
Romló olaj- és élelmiszerbiztonság

A 20. század az olaj évszázada volt. 1900-ban 150 millió hordó olajat termeltek ki a világon, míg 2000-ben a termelés már 28 milliárd hordó volt, és ez több mint száznyolcvanszoros növekedésnek felel meg. A 20. század során az olaj jelentősége meghaladta a szénét, és a világ vezető energiaforrásává vált.¹

Az olcsó olaj kínálatának gyors bővülése vezetett el a termelés, a népesség, az urbanizáció és az emberek mobilitásának robbanásszerű növekedéséhez. 1900-ban a világ lakosságának 13 százaléka volt városlakó. Napjainkban ez az arány már 50 százalék. A világ gabonatermelése az előző évszázad folyamán megnégyszereződött. Az egyének mobilitása ugrásszerűen megnőtt, mivel a vonatközlekedés, a személygépkocsik, repülőgépek akkora távolságokra kezdték el szállítani az embereket, amit még a 20. század elején is hihetetlennek hittünk volna.²

Napjainkban kőolajra alapozott civilizáció vagyunk, és így egy olyan erőforrástól függünk, amelynek a termelése hamarosan csökkenni fog. 1981 óta egyre nagyobb a különbség a kitermelt olaj és az újonnan feltárt lelőhelyeken rendelkezésre álló olaj mennyisége között. 2006-ban a világ olajtermelése 31 milliárd hordó volt, de kevesebb, mint kilenc milliárd új olajlelőhelyet fedeztek fel. A világ hagyományos olajtartalékai a szabadesés állapotában vannak, tehát évről-évre csökkennek.³

A hagyományos módszerekkel kibányászható olaj durván 2 trillió hordót tesz ki, és ebből a mennyiségből 1 trillió hordót már kitermeltek, és még 1 trilliónk maradt. Ezek a számok önmagukban egy nagyon fontos ténytet nem tükröznek. Mint Michael Klare megjegyzi, az első trillió hordó könnyen kitermelhető olajnak számított, „olyan olajnak, amely a partvidékeken vagy azok közelében volt; a felszínhez közeli és nagy gyűjtőkben koncentrált; vagy barátságos, biztonságos és kedvező adottságú helyeken volt elérhető.” Klare azonban azt is megjegyzi, hogy az olajkészletek fennmaradó másik 50 százaléka már nehezen kibányászható olaj, „olyan olaj, amely a partoktól messze vagy mélyen a föld felszíne alatt vagy területileg elszórtan, kicsi és nehezen megtalálható gyűjtőkben található, vagy amely kedvezőtlen adottságú és politikai szempontból veszélyes és kockázatos területeken bányászható ki.”⁴

Egy bizonyos ponton a nem is annyira távoli jövőben a világ olajtermelése eléri a csúcspontot és elkezd csökkenni. Amikor ez bekövetkezik, ennek földrengésszerű hatása lesz. Idáig csak egy világot ismertünk, azt, amelyben nő a kitermelés. A most kialakuló új világban az olajtermelés már nem növekszik, és az egyik ország csak akkor tud majd több olajhoz jutni, ha egy másik kevesebbet kap.

Az olaj és az élelmiszerárak egymáshoz való viszonyában alapvető változás tanúi vagyunk, egy olyan változásé, amely már évtizedek óta készülődésben van. 1950 és 1972 között egy véka gabona árérték egy hordó kőolajat lehetett kapni a világpiacra. Ebben az időszakban ennek a két alapvető árucikknek az ára meglepően stabilan alakult: egy véka gabona és egy hordó olaj átlagára durván számítva valamivel 2 dollár alatt volt. Bár az utóbbi időkben a gabonaárak is meredeken emelkedtek, 2007 végén már nyolc véka búza árából lehetett egy hordó olajat megvásárolni.⁵

A mezőgazdasággal foglalkozó elemzők már régóta aggódnak amiatt, hogy az olaj árának várható emelkedése milyen hatással lesz az élelmiszertermelés költségeire. Jelenleg olyan nagy a különbség az olaj és az élelmiszerek ára között, hogy az Egyesült Államokban elkezdtek a gabona gépkocsi-üzemanyaggá történő átalakítását. Ha az olaj hordónkénti ára meghaladja a 60 dollárt, akkor ez a tevékenység már roppant jövedelmezővé válik. 2006-ban a becslések szerint az amerikai gabonatermés 15 százalékát alakították át gépkocsi-üzemanyaggá. A 2008-as termés esetében ez az arány akár a 30 százalékot is elérheti.⁶

Az élelmiszergazdaságot az energiatermeléstől elválasztó vonal egyre inkább elmosódik, mivel ez a két tevékenység egyre inkább közeledik egymáshoz. Ennek következtében a búza világszármazékos ára emelkedik, és egyre inkább megközelíti az olajegyenértékéből adódó árat. Ha egy mezőgazdasági árucikk élelmiszerértéke kisebb, mint az üzemanyagértéke, akkor a piac az adott mezőgazdasági árucikket átviszi az energiagazdaságba.

Az olaj szerepének várható hanyatlása

Amikor az olaj ára 2004 végén átlépte a hordónkénti 50 dollárt, a közvéleményt egyre inkább foglalkoztatta az a kérdés, hogy vajon a világ olajkészletei elegendőek-e. Különös figyelmet fordítottak arra a kérdésre, hogy az olajtermelés mikor fogja elérni a maximumot, és mikor kezd el csökkenni. Nem alakult ki egyetértés a kérdésben, de számos neves elemző szerint küszöbön áll a kőolaj-kitermelés időbeli tetőzése.⁷

A kőolaj-kitermelés előrejelzésére különféle megközelítéseket alkalmaznak. Az olajtársaságok, az olajipari tanácsadó cégek és az egyes államok kormányai a kőolajtermeléssel és a kőolajárakkal kapcsolatos előrejelzések elkészítése során nagymértékben számítógépes modellekre támaszkodnak. Az ilyen modellek esetében az eredmények a betáplált adatok megbízhatóságának és a felhasznált előfeltételezéseknek a függvényében széles skálán szóródnak.

Egy másik megközelítés a tartalékok és a kitermelés egymáshoz viszonyított arányából von le következtetéseket a jövőben várható kitermelést illetően. Ezt az elméletet a legendás M. King Hubbert, a Shell Kutatólaboratórium és később az Amerikai Geológia Kutatóintézet geofizikusa 1956-ban alkotta meg. Hubbert az olajkitermelés sajátosságaiból kiindulva azt az elméletet alakította ki, hogy az új olajkészletek felfedezésének csúcspontja és a kitermelés tetőzése közötti időeltolódás előrejelezhető. Megállapította, hogy az Egyesült Államokban az új készletek felfedezése 1930 táján jutott el a csúcspontjára, és ebből arra következtetett, hogy az ország kitermelése 1970-ben fog tetőzni. Az előrejelzése teljesen pontosnak bizonyult. Ezt a példát és más országok legújabb tapasztalatát követve, a Hubbert-féle modellt sok más olajipari elemző is használja.⁸

Egy harmadik megközelítés a világ olajkitermelő országait három csoportra osztja. Az első csoportba azok az országok tartoznak, amelyben a kitermelés csökken, a másodikba azok, amelyekben a kitermelés még nő, míg a harmadikba azok, amelyek most állnak a termelés-csökkenés küszöbén. A vezető olajtermelő nemzetek közül, úgy tűnik, körülbelül tizenkét országban tetőzött a termelés, és kilenc ország létezik, ahol még egyértelműen nő a kitermelt olaj mennyisége.⁹

Az olajhozam-csúcson túljutott országok között van az Egyesült Államok, amelynek termelése 1970-ben napi 9,6 millió hordóval tetőzött, és 2006-ra napi 5,1 millió hordóra zuhant

vissza, és ez 41 százalékos csökkenésnek felel meg. Venezuela termelése 1970-ben érte el a csúcspontot, míg az Egyesült Királyság és Norvégiaé 1999-ben, illetve 2000-ben.¹⁰

Az olajhozam-csúcs előtt álló országok között van Oroszország, amely jelenleg a világ legnagyobb olajkitermelője, és 2006-ban utasította maga mögé Szaúd-Arábiát. A nagy kitermelés növelési potenciállal rendelkező országok között, nagyrészt jelentős kátrányhomok készletei okán, megemlíthetjük Kanadát, továbbá Kazahsztánt a Kaszpi-tenger közelében található kashagani kőolajkincs miatt. A többi olajhozam-csúcs előtt álló ország Algéria, Angola, Brazília, Nigéria, Katar és az Egyesült Arab Emírátsok. A jelenleg napi 1,7 millió hordót termelő Líbia az tervezi, hogy teljesítményét majdnem megduplázva napi 3 millió hordóra emeli a kitermelést, és ezzel megközelíti az 1970. évi napi 3,3, millió hordós kitermelést.¹¹

A harmadik csoport országai, köztük Szaúd-Arábia, Mexikó és Kína, közel állnak a termelés-csökkenés időszakának kezdetéhez. A legfontosabb olajtermelővel kapcsolatban Szaúd-Arábia jelenti a legnagyobb kérdőjelet. Szaúd-arábiai hivatalnokok azt állítják, hogy az ország sokkal több olaj kitermelésére képes. De a szaúdi termelés 50 százalékát adó Ghawar-olajmező ötven éves, és sok elemző véleménye szerint már leszálló ágban van. Ha az olajmezők királya és a többi szaúd-arábiai olajmező nagymértékben kimerül, kérdéses, hogy az új olajmezőkből származó kitermelés képes lesz-e ellensúlyozni és meghaladni a régi mezők termelés-csökkenését. Némi aggodalomra ad okot az a tény, hogy Szaúd-Arábia 2007 első nyolc hónapjára vonatkozó kitermelési adatai szerint a napi kitermelés 8,37 millió hordó, ami 6 százalékos csökkenést jelent a 2006-os év napi 8,93 millió hordós termeléséhez képest. Ha Szaúd-Arábia termelése nem fogja jelentősen meghaladni jelenlegi termelését, és feltételezem, hogy ez fog bekövetkezni, akkor az olajhozam-csúcs küszöbén állunk.¹²

Az USA legfontosabb olajszállítóinak rangsorában Szaúd-Arábia és Kanada után következő Mexikó, úgy tűnik, napi 3,4 millió hordós olajkitermeléssel 2004-ben elérte az olajhozam-csúcsot. Egy Walter Youngquist nevű geológus megjegyzi, hogy Cantarellben, az ország legfontosabb olajmezőjén a termelés meredeken csökken, és ennek következtében nem kizárható, hogy 2015-re Mexikó olajimportálónak válik. A Mexikónál valamivel több kőolaj kitermelő Kína is valószínűleg közeledik ahhoz az évhez, amelyben termelése a csúcspontra ér. A kérdés az, hogy az olajhozam-csúcs előtti országokban a termelés képes lesz-e olyan mennyiséggel nőni, hogy ez ellensúlyozza az olajhozam-csúcsot már maga mögött hagyó országok termelés-csökkenését.¹³

