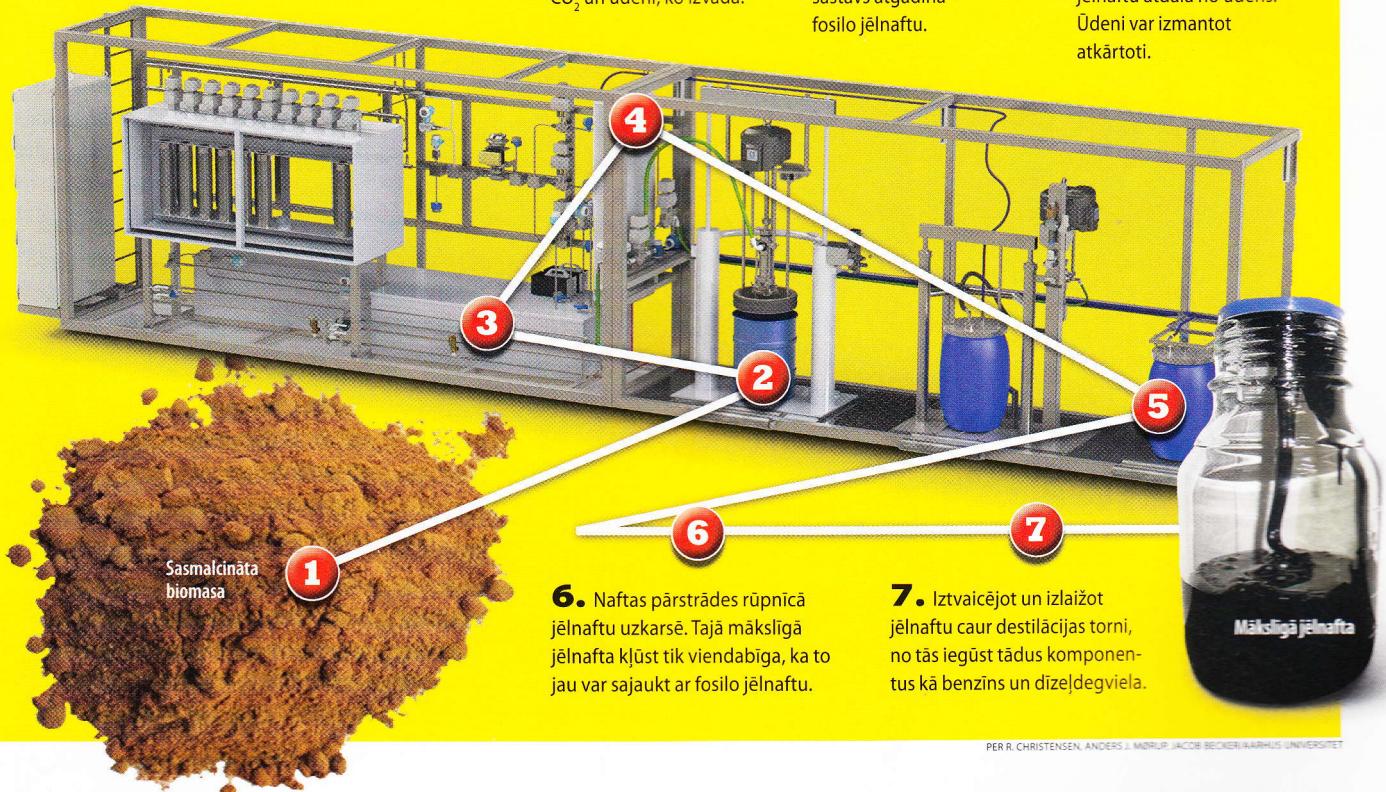
**1.** Biomusu smalki sasmalcina. Izveidotajam prototipam var izmantot salmus, koksnis, rīsu apvalkus, šķeldu, eļjas augu sēklas u.c.