Egy másik módszer, amellyel következtetni lehet az olajtermelés kilátásaira az, ha megnézzük, milyen lépéseket tesznek a nagy olajtársaságok. Bár az olajárak jóval meghaladják az ötven dollárt, nem következett be jelentős növekedés az olajkutatás és a fejlesztések területén. Ebből arra lehet következtetni, hogy az olajtársaságok egyetértenek az olajra specializálódott geológusok azon véleményével, hogy a világ létező olajkészleteinek 95 százalékát már felfedezték. „Geofizikai szempontból már az egész világot felmérték és átkutatták” – nyilatkozta egy független geológus, Colin Campbell. Szerinte „az utolsó harminc esztendőben óriási mértékben fejlődtek geológiai ismereteink, és szinte teljes bizonyossággal kizárható, hogy még jelentős olajmezők felfedezésére lehet számítani.” A lényeg az, hogy a legfontosabb olajtársaságok számára rendelkező tartalékok gyorsan zsugorodnak.¹⁴

A szaúdi állami olajtársaság, Aramco olajkutatási részlegének korábbi vezetője, Szadad al Husszeini egy interjúban arra mutatott rá, hogy az újonnan feltárt lelőhelyekből származó olajnak elegendőnek kellene lennie ahhoz, hogy fedezze a világkereslet napi 2 millió hordóra becsült éves növekedését, továbbá a régebbi olajmezők éves termelés-csökkenését, ami napi 4

millió hordót meghaladó mennyiségnek felel meg. „Ez azt jelentené, hogy néhány éves időszakonként újra és újra egy új Szaúd-Arábiára lenne szükség” – magyarázta Husszeini. „Ez képtelenség.”¹⁵

Geológiai adataink jelzik, hogy a világ olajtermelése inkább hamarabb, semmint később jut el a csúcspontra. A neves olajipari befektetési bankár, Matt Simons az új olajmezőkre hivatkozva kijelentette: „Kifogytunk a jó projektekből. Nem finanszírozási problémával szembesülünk...Ha ezeknek az olajtársaságoknak lennének fantasztikus projektjei, akkor már réges-rég kint lennének a terepen.” A nagy tiszteletnek örvendő geológus, Kenneth Deffeyes, aki korábban olajiparban dolgozott, jelenleg pedig a Princeton Egyetemen tanít, az *Olajkorszak után* című könyvében leszögezi: „Az a véleményem, hogy az olajkitermelés maximumát a 2005-ös év vége felé vagy a 2006 első pár hónapjában fogjuk elérni. Walter Youngquist és az Iráni Nemzeti Olajtársaság alkalmazottja, A.M. Samsan előrejelzése szerint az olajtermelés 2007-ben fog tetőzni.”¹⁶

Nagyonis lehetséges, hogy, Deffeyes, Youngquist és Bakhtiari előrejelzése pontos. A Nemzetközi Energia Ügynökség jelentése szerint a világ 2005. évi napi 84,39 millió hordós termelése 2006-ban napi 85,01 millió hordóra emelkedett. 2007 első kilenc hónapjában a kitermelés valamivel kevesebb volt, napi átlaga 84,75 millió hordót tett ki. Mikor ezeket a sorokat írom, még nem tudhatjuk, hogy 2007 utolsó három hónapjában emelkedik-e majd annyival a termelés, hogy az éves kitermelés szintje meghaladja 2006 adatát. De akárhogy is alakulnak a dolgok, egyértelmű, hogy a termelésnövekedésének lendülete megtörött, és ez, ha figyelembe vesszük a növekvő keresletet is, ez már a közeljövőben teljesen biztosan árnövekedéshez vezet.¹⁷

Létezik még egy módszer, amellyel felmérhetjük az olajkitermelés kilátásait: Egyszerűen meg kell nézni a legjelentősebb olajmezők korát. A húsz, legnagyobb tartalékkal rendelkező olajmezőből tizennyolcat 1917 (a venezuelai Bolívar-olajmező) és 1968 között fedeztek fel (Szaúd-Arábia Shaybah-olajmező). A kettő viszonylag új olajmezőt, a Mexikóban található Cantarell-olajlelőhelyet, valamint az Irakban található kelet-bagdadi olajmezőt, a 70-es években fedezték fel, de azóta nem került sor jelentős olajlelőhely felfedezésére. Az utolsó évtizedek egyetlen nagy felfedezése, a Kashagan-olajkincs sincs szerepel a húsz legnagyobb olajmezők húszas listáján. Mivel nagyon nagyszámú olajmező már elöregedett vagy hanyatlásnak indult, a termeléseszközt ellensúlyozása új mezők felfedezésével és/vagy a meglévő mezők termelésének modern kitermelési módszerekre támaszkodó növelésével egyre nehezebb lesz.¹⁸

Ha tényleg 2006 lesz az az esztendő, amikor a világ kőolaj-kitermelése tetőzik, és ha kitermelés mennyisége harang alakú görbét ír le, tehát egy olyan görbét, amelynek felszálló és leszálló ága egyaránt többé-kevésbé szimmetrikus (márpedig a Hubbert-féle görbe ilyen), akkor a közelmúlt történelmi folyamatainak segítségével képesek vagyunk megbecsülni a valószínűsíthető jövőbeni trendeket. Míg az utóbbi évtizedekben a politika és az árak határozták meg a kitermelt olaj mennyiségét, feltételezhető, hogy az öregedő olajmezők kora következik, amelyben nagymértékben a geológiai adottságok fogják meghatározni a termelési trendeket.

A fentiek alapján és annak érdekében, hogy a 2006-ot csúcspontnak tekintve 2020-ig előrejelzést készítsünk, egyszerűen visszamegyünk 14 évet az időben 1992-ig. Abban az évben a kitermelés átlagosan napi 67 millió hordó volt, majd 2006-ra 18 millió hordós növekedést elkönyvelve felment napi 85 millió hordóra. Ha a termelés hanyatlása a növekedés tükörképe, akkor 2020-ban a napi kitermelés újra 67 millió hordó lesz, ez pedig 21 százalékos csökkenést

jelent. Ha feltételezzük, hogy a 2006-tól 2020-ig terjedő időszakban a világ lakossága évi 1,1 százalékkal növekszik, akkor a világ lakossága 16 százalékkal fog nőni, ami viszont azt jelenti, hogy mindössze 14 év leforgása alatt az egy főre jutó olajkínálat hatalmas mértékben, 32 százalékkal fog csökkenni. A Hubert-féle görbéből kiinduló és 2020-ra 67 millió hordós napi termeléssel számító előrejelzésünkkel éles ellentétben a Nemzetközi Energia Ügynökség előrejelzése szerint 2020-ban a világ olajtermelése napi 106 millió hordó lesz.¹⁹

Ha 2006-ban tényleg tetőzött a termelés, és ha a jövőbeni termelés a Hubert-féle görbe szerint alakul, feltehető a kérdés, hogy milyen lehetőségeink vannak. Az egyik az, hogy még távolabb eső területeken keressük olajat. Hagyományos módszerekkel bányászható, eddig még nem feltárt, olajnak becslések szerint 5 százaléka az északi-sarki övezetben lehet. Valószínűsíthető, hogy néhány évtized múlva az Északi-sarki óceán jégmentes lesz, és az Északi-sark határán fekvő országok már elkezdtek a régióba telepítendő olajkitermelés esélyeit fontolgatni. Ha az északi-sarki övezetben megkezdődik az olajlelőhelyek felkutatása, ez egy sor geopolitikai kérdést fog felvetni, ideértve azt a kérdést, hogy a régió egyes részei melyik ország kezében vannak, illetve, hogy milyen szabályok vonatkoznak az itt felfedezett olajkészletek kitermelésére.

A hagyományos kőolajon kívül, amelyet könnyen felszínre lehet pumpálni, óriási mennyiségű olaj van a kátrányhomokban, amelyet olajpalából lehet előállítani. A kanadai Albertában található athabascái kátrányhomok-rétegekben feltételezhetően 1,8 trillió hordónyi olaj van. Ebből azonban valószínű, hogy csak három milliárd hordónyi olajat lehet kinyerni. Venezuela nagy mennyiségű extra nehézségű olajjal is rendelkezik, amely becslések szerint 1,2 trillió hordót tesz ki. Ennek a mennyiségnek talán egyharmada nyerhető ki.²⁰

Az Egyesült Államok főleg Colorado, Wyoming és Utah államokra koncentrálódó olajpala-készletei nagy mennyiségű kerogént tartalmaznak, ami egy kőolajjá és földgázzá átalakítható szerves anyag. Az 1970-es évek végén Amerika nagyszabású projektet indított azzal a céllal, hogy a Sziklás-hegység nyugati lejtőin található olajpalát feldolgozza. Amikor 1982-ben az olajárak lecsökkentek, az olajpala-ipar összeomlott. Exxon gyorsan leállította 5 milliárd dolláros, Colorado állambeli projektjét, és projekt többi résztvevője is hamarosan követte az Exxon példáját. Mivel az olajpalából kinyert olaj minden hordójához több hordónyi vízre van szükség, ennek a módszernek a feléledését korlátozhatja a vízhiány.²¹

A Kanada Alberta tartományában zajló kátrányhomok projekt az egyetlen, amelyben haladást értek el. Ez az 1980-as évek elején indított projekt jelenleg napi 1,8 millió hordó olajat állít elő, és ez akkora mennyiség, amellyel az USA olajszükségletének majdnem 7 százalékat fedezni lehet. De a kátrányhomokból előállított olaj nem olcsó, és jelentős környezeti kárt okoz.²²

A kőolaj kátrányolajból történő előállítása nagy karbonkibocsátással jár. Ahhoz, hogy a homokot felmelegítsék és kivonják belőle a kőolajat nagy mennyiségben földgázt kell használni, és Észak-Amerika földgáztermelése már tetőzött. Az olajhozam-csúcs elméletének egyik elemzője, Richard Heinberg felhívja a figyelmet arra, hogy „jelenleg két tonna kátrányhomokot kell kibányászni ahhoz, hogy egy hordónyi olajat kapjunk”. Az előállítás energiaköltségeit figyelembe vevő nettóhozam tehát nagyon alacsony. Walter Youngquist megjegyzi, hogy „minden három hordó előállított kőolajból két hordónyi olajnak megfelelő energiára van szükség ahhoz, hogy olajpalából olajat tudjunk előállítani.”²³

Így bár elmondható, hogy a kátrányban és olajpalában található olajkészletek óriásiak, a termelés előkészítése költséges, az éghajlatot károsító és rendkívül időigényes folyamat. Az

olajkátrányt, illetve az olajpalát feldolgozó módszer a még a legoptimálisabb esetben is csak arra képes, hogy lassítsa a világ olajtermelésének hamarosan bekövetkező csökkenését.²⁴

Az egyik legnehezebben számszerűsíthető, olajtermelést befolyásoló hatás az, amit én a „tartalék-kimerülés lélektanának” nevezek. Ha az olajtársaságok és a olajtermelő országok felismerik, hogy a kitermelés hamarosan felfut a csúcspontra, akkor már elkezdik komolyan fontolgatni, hogy hogyan lehet a fennmaradó tartalékaik kibányászását a lehető leghosszabb időre széthúzni. Amint világossá válik, hogy még egy szerénynek mondható termelés-csökkenés is képes arra, hogy megduplázza az olaj árát, ezek a társaságok és országok sokkal jobban megértik a kezükben lévő olaj hosszú távú értékét.

Az élelmiszertermelés kőolajigénye

A modern mezőgazdaság nagymértékben a fosszilis fűzőanyagokra támaszkodik. A legtöbb traktor vagy benzinnel, vagy dízelolajjal működik. Az öntözést működtető pumpák dízelolajat, földgázt vagy széntüzelésből származó elektromosságot használnak. A földgázból szintetizálják az ammóniát, amely a nitrogén alapú műtrágya alapanyaga. A foszfátok és káliumkarbonát bányászata, előállítás és nemzetközi szállítása az olajra támaszkodik.²⁵

A hatékonyság javulása segíthet abban, hogy csökkenjen a mezőgazdaság olajtól való függése. Az Egyesült Államokban a benzin és dízelolaj mezőgazdaságban történő felhasználása az 1973-as 7,7 milliárd gallonos (29,1 milliárd literes) történelmi csúcstról 2005-re 4,2 milliárd gallonra esett vissza, és ez 45 százalékos csökkenésnek felel meg. Ha az összes tényezőt figyelembe vesszük, akkor az egy tonna gabona előállítására jutó üzemanyag-felhasználás az 1973-as 33 gallonról 2005-re 12 gallonra csökkent, és ez figyelemre méltó, 64 százalékos csökkenés.²⁶

Az előrelépés egyik oka az, hogy az amerikai termőföldek mintegy kétötödén áttértek a talajmegmunkálást minimalizáló vagy azt teljesen elkerülő termelésre. De míg az Egyesült Államokban a mezőgazdaság üzemanyag-fogyasztása csökken, sok fejlődő országban az igavonó állatokról a traktorra való áttérés miatt nő. Kínában például egy generációval korábban a termőföldeket nagyrészt igavonó állatokkal művelték meg. Napjainkban a szántás nagy része traktorral történik.²⁷

A műtrágya felhasználása az amerikai mezőgazdasági energiafogyasztás 20 százalékát teszi ki. Az egész világra vonatkozó adat feltehetően valamivel magasabb. A világ urbanizációjával párhuzamosan nő a műtrágyakereslet. Ahogy az emberek a vidéki területekről a városokba vándorolnak, nehezebbé válik a lakossági hulladékban található tápanyagok termőföldre való visszaáramoltatása, és ez szükségessé teszi a műtrágya-felhasználás növelését. Ezen felül az egyre bővülő nemzetközi élelmiszerkereskedelem több ezer mérföld távolsággal választja el a termelőt és a fogyasztót egymástól, és ezzel további törést okoz a tápanyagok körforgásában. Például az Egyesült Államok évente mintegy 80 millió tonna gabonát exportál évente. Ez a gabona a növények alapvető tápanyagaiból, a nitrogénből, a kénből és a káliumból nagy mennyiséget tartalmaz. Ezeknek a tápanyagoknak a folyamatos kivitele, hacsak nem pótolnák őket, lassan lecsökkentené az amerikai termőföldek termékenységet.²⁸

Mivel a talajvízszint csökken, egy másik fontos energiafogyasztó, az öntözés szerte a világon egyre több energiát igényel. Az Egyesült Államokban a mezőgazdasági energiafelhasználás közel 19 százalékát öntözővíz kiszivattyúzására fordítják. India egyes államaiban, ahol a talajvízszint csökken, a mezőgazdasági energiafelhasználásnak több mint 50 százalékát az

öntözővíz kutakból való kipumpálásra fordítják. Néhány trend, mint például a talajmegtáplálást kerülő gazdálkodás, csökkentik a mezőgazdaság fajlagos energiafelhasználását, de a műtrágya-felhasználás növekedése, a mezőgazdaság egyre inkább elterjedő gépesítése és csökkentő talajvízszint ezzel ellentétes hatást fejt ki.²⁹

Bár a figyelem általában a mezőgazdaság energiafelhasználására irányul, a mezőgazdaság az amerikai élelmiszergazdaság teljes energiafelhasználásának mindössze 20 százalékát teszi ki. A fennmaradó 80 százalékot szállításra, feldolgozásra, csomagolásra, értékesítésre az élelmiszerek konyhai feldolgozására fordítják. Az Egyesült Államok élelmiszergazdaságának energiafogyasztása egyenlő az Egyesült Királyság gazdaságának teljes fogyasztásával.³⁰

Az élelmiszergazdaság energiaszükségletének 14 százalékát arra használják, hogy az árukat a termelőtől eljuttassák a fogyasztókig, és ez az energiamennyiség egyenlő az élelmiszerek megtermelésére fordított energiamennyiség kétharmadával. A becslések szerint az élelmiszergazdaság teljes fogyasztásának 16 százalékát az élelmiszerek tartósítására, mélyhűtésére és szárítására használják. Ez a tevékenység sokrétű, mindent tartalmaz a narancslé-koncentrátum lefagyasztásától egészen a zöldborsó-konzervek előállításáig.³¹

Az olyan alapvető élelmiszereket, mint például a gabonát hajóval hagyományosan nagy távolságokra szállították például az Egyesült Államokból Európába. A friss zöldség és gyümölcs hatalmas távolságokra történő légi szállítása új jelenség. Kevés olyan gazdasági tevékenység létezik, amelynek a fajlagos energiafelhasználása magasabb.³²

Az élelmiszer-mérföldek száma, tehát az élelmiszerek termelőtől fogyasztóig vezető útjának távolsága, az olcsó olaj korában megnőtt. A Washington belvárosában lévő élelmiszer-áruházban, ahol vásárolni szoktam, a télen árusított friss szőlő Chiléből származik. Ötezer mérföldet megtéve repülőgéppel szállítják Amerikába. A frissen termelt mezőgazdasági termékek egyik leggyakoribb szállítási útvonala Kaliforniából indul ki és az Egyesült Államok sűrűn lakott keleti partvidékére irányul. A termékek legnagyobb részét hűtőrendszerrel felszerelt teherautóval szállítják. A mezőgazdasági termékek távolsági szállításának jövőjét fontolgatva, az egyik elemző megjegyezte: könnyen meglehet, hogy a háromezer mérföldet utaztatott cézársaláta napjai meg vannak számlálva.³³

Meglepő, hogy mennyire energia-intenzív tevékenység az élelmiszerek becsomagolása, hiszen az élelmiszergazdaság teljes energiafelhasználásából 7 százalékkal részesedik. Nem ritka, hogy a csomagolásra fordított energia mennyisége meghaladja a csomagolt élelmiszer előállításának energiaszükségletét.³⁴

Az amerikai mezőgazdák az élelmiszerek fogyasztói árbevételének 20 százalékát kapják meg. És vannak olyan termékek, amelyek esetében ez az arány sokkal kisebb. Egy elemző találóan jegyezte meg: „Egy egyébként gabonaőrleményeket tartalmazó üres doboz élelmiszerboltba történő szállítása körülbelül annyiba kerül, mint egy megtöltötté.”³⁵

Az élelmiszerlánc leginkább energia-intenzív része a konyha. Sokkal több energiát használunk fel az élelmiszerek otthoni hűtésére és elkészítésére, mint amennyit a megtermelésükre. Az élelmiszergazdaság nagy energiafalloja a konyhai hűtőgép és nem a traktor. Míg az élelmiszerek megtermelésében az olaj játssza a legfontosabb szerepet, a fogyasztás oldalán az elektromosságé a főszerep. A magas energiaárak körülményei között az olcsó olaj korszakában kialakult modern élelmiszerrendszer nem maradhat fenn jelenlegi formájában.³⁶

Az élelmiszertermelés változó kilátásai

A világ gabonatermelése 1950 óta több mint megháromszorozódott; 630 millió tonnáról 2 milliárd tonnára emelkedett. A leggyorsabb növekedésre 1950 és 1973 között került sor, hiszen ebben az időszakban a gabonatermés megduplázódott. A termelők huszonhárom év leforgása alatt akkora mennyiséggel növelték a gabonatermést, mint amennyivel a megelőző 11 ezer évben, azaz a mezőgazdaság kezdeteitől 1950-ig.³⁷

A 20. század közepén a világ hirtelen fordulóra jutott, mivel a mezőgazdaságilag még művelés alá vonható területek nagyrészt eltűntek. Ezt megelőzően a termelés növekedése nagyrészt a termelési terület növekedéséből fakadt, ahogy a gazdák völgyről-völgyre, majd kontinensről-kontinensre haladtak. A hozamnövekedés általában olyan alacsony volt, hogy egy emberélet időtartama alatt észre sem lehetett venni. Ezzel ellentétben 1950 óta a világ termelésnövekedésének négyötöde a termőföldek termelékenységének növekedéséből fakadt, és ez a jelentős növekedés nagymértékben az olajfelhasználás növekedésére támaszkodott.³⁸

1950 és 1990 között a tudomány módszeres mezőgazdasági alkalmazásával a gabonahozamok a hektáronkénti 1,1 tonna hozamról felemelkedtek közel 2,5 tonnára. A gabonatermelő területek termelékenysége évi 2,1 százalékkal nőtt. 1990 óta azonban a növekedés lelassult évi 1,2 százalékra. 1990-ig már az összes olyan, könnyen megvalósítható intézkedésre sor került, amellyel növelni lehetett a gabonahozamokat.³⁹

Az 1950 óta bekövetkezett termelékenység növekedés, három trendből adódott: a világ öntözött területei majdnem megháromszorozódtak; a világ műtrágya-felhasználása tízszeresére nőtt; a nagy hozamú gabonafajták gyors elterjedése, amiben központi szerepet játszottak az egyesült államokbeli hibrid fajták és Ázsiában a nagy hozamú törpegabonák és rizsfajták.⁴⁰

Bár a világ gabonatermelése folyamatosan nőtt, az utóbbi évtizedekben a növekedés üteme lassult, és 1984 után már alacsonyabb volt a világ lakosságának növekedési üteme. Ennek következtében az egy személyre jutó gabonatermelés 1984-ben tetőzött 342 kilogrammra, és ezt követően 2006-ra visszaesett 302 kilogrammra. Az egy személyre jutó gabonatermelés 12 százalékos csökkenése alapján azt várhatnánk, hogy a világon, drámai módon nőtt az éhezés, de ez nem igaz. Az éhezők száma 1950 és 1984 között jelentősen csökkent, majd ez a csökkenés 1990-es évek végéig folytatódott, később az éhezők száma újra elkezdett emelkedni.⁴¹

Az egy főre jutó gabonatermelés csökkenése azért nem járt automatikusan az éhezés növekedésével, mert a világ szójabab termelése hatalmas mértékben növekedett: míg 1984-ben 68 millió tonnát tett ki, 2007 termelési adata már 222 millió tonna volt. A háziállatoknak, szárnyasoknak és halaknak adott gabonát egyre gyakrabban egészítették ki a magas fehérjetartalmú, olajtalanított szójaliszttal, amely részben helyettesítette a tápszerekben lévő gabonát, részben pedig jelentősen javított a gabona állati fehérjévé való átalakulásának hatékonyságán. Napjainkban a haszonállatok és halak etetése során elfogadott gyakorlat, hogy a napi táplálék négyötöd részben gabonából, egyötöd részben szójalisztból álljon. Ez szerte a földkerekségen lehetővé tette a táplálkozás javulását annak ellenére, hogy az egy főre jutó gabonakinálat csökkent.⁴²

A szójabab, amelyet eredetileg mintegy ötezer évvel ezelőtt kezdtek el termesztetni Közép-Kína parasztjai, jelenleg domináns szerepet játszik a világ mezőgazdaságában. A szójabab termelésének növekedése rendkívül lendületes volt. Mind Braziliában, mind