**2.** Sasmalcināto biomusu tvertnē, kurā ir piemērota barotne, samaisa ar ūdeni un pievieno reakcijas katalizatorus, piemēram, kālijā karbonātu.

**3.** Maisījumu uzkarsē un pakļauj spiedienam tā, ka ūdens klūst superkritisks. Biomasa sadalās līdz sīkām molekulām, piesaista skābekli un pārvērš to par  $\text{CO}_2$  un ūdeni, ko izvada.

**4.** Pāri paliek ūdeņraža un oglēkļa savienojumu molekulās. Reaktorā sīkās molekulās sastopas un veido garas oglēdenežu molekulu ķedes, kuru sastāvs atgādina fosilo jēlnaftu.

**5.** Galaproducta tvertnē nonāk jaunradītā māksligā nafta, izmantotais ūdens ar tajā šķistošajiem komponentiem, kā arī cietās vielas. Ārpus iekārtas māksligo jēlnaftu atdala no ūdens. Ūdeni var izmantot atkārtoti.



enzīmi netiek galā, piemēram, ar metāliem un plastmasu. Kāds Dienvidāfrikas uzņēmums gan 2013. gadā prezentēja tehnoloģiju, kas noteikta veida plastmasu pārvērš par jēlnaftu. Savukārt metālu iespējams izmantot atkārtoti, tāpēc pilnīga atkritumu utilizācija varbūt notiks jau drīz.

### Nafta top miljoniem gadu

Dabā tādi organiskie atkritumi kā alģes, koki un dzīvnieki paliek guļam vietā, kur gājuši bojā. Miljoniem gadu ilgā procesā

tie pārvēršas par dziļi zem zemes ieslēgtu naftu, gāzi un akmeņoglēmu.

Bet kā būtu, ja mums nevajadzētu gaidīt miljoniem gadu un mēs paši mācētu ražot jēlnaftu no dažādiem pārpalkumiem? Nesen tas ir izdevies kādam citam dāņu zinātnieku kolektīvam. Eksperimentālā iekārtā Olborgas universitātes zinātnieki ir mazā mērogā atdarinājuši naftas veidošanās procesu dabā. Hidrotermālās šķidrināšanas (HTL) procesā viens no stūrakmeņiem ir ūdens, kas citkārt ir

biomasas apstrādes blakusprodukts. Ja ūdeni uzkarsē līdz 400 grādiem un palieina spiedienu līdz 250–300 atmosfērām (līdzīgi kā apmēram 3 km dziļumā zem zemes), tas klūst superkritisks.

Šādos apstākļos ūdens ir ārkārtīgi reaktīvs un spēj izšķidināt salmus, koksnis, rīsu sēklu sēnalas un eļjas augu sēklas, kas citos apstākļos ūdeni nešķist. Tādējādi gandrīz jebkuru biomasu var noārdīt tik efektīvi, ka tā sadalās sīksīkās daļīnās – līdz ķimiskajiem elementiem ►

► ogleklim un ūdeņradim. Salīdzinot ar citiem noārdišanās procesa produktiem, šī mākslīgā jēlnafta ir viendabīga neatkarīgi no reaktorā lietotās biomasa veida, turklāt tiek izmantots līdz pat 90 procentiem energijas. Šādu mākslīgo jēlnaftu var pārstrādāt, lai iegūtu tādus galaproductus kā benzīns un dīzeļdegviela.

Līdz šim zinātnieki bija izvirzījuši mērķi iemācīties vadīt procesu, tāpēc ne-lielajā reaktorā naftas ražošanas apjoms ir pietīcīgs – 1–2 litri stundā. Tomēr eksperimenta vadītājs profesors Lase Rosen-dāls prognozē, ka nākamais solis būs prototips, kas spēs saražot 48 000 litru mākslīgas jēlnaftas diennakti.