Argentínában 1980 után kezdett el növekedni termesztésének növekedése. 2005-re mindkét ország szőjabab termelése utolérte, illetve meghaladta a gabonatermelést. 1990-ra az Egyesült Államokban a szőjabab termelési területe meghaladta a búzáét.⁴³

A szőjabab termelésének növekedése mégiscsak a három legfontosabb gabonaféle, a búza, a kukorica és a rizs termelésétől függ. Az utolsó hét esztendőben a világ termelése a gabonafélékből kisebb volt, mint a fogyasztás, és ennek következtében a világ következő esztendőre továbbvihető készletei a gabonafélékből az utóbbi 34 év legalacsonyabb szintjére estek vissza. A földkerekség mezőgazdasági termelői, akiknek már az is gondot okoz, hogy kielégítsék a világ évi 70 milliós népességnövekedéséből és az alacsonyjövedelmű emberek milliárdjainak igényesebbé váló táplálkozásából faladó keresletet, most azzal az újabb kihívással szembesülnek, hogy az üzemanyagként használt etanol előállítására miatt robbanásszerűen megnőtt a gabona iránti kereslet.⁴⁴

A mezőgazdasági termelők, miközben megkísérlik kielégíteni a gabona iránti kereslet rekordnagyságú növekedését, új korlátozó tényezőkkel szembesülnek. Míg az utolsó pár évszázadban nőtt az öntözés alatt álló terület nagysága, az új évszázadban egyes országokban elkezdett csökkenni az öntözésre rendelkezésre álló víz mennyisége, mivel a kutak kiszáradnak és a szűkös mennyiségben rendelkezésre álló vizet a városokba szállítják. Először fordul elő, hogy egy olyan hatalmas területű országban, mint Kína a termést csökkenti a vízhiány. Ez a gabona esetében látszik, amelyet leginkább Kína szárazabb, északi régióiban termesztnek. ahol csökken a talajvízszint és a kutak kiszáradnak. Kína búzatermelése 1997-ben tetőzött, és mára visszaesett: 20 százalékot csökkenve alig éri el a 100 millió tonnát.⁴⁵

Az éghajlatváltozás veszélyezteti a leginkább az élelmiszerkilátásokat. A mezőgazdasági hozamokkal foglalkozó ökológusok becslése szerint a termelési időszakban megszokott értékekhez képest minden egyes Celsius-fok hőmérséklet-növekedésre 10 százalékos hozamcsökkenés valószínűsíthető. A globális hőmérséklet növekedésével arra számíthatunk, hogy egyre gyakoribbak lesznek a szélsőséges időjárási események, ideértve például az egyre pusztítóbb áradásokat és az egyre erősebb aszályokat.⁴⁶

További hátrányos fejlemény a termelők számára az, ha termőterületeket alakítanak át nem mezőgazdasági használatra. Ez a jelenség a világ számos területén egyre erőteljesebben jelentkezik, és leginkább a hatalmas és terjeszkedő városi területekkel rendelkező országokban, pl. az Egyesült Államokban vagy a sűrűn lakott, és gyorsan iparosodó országokban, pl. Kínában figyelhető meg. Kalifornia központi völgyében vagy a kínai Jangce folyó medencéjében a lakóházak, gyárak, utak, országutak és parkolók építésének olyan területek esnek áldozatul, amelyek a világ legtermékenyebb régióhoz sorolhatók.

A gépjárművek és az emberek versenye az élelmiszerekért

A növényekből, üzemanyag céljára előállított etanol gyártása 1978-ban kezdődött az Amerikai Egyesült Államokban, és az ezt követő huszonöt év legnagyobb részében a lepárlókba történő befektetés szerénynek volt mondható: folyamatosan létezett az etanolgyártás, de szinte alig észrevehető mértékben. Majd 2005-ben az olajárak 60 dollár fölé emelkedtek, és ennek következtében Amerikában a benzin gallononkénti ára a háromdolláros szint fölé kúszott. Egyszer csak rendkívüli jövedelmezővé vált a kukorica-alapú etanol gyártás, és ez hatalmas befektetési hullámot váltott ki. Korábban a kukorica-alapú lepárlókba történő befektetés a gallononkénti 51 centes támogatásra támaszkodott, most viszont az egekbe szökő olajár lett az etanolgyártás fő hajtóereje. 2007 közepére az építés alatt lévő etanolüzemek kapacitása már kismértékben meghaladta azt az összkapacitást, amely növényekből előállított üzemanyag célú

etanolgyártás kezdete óta jött létre. Másképpen kifejezve, mikorra a jelen sorok írása idejében épülő üzemek készek lesznek, az etanol gyártásra felhasznált gabonafélék mennyisége megduplázódik.⁴⁷

Az Egyesült Államok 2005-ben hagyta le Braziliát, a világ vezető etanoltermelőjét. Míg Braziliában a cukornádból állítják elő az etanolt, az amerikai párlóüzemek gabonaféléket, főleg kukoricát használnak alapanyagként. A 8,3 milliárd gallon etanol előállításához alapanyagul szolgáló, becslések szerinti 81 millió tonna kukorica az Egyesült Államok teljes gabonafélékből származó betakarításának egyötödét teszi ki, ám a gépjármű-üzemanyag fogyasztás kevesebb, mint 4 százalékát adja.⁴⁸

Brazília, a világ legnagyobb cukortermelője és exportálója, jelenleg cukornádtermelésnek felét alakítja át üzemanyag-etanollá. Most hogy a világ cukornádtermelésének 10 százalékát etanol előállítására használják, a cukor ára nő. Valószínű, hogy az olcsó cukor időszaka most már csak a múlté.⁴⁹

Európában a biodízel-termelésnek tulajdonítanak nagy jelentőséget. Az Európai Unió 2006-ban 1,2 milliárd gallon biodízelt állított elő növényi olajból, főleg Németországban és Franciaországban, továbbá 417 millió gallon etanolt–legnagyobb részét Franciaországban, Spanyolországban és Németországban gabonafélékből párolták le. Annak érdekében, hogy teljesíteni tudja azt a célt, hogy a gépjárművek üzemanyagának 10 százaléka növényi alapú üzemanyagból származzon, az EU fokozott mértékben használja az Indonéziából és Malajziából importált pálmaolajat, ami viszont (a pálmaolaj termelésnek növelése érdekében) az esőerdők kivágásához vezet. Hollandia aggódik emiatt, és ezért felülvizsgálja a pálmaolaj biodízel előállításának céljával történő importját.⁵⁰

Ázsiában Kína 2006-ban mintegy 4 millió tonna gabonát, zömében kukoricát, alakított etanollá. Indiában, Braziliához hasonlóan, az etanolt jelentős mértékben cukornádból állítják elő. Malajzia és Indonézia hatalmas befektetéseket eszközöl az olajültetvényekbe és az új biodízel párlókba.⁵¹

A világ jelenleg legfontosabb állati takarmányának és az etanol legjelentősebb alapanyagának, a kukoricának a termelése egy évtizeddel ezelőtt szárnyalta túl a búza termelését. 2006-ban a világ kukoricatermelése meghaladta a 700 millió tonnát, a búzáé valamivel kevesebb volt, mint 600 millió tonna, míg rizsből 420 millió termett. A gabona, rizs és a kukorica, tehát a „három nagy főszereplő” a világ 2 milliárd tonnás gabonatermésének 85 százalékát teszi ki.⁵²

Az amerikai kukoricatermelés óriási, a világ teljes termelésének 40 százalékát, a világ teljes exportjának pedig kétharmadát teszi ki. A legfontosabb kukorica termelő szövetségi állam, Iowa termelése önmagában nagyobb, mint Kanada teljes gabonatermelése.⁵³

Iowa egyben az építés alatt álló etanol párló üzemek központja. Az Iowai Állami Egyetem közgazdásza, Robert Wisner szerint az állam már üzemelő és jelenleg tervezett etanoltermelő üzemének kukoricáigénye 2006 végén 2,7 millió vékát (egy véka= 36,35 liter) tett ki. Azt is látni kell azonban, hogy még egy jó évben is csak 2,2 millió vékát tesz ki a kukoricatermés. Mivel a párló üzemek igényt tartanak arra a gabonára is, amelyet a tenyészállatok és baromfi táplálására használtak, Iowából akár kukorica-deficités szövetségi állam is lehet, tehát ez a terület nem lesz képes exportálni a világ többi részébe.⁵⁴

Nyilvánvaló, hogy az amerikai kukoricatermés sorsa egyben az egész világ ügye is. A világ olyan vezető kukoricaimportálóját, mint Japánt, Egyiptomot és Mexikót különösen érzékenyen fogja érinteni az amerikai kukoricaexport csökkenése.

Ahogy az amerikai kukoricatermésen belül nő az aránya az etanolüzemekbe szállított kukoricának, ez szerte a világon az élelmiszerárak növekedéséhez vezet. 2007 novemberében a kukorica ára kétszer olyan magas volt, mint két esztendővel korábban. Ugyanebben az időszakban a búzáarak több mint kétszeresükre emelkedtek, és ezzel történelmi magasságba szöktek. A szójabab ára több mint 50 százalékkal nőtt.⁵⁵

Először azokat az országokat sújtotta az élelmiszerek áremelkedése, amelyekben a gabona a legalapvetőbb táplálék. Mexikó az egyike annak a több mint húsz országnak, amelynek étrendje a kukoricán alapszik. 2007 elején a tortilla ára 60 százalékkal nőtt. A feldühödött mexikóiak tömegei (egy-egy tiltakozó megmozdulás akár 75000 embert is mozgósított) utcai tüntetésekké kezdtek, és arra kényszerítették a kormányt, hogy szabályozza a tortilla lehetséges legmagasabb árát. 2007 nyarán az olasz fogyasztók bojkottálták a tészták vásárlását, és ezzel fejezték ki tiltakozásukat az egekbe szökő árak ellen. Eközben a britek az emelkedő kenyérárak miatt aggódtak.⁵⁶

A mezőgazdaság felől nézve a dolgokat a világnak kielégíthetetlen étvágya van a növényi alapú üzemanyagokra. Egy terepjáró 25 gallonos üzemanyagtartályának etanollal való feltöltéséhez annyi gabonára van szükség, amennyivel egy személyt egy évig lehet táplálni. Ha az USA gabonatermését etanollá alakítanánk át, akkor ez még a legkedvezőbb esetben is az amerikai gépjármű-üzemanyagfogyasztásnak csak 18 százalékát fedezné.⁵⁷

A történelem folyamán az élelmiszer- és az energiagazdaság eddig elkülönült egymástól. De most, hogy annyi etanolfeldolgozó-üzem épül azzal a céllal, hogy a gabonából üzemanyagot állítsanak elő, ez a két gazdaság egyre inkább összefonódik. Ebben az új helyzetben a gabonafélék világpiaci ára emelkedik, és elkezd megközelíteni az olaj-egyenértékes árát. Ha a gabona üzemanyag értéke magasabb, mint az élelmiszerértéke, akkor a piac ezt az árucikket egyszerűen át fogja emelni az energiagazdaságba. Ha az olaj ára felszökik a hordónkénti 100 dolláros szintre, akkor ezt az árszintet a gabona ára is követni fogja. Ha az olaj ára eléri a hordónkénti 120 dollárt, a búza ára is feljebb megy. Jelenleg a búza ára az olaj ármozgásait követi.

A világ 860 millió gépjármű tulajdonosa és 2 milliárd legszegényebb lakosa között kialakuló verseny az emberiség történetének egyelőre feltáratlan fejezete. A világ váratlanul egy olyan morális és politikai kérdéssel szembesül, amelyre eddig még nem volt példa: a gépjárművek üzemeltetésére vagy az emberek táplálására használjuk-e a gabonát? A földkerekség gépjármű-tulajdonosainak átlagos éves keresete 30000 dollár, míg a legszegényebb két milliárd emberé átlagosan kevesebb, mint évi 3000 dollár. A piac válasza egyértelmű: üzemeltessük a gépjárműveket!⁵⁸

Azzal a kockázattal szembesülünk, hogy az emelkedő gabonaárak a világ gabonapiacain káoszhoz vezetnek, és az alacsony, illetve közepes jövedelmű gabonaexportáló országokban éhséglázadások robbannak ki. Az egyik valószínűsíthető következmény az, hogy nő a csődbe jutó államok száma, mivel azok a kormányzatok, amelyek képtelenek megoldani a lakosság élelmiszerellátását, elvesztik a legitimitásukat. Az így kialakuló politikai stabilitáshiány törést okozhat a globális gazdaság növekedésében. Ezen a ponton már nem csupán az élelmiszerárakat, hanem a Nikkei és a Dow Jow Indexet is érintené a gabona óriási

mennyiségekben történő átirányítása az élelmiszergazdaságból a gépjármű üzemanyaggyártás területére.

Az emberek élelmiszerellátásnak nincs alternatívája, az élelmiszerekből előállított üzemanyagnak viszont van. Például napjaink amerikai gépjármű-üzemanyagának az etanoltartalma 4 százalékos, de az etanolelőállítás költségének töredékéért ennek az etanolmennyiségnek a többszörösét lehetne megtakarítani a gépjárművek üzemanyag-hatékonysági előírásaink 20 százalékos emelésével.⁵⁹

A gépjárművek üzemanyag-felhasználását a rendkívül hatékony, benzinnel és konnektorból feltöltött elektromossággal egyaránt működő hibrid gépjárművekre való átállással is lehet csökkenteni (lásd könyvünk 12. fejezetét). Ez lehetővé tenné, hogy a gépkocsivezetők olyan kisebb távolságokon, mint például a napi ingázás, elektromossággal üzemeltessék autójukat. Ha az olyan, szélenergiában gazdag országok, mint az Egyesült Államok, Kína és Európa egyes nemzetei nagy összegeket fektetnének be a szélfarmok építésébe, és az így nyert olcsó energiát betáplálnák az elektromos hálózatokba, akkor a gépkocsik üzemeltetésében a szélenergia játszaná a legfontosabb szerepet, és annyi energia ára, mint amennyit egy gallon benzinből lehetne nyerni 1 dollárnál is kevesebbe kerülne⁶⁰.

Bár nincs sok értelme mezőgazdasági termékeket hasznosítani a gépkocsik üzemeltetésére, ha ez felviszi az élelmiszerárakat, megvan az az alternatív lehetőség, hogy a terméketlen területeken ültetett gyorsnövésű fákból, kölesből, prérifű-keverékből, illetve egyéb cellulóztartalmú anyagból állítsanak elő gépkocsi-üzemanyagot. Létezik technológia a cellulóztartalmú anyagok etanollá alakítására, de cellulózalapú etanoltermelés még napjainkban is több mint kétszer annyiba kerül, mint a gabona-alapú etanoltermelés.⁶¹

Egy másik lehetőség, ami egyre inkább felkelti az érdeklődést, az a kies területeken termesztett vadnövény, a jatropha. Ez az 1 méter 20 centiméter magas cserjebokor emberi fogyasztásra alkalmatlan, golfabda nagyságú gyümölcsöt terem, melyben olajos, biodizel előállítására alkalmas magvak vannak. A jatropha azonkívül, hogy szárazságtűrő és gondozást szinte alig igénylő ötven éves élettartamú növény; trágyázni vagy öntözni alig kell.⁶²

Az Indiai Állami Vasúttársaság 7,5 millió jatropha cserjebokrot ültetett vasútvonalai mentén, és a növények olaját használja dízelmeghajtású mozdonyaikban. A kormány 11 millió hektár kies területet jelölt ki, amelyet a jatropha cserjebokor ültetésére lehet felhasználni. A növény egyik első lelkes híve, O.P. Singh, kertmérnök, aki az Indiai Vasútiügyi Minisztérium alkalmazottja azt állítja, hogy egy napon “minden háznak lesz egy jatropha bokra.”⁶³

A jatropha dízelolajat hordónként 43 dollárért lehet előállítani, és ez az ár összehasonlítható a cukornád-alapú etanollal, de jóval alacsonyabb, mint a többi bioüzemanyag ára. A zöldségeredetű olajokat előállító társaságok hosszú lejáratú, fixáras szerződéseket kínálnak fel az indiai mezőgazdáknak a jatropha bokrok termésére. A brit biodizel-társaság, a D1 Oils már 150000 hektár területen ültetett jatrophát Swaziland, Zambia és Dél-Afrika területén egy holland cég, a BioKing Szenegálban telepít ültetvényeket. Kína is fontolgatja a jatropha nagyüzemi termesztését.⁶⁴

A kőolaj kitermelésének tetőzése utáni világ

Kevés ország készül fel az olajfogyasztás csökkenésére. Sőt mind a Nemzetközi Energiaügynökség, mind az amerikai Energiaügyi Minisztérium előrejelzései arra számítanak, hogy a világ olajfogyasztása a jelenlegi napi mintegy 85 millió hordós fogyasztásról 2030-ra

napi 120 millió hordóra növekszik. Hogyan készíthetett ennyire optimista előrejelzést ez a két szervezet? Úgy látszik, hogy figyelmüket a keresletre irányították, és egyszerűen azt feltételezték, hogy a szükséges kínálat majd rendelkezésre áll. Thomas Wheeler, az Alternative Press Review nevű kiadvány szerkesztőjének szavaival élve, sok elemző és vezető egyszerűen „nem tud arról, hogy a Föld olajcsapján már ott villog a vörös figyelmeztető fény.”⁶⁵

Bár az olajcsúcs küszöbön állása valószínűsíthető, az elkövetkező évtizedekben a legtöbb ország mégis sokkal magasabb olajfogyasztásra számít. Sőt úgy építik az autógyárakat, utakat, országutakat, mintha az olcsó olaj korszaka örökké tartana. Ezrével gyártják a nagy sugármeghajtású repülőgépeket arra számítva, hogy a légi utazás és a légi szállítás határ nélkül növekedhet. De egy olyan világban, amelyben csökken a kőolajkitermelése, egyetlen ország sem tud majd több olajat felhasználni, hacsak nincs egy másik, amelyik viszont már kevesebbet fogyaszt.⁶⁶

Darrin Qualman, aki a Kanadai Mezőgazdák Nemzeti Egyesületének kutatócsoportját vezeti, ezt magyarázza „A problémát nemcsak a kitermelés tetőzése, az olajcsúcs, jelenti... A problémát az okozza, hogy az olajcsúcs egy olyan gazdasági renddel társul, amelyben «senki sincs irányító helyzetben». Gazdaságunkban senkinek sem feladata, hogy a következő év nyeresége utáni időkre gondoljon, hogy számba vegye, miként befolyásolja az idei év termelése a jövő évtized időjárását. Ebben a rendszerben egyre inkább függünk az energiától, mégsem figyelni senki sem az üzemanyagóra állását.”⁶⁷

A globális gazdaság egyes részeit inkább fogja érinteni a változás, mint másokat egyszerűen azért, mert az előbbiek fajlagos olajfelhasználása magasabb. Idesorolhatjuk a gépjárműgyártást, az élelmiszeripart és a légi társaságokat is. Az amerikai autóiparban már most láthatók a problémák. A General Motors és a Ford csapdahelyzetben van: mindkét társaság nagymértékben függ a benzinzabáló terepjárók értékesítésétől, és meg kellett tapasztalnia, hogy a befektetési elemzők vállalati kötvényeik kockázatát a rendkívül kockázatos szintre minősítette vissza.⁶⁸

A modern városok is az olajkorszak szülöttei. A Mezopotámiában 6000 évvel ezelőtt kialakuló első városok idejétől egészen 1900-ig az urbanizáció néhány kivételtől eltekintve lassú és szinte észrevehetetlen folyamat volt. Az előző évszázad elején csak néhány milliónál több lakost számláló város létezett. Napjainkban viszont már több mint 400 ilyen város létezik, és húsz megavárosnak van több mint tíz millió lakosa.⁶⁹

A városok anyagcseréje úgy működik, hogy a folyamat hatalmas mennyiségű élelmiszert, vizet és anyagokat koncentrálnak, majd a keletkező hulladékot és emberi hulladékot szétterítik. Ehhez óriási mennyiségű energiát kell felhasználni. Míg még csak kis távolságra szállító lovas kocsik álltak rendelkezésre, nehéz volt nagyméretű városokat létrehozni. Az olcsó olajjal működtetett teherautók mindebben változást hoztak.

Ahogy nőnek a városok és közelükben lévő személtlerakó telepek megtelnek, a szemetet egyre messzebb lévő lerakóhelyekre kell elszállítani. Ahogy emelkednek az olajárak és a rendelkezésre álló lerakóhelyek egyre távolabbra kerülnek a városoktól, a szeméttől való megszabadulás egyre inkább függ az olaj felhasználásától. Eljöhét az az idő, amikor egyes eldobható termékek annyira megdrágulnak, hogy magas árak miatt megszűnnek.

Az olajtermelés küszöbön álló hanyatlása érinteni fogja a városokat, de leginkább a külvárosok szembesülnek majd problémákkal. A rosszul megtervezett elővárosokban vagy a hatalmas területeken szétterülő lakónegyedekben élő embereket gyakran nagy távolságok

választják el mind a munkahelyüktől, mind a boltoktól, és még akkor is gépkocsit kell használniuk, ha csak kenyeret akarnak venni.

A külvárosok létrehozták az ingázó életformát, ami az Egyesült Államokban például azt jelenti, hogy a napi ide-oda utazásra átlagban majdnem egy órát kell fordítani. Az európai városok szerkezete még a gépjárművek rohamos elterjedése előtt nagyrészt véglegessé vált, míg a sokkal fiatalabbnak számító Egyesült Államok városaira a gépkocsi volt óriási hatással. Míg Európában viszonylag világos, hogy hol húzódnak a városok határai, és az európaiak vonakodnak a mezőgazdasági termőterületeket lakóterületekké alakítani, az amerikaiak nem nagyon érznek emiatt lelkiismeretfurdalást, hiszen még mindig él bennük a vadnyugat határvidékeire jellemző mentalitás és ebben az országban hosszú időkre visszamenő hagyománya van annak, hogy a mezőgazdasági termőterületet korlátlanul rendelkezésre álló árucikknek tekintsék.⁷⁰

Nemcsak az Egyesült Államokban lehet ronda, esztétikai szempontból heterogén, hatalmas területű külvárosokat és bevásárlóközpontokat találni. Ezek Dél-Amerikában, Délkelet-Ázsiában és egyre gyakrabban Kínában is előfordulnak. Ha Sanghajból Pekingbe repülünk, jól láthatók az új utak és országutak mentén hatalmas területen terjeszkedő gyár- és lakóépületek. Ez éles ellentétben áll a sűrűn egymás mellé épített falvakkal, ami évezredekken át jellemezte Kínában a lakóházak elhelyezkedését.