### legūt degvielu no gaisa

Tomēr pat atkritumi ir ierobežots resurss. Tāpēc zinātnieku viskvēlākais sapnis ir radīt degvielu no zila gaisa. Šāda iecere šķiet kā zinātniskā fantastika, tomēr pie-tiek pavērtīties ārā pa logu, lai saprastu, ka to iespējams izdarīt.

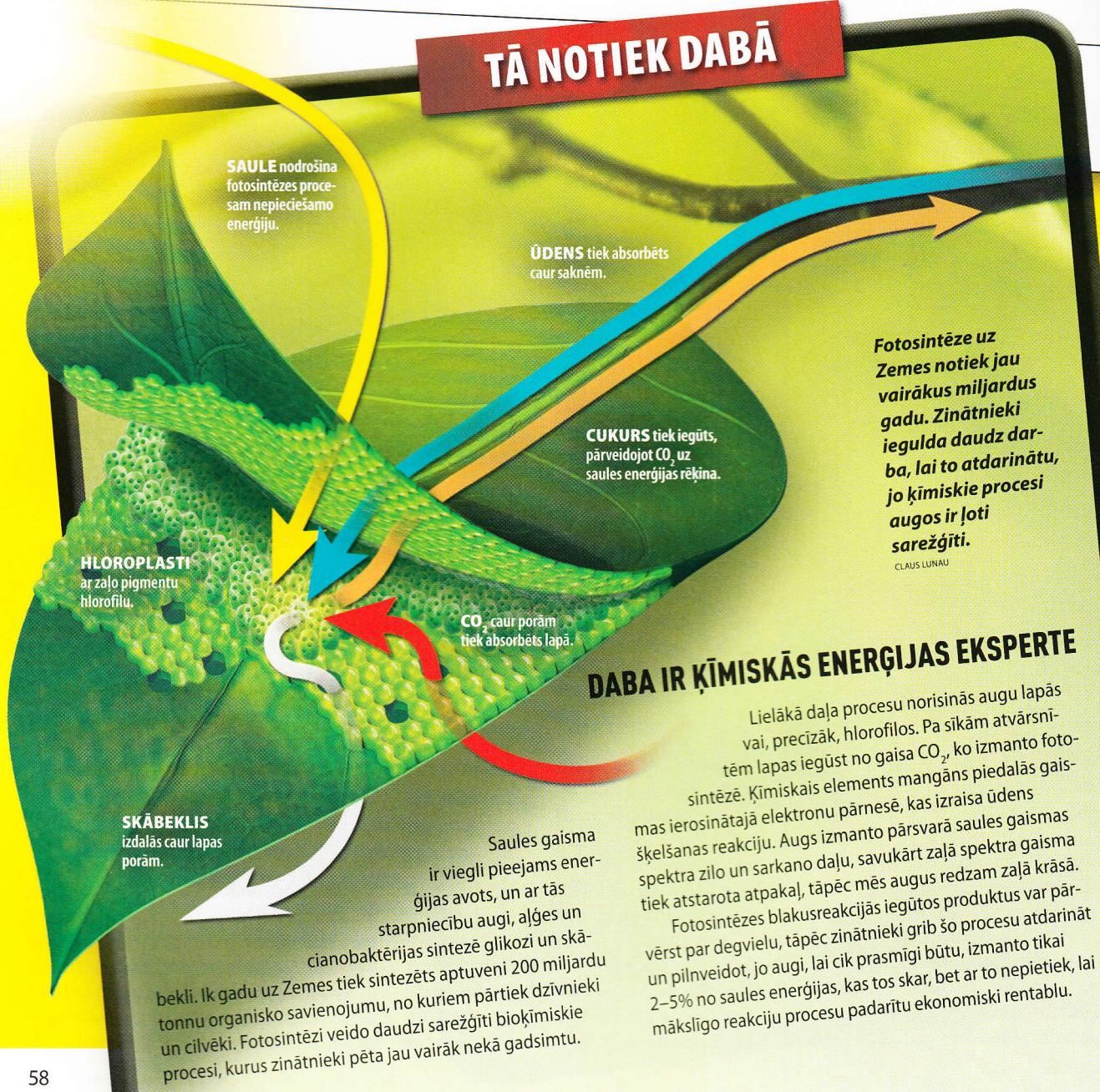
Fotosintēze ir visaptverošs dabas process. Augi izmanto saules gaismu, lai sin-tezētu cukuru, iegūstot blakusproduktu – skābekli. Ja zinātniekiem izdosies to atdarināt, mums uz mūžu mūžiem būs nodrošināta lēta energija. Zinātnieki var “uzbūvēt” degvielu no fotosintēzes reak-ciju ķīmiskajiem savienojumiem. Turklāt šāda energija būs videi draudzīga, jo