A bevásárlóközpontok és a köztudatban a Wal Mart által jelképezett hatalmas diszkont-áruházak keletkezését a mesterségesen olcsó olaj segítette elő. A magas olajárak elvághatják az óriás elővárosokat a külvilágtól, és ezek a területek mind ökológiai, mind közgazdasági szempontból fenntarthatatlanná válhatnak. Thomas Wheeler megjegyzi: „Az egész világra kiterjedő olajválság elmélyülésével, az emberek végül is hanyatthomlok fognak menekülni a külvárosokból, és a külvárosi lakóingatlanok értéke meredeken fog zuhanni.”⁷¹

Az olajcsúcs utáni időszak kettős hatást fog gyakorolni az élelmiszergazdaságra. A magas olajárak a termelési és szállítási költségeket megnövelik, és az élelmiszer drágulni fog. A drágább olaj azt jelenti majd, hogy az emberek a tápláléklánc olcsóbb ételeit választják, megváltozik az étrendjük, és több helyben természetesen és szezonális terméket fogyasztanak majd. Így az étrend inkább igazodik majd a helyi és az adott évszakban éppen rendelkezésre álló termékekhez.

A légiszállítás, ideértve mind az utas, mind a teherforgalmat, súlyosan fogja érinteni a repülőgép-üzemanyagok áremelkedése, egyszerűen azért mert a légitársaságok legjelentősebb költségtetele maga az üzemanyag. Noha az előrejelzések szerint az elkövetkező évtizedben a légi utasforgalom évente körülbelül 5 százalékkal fog növekedni, ez felettébb valószínűtlen. Lehet, hogy hamarosan már csak emlékezni tudunk majd az olcsó repülőgépjegy árakra.⁷²

A légi teherszállítás még nagyobb bajba kerülhet, és az sem kizárt, hogy teljes egészében hanyatlásnak indul. Az emelkedő üzemanyagköltségek egyik első áldozata a lökhajtásos gépeken történő élelmiszerszállítás a világ déli féltékéről az ipari országokba abban az időszakban, amikor az északi féltéken tél van. Lehet, hogy egyszerűen megfizethetlenné válik a nem szezonális friss zöldségek és gyümölcsök ára.

Az olcsó olaj évszázadában hatalmas infrastruktúrát építettek a gépjárműveknek, és ennek karbantartása mapjainkban nagy mennyiségű energiát igényel. Az Egyesült Államoknak például 2, 6 millió mérföld burkolt, továbbá 1,4 millió mérföld burkolatlan út fenntartásáról kell gondoskodnia még abban az esetben is, ha a világ olajtermelése csökken.⁷³

Az egyes nemzetek politikai vezetői, úgy tűnik, vonakodnak szembenézni az olajtermelés küszöbön álló csökkenésével és avval is, hogy ezzel kapcsolatban terveket készítsenek, noha ez a csökkenés a világ gazdaságtörténetének nagyjelentőségű törésvonala lesz. Ahogy egyre kevesebb és drágább lesz az olaj, olyan, jelenleg magától értetődő trendek, mint a gyors urbanizáció vagy a globalizáció, egyik napról a másikra lelassulhatnak. Megeshet, hogy a gazdaságtörténészek körében szinte rutinszerű dolog lesz a csúcs-olaj előtti (*before peak oil*) és csúcs-olaj utáni (*after peak oil*) korszakok közötti megkülönböztetés.⁷⁴

A fejlődő országokat két szempontból is súlyosan érinti majd a változás: egyfelől a csökkenő olajkínálat szembekerül majd a még mindig tartó népességnövekedéssel, másfelől viszont ennek következtében csökken az egy személyre jutó, felhasználható olaj mennyisége. Ha nem kerül sor az energiagazdaság gyors átalakítására, a rendelkezésre álló kőolaj mennyiségének csökkenése az életszínvonal gyors csökkenéshez vezethet, és a legszegényebbek már az életbenmaradásra sem lesznek képesek. Ha az Egyesült Államok, egy olyan ország, amely egymagában annyi olajat éget el, mint a fogyasztásban utána következő húsz állam összesen, képes arra, hogy radikálisan csökkentse olajfelhasználását, akkor ezzel a világ időt nyerhetne ahhoz, hogy az olaj utáni korszakra való átmenet simább legyen.

A világ olajtermelésének tetőzése nehezebb kérdéseket vet fel, mint amelyekkel a civilizáció kialakulása óta bármikor szembesültünk. Fennmaradhat-e a népességnövekedés világ kőolajtermelésének továbbfolytatódó csökkenése esetén? Hogyan fognak az országok megosztani a csökkenő olajkínálaton? Piaci erők fognak-e az elosztásról gondoskodni? Vagy tárgyalások eredményeképp létrejött egyezmények? Vagy háborúk? Képes-e a civilizáció túlélni a csökkenő kőolajtermeléssel együtt járó sokkot akkor, amikor emelkednek az élelmiszerárak, és a klímaváltozás okozta problémák is egyre súlyosabbá válnak? A kérdések listája folytatható.

Az élelmiszerellátás bizonytalanságai és a csődbe jutó államok

Az előző évszázad második felében a világ folyamatosan haladást ért el a szegénység az éhezés csökkentésében, de ahogy átléptünk az új évszázadba ez a trend lassan megfordult. 2007 februárjában, James Morris az ENSZ Élelmezési Világprogramjának (WFP) vezetője bejelentette, hogy jelenleg naponta 18000 gyermek hal meg az éhezés vagy az éhezéssel összefüggő okok miatt. A nagyságrendek érzékeltetéséhez elég megjegyezni, hogy az így meghaló gyermekek száma majdnem négyszerese az amerikaiak Irakban négy év alatt harci cselekmények során elszenvedett katonai veszteségének. Az óriási számú gyermek haláláról tudósító számok absztrakcióként hatnak, de minden egyes szám mögött egy túl hamar véget ért élet áll.⁷⁵

Az éhezés előfordulási gyakoriságának mérésére sokféle módszer létezik. Az ENSZ Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete (FAO) a táplálékfelvétel alapján számítja ki az éhezők számát. A FAO adatai szerint noha az éhezés csökkenését jelző hosszú távú trendek kedvezőek, a legfrissebb adatok már nem. A fejlődő országokban élő éhezők és rosszul tápláltak száma, ami az 1970-es 960 millióról 1996-ra 800 millióra csökkent, jelenleg ismét növekszik és 2003-ra elérte a 830 milliót.⁷⁶

A Minnesotai Egyetem munkatársai, Ford Runge és Benjamin Senauer által négy éve készített előrejelzés még azt mutatta, hogy 2025-ig a rosszul táplált emberek száma 625 millióra csökken. De ezeknek az előrejelzéseknek 2007 elején készített frissítése, amely

figyelembe veszi azt is, hogy hatalmas mennyiségű gabonát szállítanak az etanolgyártó üzemekbe, már azt jelzi, hogy az éhezők száma csökkenés helyett emelkedik: arra lehet számítani, hogy számuk 2025-re 1,2 milliárdra emelkedik.⁷⁷

A gabonaárak meredek emelkedését többek között az élelmiszersegélyek ennek megfelelő csökkenése jelzi. Mivel az élelmiszersegély-szervezetek költségvetését egy vagy több évre előre meghatározzák, az élelmiszerárak növekedése az élelmiszersegély csökkenését jelenti. A világ messze legnagyobb élelmiszersegélyeket adó országa, az Amerikai Egyesült Államok megtapasztalhatta, hogy 1 tonna élelmiszersegély ára a 2004. évi 363 dollárról 2007-ben 611 dollárra nőtt. Ez azt jelenti, hogyha nem irányítanak erre a területre kiegészítő költségvetési forrásokat, akkor az élelmiszersegély mennyisége 40 százalékkal fog csökkenni. A legfontosabb segélyezett országokat, mint pl. Etiópiát, Afganisztánt vagy Szudánt nagyon keményen fogják érinteni ezek a változások.⁷⁸

Az ENSZ Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete (FAO) és Élelmezési Világprogramja (WFP) minden évben közösen jelenteti meg az élelmiszertermelésről és élelmezésről szóló jelentését, amely felsorolja azokat az országokat, amelyeknek jelentős mennyiségű élelmiszersegélyre van szükségük. 2007 májusában összesen 33 ország szerepelt ezen a listán, amelynek lakossága 763 milliót tesz ki. Ezek közül 17 ország az utóbbi időkben vívott polgárháború vagy belső feszültségek miatt szorul külföldi élelmiszersegélyre. Ez utóbbiak közül sok ország, pl. Afganisztán, Burundi, Elefántcsontpart, a Kongói Demokratikus Köztársaság, Guinea, Pakisztán, Szomália, Szudán, Zimbabwe, az államcsőd által sújtott országok húszas listáján is szerepel. Levonhatjuk tehát azt a következtetést, hogy a politikai bizonytalanság és az élelmezési helyzet bizonytalansága gyakran összefügg.⁷⁹

Az Élelmezési Világprogram (WFP) élelmezési szükségállapot-listáján szereplő államok legtöbbször demográfiai csapdában vergődnek: a halandóságot csökkentették, de a születésszám még mindig magas. Ha hagyják, hogy ez a helyzet korlátlanul hosszú ideig álljon fenn, a közbiztonság annyira leromlik, hogy nehéz folyamatosan biztosítani a földművesek technikai támogatását, továbbá azt, hogy a vetőmag és a műtrágya időben eljusson a gazdákhöz, és a mezőgazdaság fejlődése gyakran megtorpan.

Ha bekövetkezik az államcsőd és romlik a közbiztonság, akkor még az élelmiszersegélyezési programok működtetése is nehezzé válik. Élelmezési Világprogram (WFP) vezetője, James Morris, mikor elemzi Szudán darfúri régiójában 2007 elején lezajlott élelmiszersegélyezési programot megállapítja: „Konvojainkat szinte naponta éri támadás. A tavalyi év végén egy sofőrünket megölték. A Líbiából induló és Csádon keresztül a régióba érkező konvojaink mindig veszélyben vannak.” Az államcsőd állapotában lévő vagy afelé sodródó államokban, akármennyire szükséges is, nem mindig lehet biztosítani az élelmiszersegélyezést. Néha még akkor sem lehet eljuttatni az élelmiszersegélyeket a szükségét szenvedőkhöz, ha az éhezés következtében már haldokló emberek megmentése a tét.⁸⁰

A jövőben sok veszély, pl. a talajvízszint csökkenése, a hőmérséklet emelkedése, fenyegeti a biztonságos élelmiszerellátást, de a legközvetlenebb veszély valószínűleg az, hogy az amerikai gabonatermés egyre nagyobb részét használják fel gépjárműüzemanyag-gyártásra. Csak az amerikai kormány rendelkezik azzal a hatalommal, hogy beavatkozzon és visszaszorítsa ezt a trendet, és ezzel elkerülje a világ gabonárainak emberi életet fenyegető emelkedését.

¹ . Oil production data from International Energy Agency (IEA), *Oil Market Report* (Paris: August 2001), includes oil, natural gas liquids, and processing gains; historical data from U.S. Department of Defense,

Twentieth Century Petroleum Statistics (Washington, DC:1945), cited in Christopher Flavin and Seth Dunn, "Reinventing the Energy System," in Lester R. Brown, Christopher Flavin, and Hilary French, *State of the World 1999* (New York: W. W. Norton & Company, 1999), p. 25; coal from Seth Dunn, "Coal Use Continues Rebound," in Lester R. Brown et al., *Vital Signs 1998* (New York: W. W. Norton & Company, 1998), pp. 52–53.

² U.N. Population Division, *World Urbanization Prospects: The 2005 Revision* (New York: 2006), p. 1; U.N. Population Division, *World Population Prospects: The 2006 Revision Population Database*, at esa.un.org/unpp, updated 2007; grain production in 1900 is author's estimate based on historic trends.

³ IEA, *Oil Market Report* (Paris: October 2007); Colin J. Campbell, "Short Written Submission to the National Petroleum Council," email to Frances Moore, Earth Policy Institute, 14 August 2007.

⁴ Michael T. Klare, "Entering the Tough Oil Era," *TomDispatch.com*, 16 August 2007; Campbell, op. cit. note 3

⁵ Historic data from International Monetary Fund, International Financial Statistics, on-line database, at ifs.apdi.net, updated July 2007; recent wheat prices from Chicago Board of Trade, "Market Commentaries," at www.cbot.com, viewed various dates in September and October 2007.

⁶ Gary Schnitkey, Darrel Good, and Paul Ellinger, "Crude Oil Price Variability and Its Impact on Break—Even Corn Prices," *Farm Business Management*, 30 May 2007; 2006 grain used for ethanol from U.S. Department of Agriculture (USDA), Economic Research Service (ERS), *Feed Grains Database*, at www.ers.usda.gov, updated 28 September 2007; 2006 grain harvest from USDA, *Production, Supply and Distribution*, electronic database at www.fas.usda.gov/psdonline, updated 12 September 2007; 2008 ethanol requirement from Renewable Fuels Association, "Ethanol Biorefinery Locations," at www.ethanolrfa.org, updated 28 September 2007; 2008 grain harvest from Interagency Agricultural Projections Committee, *Agricultural Projections to 2016* (Washington, DC: USDA, February 2007).

⁷ U.S. Department of Energy (DOE), Energy Information Administration (EIA), "Select Crude Oil Spot Prices," at www.eia.doe.gov/emeu/international/crude1.html, updated 20 October 2007; John Vidal, "The End of Oil Is Closer Than You Think," *Guardian* (London), 21 April 2005; Alfred J. Cavallo, "Oil: Caveat Empty," *Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 61, no. 3 (May/June 2005), pp. 16–18.

⁸ Vidal, op. cit. note 7; M. King Hubbert, "Nuclear Energy and the Fossil Fuels," paper presented at the spring meeting of the Southern District Division of Production, American Petroleum Institute, March 1956.

⁹ DOE, EIA, "Table 4.1: World Crude Oil Production, 1970–2006, Selected Countries," at www.eia.doe.gov/emeu/international/oil/production.html, viewed 14 September 2007.

¹⁰ Production figures are for crude oil, including lease condensate, from DOE, op. cit. note 9; Vidal, op. cit. note 7; DOE, EIA, "Petroleum (Oil) Production," *International Petroleum Monthly*, at www.eia.doe.gov/ipm/supply.html, updated 12 July 2007.

¹¹ DOE, op. cit. note 9; Klare, op. cit. note 4; Paula Dittrick, "CGES: OPEC Pushing Limits of Oil Production Capacity," *Oil and Gas Journal*, 20 October 2004.

¹² Neil Chatterjee, "'Peak Oil' Gathering Sees \$100 Crude This Decade," *Reuters*, 26 April 2005; Adam Porter, "Expert Says Saudi Oil May Have Peaked," *Al Jazeera*, 20 February 2005; James D. Hamilton, "Running Dry?" *The Atlantic*, October 2007; IEA, op. cit. note 3.

¹³ DOE, op. cit. note 9; Vidal, op. cit. note 7; Walter Youngquist, geologist, letter to author, 12 September 2007

¹⁴ Michael T. Klare, "The Energy Crunch to Come," *TomDispatch.com*, 22 March 2005; Jad Mouawad, "Big Oil's Burden of Too Much Cash," *New York Times*, 12 February 2005; Mark Williams, "The End of Oil?" *Technology Review*, February 2005; Vidal, op. cit. note 7.

¹⁵ Peter Maass, "The Breaking Point," *New York Times Magazine*, 21 August 2005.

¹⁶ James Picerno, "If We Really Have the Oil," *Bloomberg Wealth Manager*, September 2002, p. 45; Klare, op. cit. note 14; Kenneth S. Deffeyes, *Beyond Oil: The View from Hubbert's Peak* (New York: Hill and Wang, 2005); Richard C. Duncan and Walter Youngquist, "Encircling the Peak of World Oil Production," *Natural*

Resource Research, vol.12, no. 4 (December 2003), p. 222; A. M. Samsan Bakhtiari, “World Oil Production Capacity Model Suggests Output Peak by 2006–07,” *Oil and Gas Journal*, 26 April 2004, pp. 18–20.

296

¹⁷ IEA, op. cit. note 3; IEA, *Oil Market Report* (Paris: May 2007).

¹⁸ Fredrik Robelius, *Giant Oil Fields—The Highway to Oil* (Uppsala, Sweden: Uppsala University Press, 9 March 2007).

¹⁹ IEA, op. cit. note 3; IEA, *Oil Market Report* (Paris: July 1993); U.N. Population Division, *World Population Prospects*, op. cit. note 2; IEA, *World Energy Outlook 2006* (Paris: 2006), pp. 85, 492.

²⁰ Robert Collier, “Canadian Oil Sands: Vast Reserves Second to Saudi Arabia Will Keep America Moving, But at a Steep Environmental Cost,” *San Francisco Chronicle*, 22 May 2005; Vidal, op. cit. note 7; Walter Youngquist, “Survey of Energy Resources: Oil Shale,” *Energy Bulletin*, 24 April 2005.

²¹ Gargi Chakrabarty, “Shale’s New Hope,” *Rocky Mountain News*, 18 October 2004; Walter Youngquist, “Alternative Energy Sources,” in Lee C. Gerhard, Patrick Leahy, and Victor Yannacone, eds., *Sustainability of Energy and Water through the 21st Century*, Proceedings of the Arbor Day Farm Conference, 8–11 October 2000 (Lawrence, KS: Kansas Geological Survey, 2002), p. 65; Cavallo, op. cit. note 7.

²² Collier, op. cit. note 20; Alberta Energy and Utilities Board, *Alberta Energy Resource Industries Monthly Statistics*, at www.eub.ca, viewed 8 August 2007; BP, *BP Statistical Review of World Energy* (London: June 2007).

²³ “Exxon Says N. America Gas Production Has Peaked,” *Reuters*, 21 June 2005; Collier, op. cit. note 20; Richard Heinberg, “The End of the Oil Age,” *Earth Island Journal*, vol. 18, no. 3 (Fall 2003).

²⁴ Youngquist, op. cit. note 20; Youngquist, op. cit. note 21, p. 64; Vidal, op. cit. note 7; WWF-Canada, “Oil Sands Pushing Canada Further from Kyoto, WWF and UK Think-Tank Warn,” press release (Toronto: 6 June 2007).

²⁵ Danielle Murray, “Oil and Food: A Rising Security Challenge,” *Eco-Economy Update* (Washington, DC: Earth Policy Institute, 9 May 2005); “Energy Use in Agriculture,” in USDA, *U.S. Agriculture and Forestry Greenhouse Gas Inventory: 1990–2001*, Technical Bulletin No. 1907 (Washington, DC: Global Change Program Office, Office of the Chief Economist, 2004), p. 94.

²⁶ James Duffield, USDA, e-mail to Danielle Murray, Earth Policy Institute, 31 March 2005; James Duffield, USDA, e-mail to Frances Moore, Earth Policy Institute, 17 August 2007; USDA, *Production, Supply and Distribution*, op. cit. note 6.

²⁷ Conservation Technology Information Center, “Conservation Tillage and Other Tillage Types in the United States—1990–2004,” in *2004 National Crop Residue Management Survey* (West Lafayette, IN: Purdue University, 2004); Duffield, e-mail to Murray, op. cit. note 26; tractor use and horse stocks from U.N. Food and Agriculture Organization (FAO), *FAOSTAT Statistics Database*, at apps.fao.org, updated 4 April 2005.

²⁸ Fertilizer energy use data from Duffield, e-mail to Murray, op. cit. note 26; USDA, *Production, Supply and Distribution*, op. cit. note 6.

²⁹ DOE, EIA, *Annual Energy Outlook 2003* (Washington, DC: 2004); “Table 20: Energy Expenses for On-Farm Pumping of Irrigation Water by Water Source and Type of Energy: 2003 and 1998,” in USDA, National Agricultural Statistics Service, *2003 Farm & Ranch Irrigation Survey, Census of Agriculture* (Washington, DC: 2004); Fred Pearce, “Asian Farmers Sucking the Continent Dry,” *New Scientist*, 28 August 2004.

³⁰ Murray, op. cit. note 25; DOE, EIA, “Total Primary Energy Consumption, All Countries, 1980–2004,” at www.eia.doe.gov/emeu/international/energyconsumption.html, viewed 2 August 2007.

³¹ Murray, op. cit. note 25; M. Heller and G. Keoleian, *Life-Cycle Based Sustainability Indicators for Assessment of the U.S. Food System* (Ann Arbor, MI: Center for Sustainable Systems, University of Michigan, 2000), p. 42.

³² U.S. Department of Transportation (DOT), Bureau of Transportation Statistics (BTS), *Freight Shipments in America* (Washington, DC: 2004), pp. 9–10; Andy Jones, *Eating Oil—Food in a Changing Climate* (London: Sustain and Elm Farm Research Centre, 2001), p. 2 of summary.

³³ Shipment Characteristics by Three-Digit Commodity and Mode of Transportation: 2002,” in BTS and U.S. Census Bureau, *2002 Commodity Flow Survey* (Washington, DC: December 2004); Jones, op. cit. note 32; James Howard Kunstler, author of *Geography of Nowhere*, in *The End of Suburbia: Oil Depletion and the Collapse of The American Dream*, documentary film (Toronto, ON: The Electric Wallpaper Co., 2004).

³⁴ . Heller and Keoleian, op. cit. note 31, p. 42; food energy content and packaging content calculated by Danielle Murray, Earth Policy Institute, using USDA nutritional information and packaging energy costs from David Pimentel and Marcia Pimentel, *Food, Energy and Society* (Boulder, CO: University Press of Colorado, 1996).

³⁵ Center for American Progress, *Resources for Global Growth: Agriculture, Energy and Trade in the 21st Century* (Washington, DC: 2005); USDA, ERS, “Price Spreads from Farm to Consumer,” at www.ers.usda.gov/Data, updated 22 June 2007.

³⁶ Murray, op. cit. note 25, pp. 1, 3; Duffield, e-mail to Murray, op. cit. note 26; John Miranowski, “Energy Demand and Capacity to Adjust in U.S. Agricultural Production,” presentation at Agricultural Outlook Forum 2005, Arlington, VA, 24 February 2005, p.11.

³⁷ 1950–59 data from Worldwatch Institute, *Signposts 2001*, CD-Rom (Washington, DC: 2001); 1960–2006 data from USDA, *Production, Supply and Distribution*, op. cit. note 6.

³⁸ 1950–59 grain data from Worldwatch Institute, op. cit. note 37; 1960–2006 data from USDA, *Production, Supply and Distribution*, op. cit. note 6.