mākslīgā fotosintēze izmantos gaisā eso-šo oglekļa dioksīdu un vienīgais “atkri-tumprodukts” būs skābeklis.

Tomēr eksperti ir spiesti atzīt, ka šīs dabiskās reakcijas atdarināt ir ārkārtīgi grūti. Lielāko daļu procesu, kas veido fotosintēzi, gan iespējams atdarināt labo-ratorijā, tomēr līdz šim iegūtās energijas daudzums ir niecīgs.

Šķiet, šajā jomā vistālāk ticus zinātnieku kolektīvs no Lorensa Bērklīja Na-cionālās laboratorijas ASV, kurš pagājušā gada maijā publicēja līdzšinējos pētīju-ma rezultātus. Amerikānu zinātnieki ir izveidojuši kaut ko līdzīgu nanomežam, kurā mikroskopiskas struktūras saķe-

## TĀ NOTIEK DABĀ



Lielākā daļa procesu norisinās augu lapās vai, precīzāk, hlorofilos. Pa sīkām atvārsnī-tēm lapas iegūst no gaisa  $\text{CO}_2$ , ko izmanto foto-sintēzi. Ķīmiskais elements mangāns piedalās gaismas ierosinātājā elektronu pārnesē, kas izraisa ūdens šķelšanas reakciju. Augs izmanto pārsvārā saules gaismas spektra zilo un sarkano daļu, savukārt zaļā spektra gaisma tiek atstarota atpakaļ, tāpēc mēs augus redzam zaļā krāsā.

Fotosintēzes blakusreakcijās iegūtos produktus var pār-vērst par degvielu, tāpēc zinātnieki grib šo procesu atdarināt un pilnveidot, jo augi, lai cik prasmīgi būtu, izmanto tikai 2–5% no saules enerģijas, kas tos skar, bet ar to nepietiek, lai mākslīgo reakciju procesu padarītu ekonomiski rentablu.

ūdeni par skābekli un ūdeņraža joniem – gluži tāpat, kā tas notiek augos. Pēc tam atbrīvotie elektroni un ūdeņradis pārveido oglēkļa dioksīdu par oglūdeņražiem – vielu, ko zinātnieki tīko iegūt, jo tā ir mūsu izmantoto degvielu pamatā.

Runāt par efektivitāti vēl ir pāragri, jo par enerģiju pārvēršas ne vairāk kā 0,12% saules gaismas. Ja šādu attiecību piemērotu jēlnaftai, no 834 litriem jēlnaftas iegūtu vienu litru degvielas un mēs nonāktu atpakaļ 18. gadsimta sākumā.

Viens no grūtākajiem uzdevumiem ir atrast piemērotus katalizatorus. Dabā izmanto tādu ķīmisko elementu kā mangāns, bet zinātnieki uzskata, ka tas, ie-spējams, nav visefektīvākais. Pat augi dabā liek lietā ne vairāk kā divus līdz

piecus procentus saules energijas. Izvēloties vispiemērotāko katalizatoru, māksligā fotosintēze varētu kļūt daudz efektīvāka nekā dabas istenotā.