³⁹ Worldwatch Institute, *Signposts 2002*, CD-Rom (Washington, DC: 2002); USDA, *Production, Supply and Distribution*, op. cit. note 6.

⁴⁰ Lester R. Brown, *Outgrowing the Earth* (New York: W. W. Norton & Company, 2004), pp. 60–69

⁴¹ USDA, *Production, Supply and Distribution*, op. cit. note 6; U. N. Population Division, *World Population Prospects*, op. cit. note 2; FAO, *FAOSTAT Food Security*, electronic database, at www.fao.org/faostat, updated 30 June 2006.

⁴² USDA, *Production, Supply and Distribution*, op. cit. note 6; Brown, op. cit. note 40, p. 50.

⁴³ USDA, *Production, Supply and Distribution*, op. cit. note 6; Kelly DayRubenstein et al., *Crop Genetic Resources: An Economic Appraisal* (Washington, DC: USDA Economic Research Service, May 2005), p.19.

⁴⁴ USDA, *Production, Supply and Distribution*, op. cit. note 6; U.N. Population Division, *World Population Prospects*, op. cit. note 2.

⁴⁵ USDA, *Production, Supply and Distribution*, op. cit. note 6; U.N. Population Division, *World Population Prospects*, op. cit. note 2; Michael Ma, “Northern Cities Sinking as Water Table Falls,” *South China Morning Post*, 11 August 2001; share of China’s grain harvest from the North China Plain based on Hong Yang and Alexander Zehnder, “China’s Regional Water Scarcity and Implications for Grain Supply and Trade,” *Environment and Planning A*, vol. 33 (2001), and on USDA, *Production, Supply and Distribution*, op. cit. note 6.

⁴⁶ Shaobing Peng et al., “Rice Yields Decline with Higher Night Temperature from Global Warming,” *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 6 July 2004, pp. 9971–75; Intergovernmental Panel on

Climate Change, *Summary for Policymakers in Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability* (New York: Cambridge University Press, 2007), pp. 15–16.

⁴⁷ F.O. Licht, “Too Much Too Soon? World Ethanol Production to Break Another Record in 2005,” *World Ethanol and Biofuels Report*, vol. 3, no. 20 (21 June 2005), pp. 429–35; DOE, World Crude Oil Prices, and U.S. All Grades All Formulations Retail Gasoline Prices, at tonto.eia.doe.gov, viewed 31 July 2007; Renewable Fuels Association, op. cit. note 6.

⁴⁸ F.O. Licht, “World Ethanol Production 2007 to Hit New Record,” *World Ethanol and Biofuels Report*, vol. 5, no. 17 (8 May 2007); corn used for ethanol in 2007 marketing year, from September 2007 to August 2008, from USDA, ERS, op. cit. note 6; corn ethanol conversion is author’s estimate, based on Keith Collins, chief economist, USDA, statement before the U.S. Senate Committee on Environment and Public Works, 6 September 2006, p. 8; energy content of ethanol relative to gasoline from Oak Ridge National Laboratory (ORNL), “Bioenergy Conversion Factors,” at bioenergy.ornl.gov/papers/misc/energy_conv.html, viewed 3 August 2007; U.S. gasoline consumption in 2007 from DOE, op. cit. note 48; USDA, *Production, Supply and Distribution*, op. cit. note 6.

⁴⁹ Sergio Barros, *Brazil-Sugar-Annual Report-2006, GAIN Report BR6002* (Washington, DC: USDA, Foreign Agricultural Service, April 2006); CEPEA, *Indicadores de Preços—Açúcar Cristal*, at www.cepea.esalq.usp.br/acucar, viewed 31 July 2007.

⁵⁰ F.O. Licht, op. cit. note 48; “Stung by Bad Experience, Dutch Propose Tough Criteria for Importing Sustainable Biofuels,” *International Herald Tribune*, 26 April 2007; “EU Ministers Agree Biofuel Target,” *BBC News*, 15 February 2007.

⁵¹ F.O. Licht, op. cit. note 48; corn ethanol conversion author’s estimate based on Collins, op. cit. note 48; F.O. Licht, “E-5 Mandate to be Introduced by May,” *World Ethanol and Biofuels Report*, vol. 4, no. 15 (7 April 2006), p. 355; Eric Unmacht, “Faced with Soaring Oil Prices, Indonesia Turns to Biodiesel,” *Christian Science Monitor*, 5 July 2006; Naveen Thukral, “Malaysia Approves 52 Biodiesel Plants So Far,” *Reuters*, 16 August 2006.

⁵² USDA, *Production, Supply and Distribution*, op. cit. note 6.

⁵³ *Ibid.*; USDA, *Crop Production 2006 Summary* (Washington, DC: 2007).

⁵⁴ Robert Wisner, e-mail to Janet Larsen, Earth Policy Institute, 2 January 2007, data updated 29 December 2006 in preparation for Iowa State University Crop Advantage seminar, Cedar Rapids and Burlington, IA, 4–5 January 2007; historical corn production data for Iowa at USDA, National Agricultural Statistics Service, “Quick Stats,” *Agricultural Statistics Database*, at www.nass.usda.gov, viewed 27 December 2006.

⁵⁵ Madelene Pearson and Danielle Rossingh, “Wheat Price Rises to Record \$9 a Bushel on Global Crop Concerns,” *Bloomberg*, 12 September 2007; wheat, soybeans, and corn from Chicago Board of Trade, op. cit. note 5; historical commodity prices from futures.tradingcharts.com, viewed 3 October 2007.

⁵⁶ Ronald Buchanan, “Mexico Protest Prompts Food Price Assurance,” *Financial Times*, 1 February 2007; Carolyn Said, “Nothing Flat about Tortilla Prices: Some in Mexico Cost 60 Percent More, Leading to a Serious Struggle for Low-Income People,” *San Francisco Chronicle*, 13 January 2007; “Italy Urged to go on Pasta Strike,” *BBC News*, 13 September 2007; Karen Atwood, “Rising Price of Wheat Signals End of Low-Cost Food, Warns Premier Chief,” *The Independent* (London), 5 September 2007.

⁵⁷ Lester R. Brown, “Distillery Demand for Grain to Fuel Cars Vastly Understated: World May be Facing Highest Grain Prices in History,” *Eco-Economy Update* (Washington, DC: Earth Policy Institute, 4 January 2007); corn ethanol conversion is author’s estimate, based on Collins, op. cit. note 48; energy content of ethanol relative to gasoline from ORNL, op. cit. note 48; U.S. gasoline consumption in 2007 from DOE, op. cit. note 48; USDA, *Production, Supply and Distribution*, op. cit. note 6.

⁵⁸ Ward’s Communications, *Ward’s World Motor Vehicle Data 2006* (Southfield, MI: 2006), p. 240; income calculations from World Bank, “GNI Per Capita 2006, Atlas Method and PPP,” *World Development Indicators*, at siteresources.worldbank.org, updated 1 July 2007, and from U.N. Population Division, *World Population Prospects*, op. cit. note 2.

⁵⁹ Corn used for ethanol in 2007 from USDA, *Feed Grains Database*, op. cit. note 6; corn ethanol conversion author's estimate based on Collins, op. cit. note 48; energy content of ethanol relative to gasoline from ORNL, op. cit. note 48; U.S. gasoline consumption in 2007 from DOE, op. cit. note 48.

⁶⁰ California Cars Initiative (CalCars), "All About Plug-In Hybrids (PHEVs)," at www.calcars.org/vehicles.html, viewed 27 December 2006.

⁶¹ Patrick Barta, "Jatropha Plant Gains Steam in Global Race for Biofuels," *Wall Street Journal*, 24 August 2007.

⁶² Ibid.

⁶³ Ibid.; Ben Macintyre, "Poison Plant Could Help to Cure the Planet," *The Times* (London), 28 July 2007.

⁶⁴ Barta, op. cit. note 61; Rebecca Renner, "Green Gold in a Shrub: Entrepreneurs Target the Jatropha Plant as the Next Big Biofuel," *Scientific American*, June 2007.

⁶⁵ IEA, op. cit. note 3; 2030 from DOE, EIA, *International Energy Outlook 2007* (Washington, DC: May 2007), p. 29, and from IEA, *World Energy Outlook 2006*, op. cit. note 19, p. 86; Thomas Wheeler, "It's the End of the World as We Know It," *Baltimore Chronicle*, 3 August 2004.

⁶⁶ "Table 1–12: U.S. Sales or Deliveries of New Aircraft, Vehicles, Vessels, and Other Conveyances," in BTS, *National Transportation Statistics 2005* (Washington, DC: DOT, 2005).

⁶⁷ Darrin Qualman, "'Peak Oil': The Short, Medium, and Long-Term," *Union Farmer Monthly*, vol. 56, no. 4 (August 2005).

⁶⁸ Oliver Prichard, "SUV Drivers Reconsider," *Philadelphia Inquirer*, 1 June 2005; Danny Hakim and Jonathan Fuerbringer, "Fitch Cuts G.M. to Junk, Citing Poor S.U.V. Sales," *New York Times*, 24 May 2005; Fitch Corporate Ratings, at fitchratings.com, viewed 8 August 2007.

⁶⁹ U.N. Human Settlements Programme, *The State of the World's Cities 2004/2005* (London: Earthscan, 2004), pp. 24–25; U.N. Population Division, *Urban Agglomerations 2005*, wall chart (New York: March 2006).

⁷⁰ U.S. Census Bureau, "American Spend More Than 100 Hours Commuting to Work Each Year, Census Bureau Reports," press release (Washington, DC: 30 March 2005).

⁷¹ Wheeler, op. cit. note 65.

⁷² Micheline Maynard, "Surging Fuel Prices Catch Most Airlines Unprepared, Adding to the Industry's Gloom," *New York Times*, 26 April 2005; "Revealed: The Real Cost of Air Travel," *The Independent* (London), 29 May 2005; DOT and FAA, *FAA Aerospace Forecasts—Fiscal Years 2006–2017* (Washington, DC: 2006), p. 63.

⁷³ "Table 1–4: Public Road and Street Mileage in the United States by Type of Surface," in BTS, *National Transportation Statistics 2007* (Washington, DC: DOT, 2007).

⁷⁴ Gerhard Metschies, "Pain at the Pump," *Foreign Policy*, July–August 2007.

⁷⁵ Edith M. Lederer, "U.N.: Hunger Kills 18,000 Kids Each Day," *Associated Press*, 17 February 2007; Iraq Coalition Casualty Count, icasualties.org/oif, updated 31 July 2007.

⁷⁶ Loganaden Naiken, "Keynote Paper: FAO Methodology for Estimating the Prevalence of Undernourishment," at www.fao.org/docrep/005/y4249e/y4249e06.htm, viewed 1 August 2007; FAO, op. cit. note 41.

⁷⁷ C. Ford Runge and Benjamin Senauer, "How Biofuels Could Starve the Poor," *Foreign Affairs*, May/June 2007.

⁷⁸ Missy Ryan, "Commodity Boom Eats into Aid for World's Hungry," *Reuters*, 5 September 2007.

⁷⁹ FAO, *Crop Prospects and Food Situation*, no. 3, May 2007; Fund for Peace and Carnegie Endowment for International Peace, “The Failed States Index 2007,” *Foreign Policy*, July/August 2007; U.N. Population Division, *World Population Prospects*, op. cit. note 2.

⁸⁰ Lederer, op. cit. note 75.