Amerikāņu pētījuma vadītājs ķīmikis Peiduns Jans ir pārliecināts, ka viņa kolktīvs tuvākajā nākotnē spēs daudzķārt palielināt māksligās fotosintēzes efektivitāti. Jāņem vērā vienā stundā Zeme sanēm no Saules tādu enerģijas daudzumu, ka ar to varētu pietikt mūsu vajadzību nodrošināšanai visu gadu.

Lielākā daļa speciālistu gan ir vienisprātis, ka šo metodi komerciāli varēs izmantot tikai tālākā nākotnē. Toties līdz tam mūsu rīcībā būs piezemētākas alternatīvas, lai dzīve neapstātos dienā, kad sāks trūkt naftas. □



### Mikroorganisms pārvērš CO<sub>2</sub> par degvielu

Zinātnieki no Džordžijas universitātes (ASV) ir atradusi mikroorganismu *Pyrococcus furiosus*, kas mājo jūras dzīlēs. Tas pārveido oglēkļa dioksīdu par ķīmisku vielu, kuru viegli varētu izmantot degvielas ieguvei. Zinātnieki cer, ka šis mikroorganisms pēc ģenētiskas modificēšanas varēs no gaisa iegūt CO<sub>2</sub> un pārveidot to par degvielu.

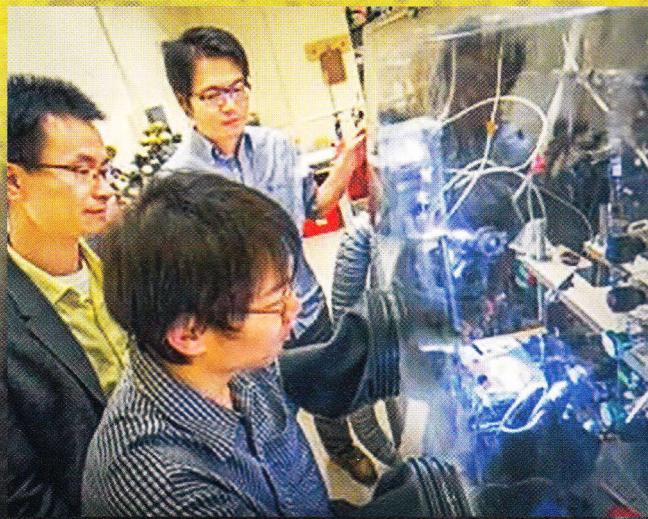
FOTO: 314

## Nanomežs ar saules gaismu sadala ūdeni

### SILĪCIJA KOKI BAROJAS NO SAULES

Amerikāņu zinātnieki ir izveidojuši māksligu nanoizmēra mežu, kura lapas absorbē saules gaismu un sašķel ūdeni skābekli un ūdeņraža jonus. Galaproducts ir oglūdeņraži – jaunās degvielas stūrakmeni.

PEIDONG YANG/UC BERKELEY



Čuns Liu no Lorensa Bērklija Nacionālās laboratorijas ASV ar kolēgiem demonstrē māksligo nanomežu.

1  
**Lapotnes uztver gaismu**  
Sāzarotajās lapotnēs nanolapās ir izvietotas dažādos leņķos un virzienos. Tas nodrošina lielu uztveršanas virsmu.



2  
**Lapas apēd UV starus**  
Kad spīd saule, lapas absorbē gaismu un tajās esošais titāna oksīds reagē ar ultravioletiem stariem. Kopā ar stumbru lapas sašķel ūdeni par skābekli un ūdeņraža joniem.

3  
**Blīvums palielina efektivitāti**  
Elastīgi silicija veidojumi rada blīvu plīnumu un efektīvi absorbē gaismu. Kokiem ir raksturīgi tas, ka tie atstaro iespējamī mazāk gaismas, lai efektīvāk izmantotu absorbēto starojumu.