

A bioterrorizmus története és jelentősége

Z. Lakner – Gy. Kasza –
L. Ózsvári:

History and importance of
bioterrorism

Lakner Zoltán^{1*}, Kasza Gyula¹, Ózsvári László²

1] Corvinus Egyetem,
Élelmiszer-ipari
Gazdaságtan Tanszék.
Villányi út 29–43.
H-1118 Budapest.

*E-mail: zoltan.lakner@
uni-corvinus.hu

2] SZIE-ÁOTK,
Állat-egészségügyi
Igazgatástani és Agrár-
gazdaságtani Tanszék

Összefoglalás. Az élő szervezetek fegyverként történő felhasználása végigkíséri az emberiség történetét. Napjainkban a globális feszültségek éleződése, számos nemzetállam működésképtelensége és a kis intenzitású konfliktusok tömegessé válása megnöveli a biológiai terrorcselekmények kockázatát még Magyarországon is. Egy esetleges biológiai terrortámadás esetén az állatorvosok a védekezés első vonalában küzdő kulcsszereplőkké válnak, mert az emberi fertőző betegségek mintegy 60%-a zoonosis és az élelmiszerlánc könnyen támadható célpontot jelent. Ezért a cikkben a szerzők áttekintik a bio-, agro-, és élelmiszer-terrorizmus fogalmi rendszerét, történetét, jövőbeli fejlődési irányait, valamint a bioterrorizmusnak az élelmiszerláncot, a közegészségügyet, a gazdaságot és a társadalom egészét érintő lehetséges hatásait.

Summary. The use of live organisms as weapon has been seen throughout the history of mankind. In our age the growing global tension, the several unserviceable nations and the multitudinous occurrence of low-intensity conflicts increase the risk of biological terror attacks even in Hungary. In case of a contingent biological terror attack the veterinarians will become key figures, fighting in the forefront, because 60% of the human contagious diseases are zoonosis and the food-chain is an easily attackable target. Hence, in the article the authors review the concepts, history and future trends of bio, agro and food terrorism, and the possible impacts of bioterrorism on food-chain, public health, economy and the whole society.

Az emberiség történelme állandó konfliktusok története, amelyek jelentős hányada fegyveres küzdelmekké alakult. A háborúk hosszú időn keresztül totálisak voltak, de a XVIII–XIX. századi nemzetközi megállapodás-rendszerek mindinkább arra törekedtek, hogy a harcoló alakulatokat és a polgári lakosságot egymástól elválasszák. A nemzetközi hadijog kiindulópontja, hogy egymástól elkülönítetten kell kezelni a hadseregek, milíciák, önkéntes lakossági alakulatok tevékenységét és a háborúban álló országok polgárait (22). Az első világháborút követően két-, ill. többoldalú egyezményekkel korlátozták a tömegpusztító fegyverek, mindenekelőtt a biológiai, vegyi és nukleáris harceszközök alkalmazását, az államközi szabályozó egyezmények azonban mind kevésbé voltak képesek ezen alapelvek gyakorlati megvalósítására, mert a múlt század óta olyan új konfliktustípusok jelentek meg, amelyekben nem válik el többé élesen egymástól a polgári és a katonai szféra. Ezen konfliktusokban egyre növekvő szerepet kap a lélektani hadviselés, a pánikkeltés, a gazdasági és ökológiai rombolás, valamint a polgári lakosság veszélyeztetése. Ezek mind olyan célok, amelyek elérését különösen jól szolgálhatják a biológiai fegyverek.

Az elmúlt másfél évszázadban egyre inkább dominánssá váltak azok a konfliktusok, amelyek még nem a hagyományos értelemben tekintett háborúk, de már a fegyveres szembenállás sajátos formái. Közülük kiemelkedőek az ún. kis intenzitású konfliktusok. Ezek olyan politikai-katonai szembenállást jelentenek államok és/vagy társadalmi csoportok között, amikor a konfliktus szintje még nem éri el a háborús szembenállás mértékét, de már túllép a békés versengé-

sen (17). A XXI. század első évtizedét ilyen, kis intenzitású konfliktusok tömege jellemzi.

A biológiai harci anyagok alkalmazása egyidős a fegyveres konfliktusokkal, de az államok közötti konfliktusokban ezek tömeges használatára nem került sor, aminek vélelmezhető oka a hasonló válaszcsoporttól való félelem volt. Azonban a globális feszültségek éleződése, számos nemzetállam működésképtelensége, a kis intenzitású konfliktusok tömegessé válása olyan tényezők, amelyek a nemzetközi terrorizmus erősödéséhez vezetnek, és a terrortámadások kitervelőit és végrehajtóit nem kötik azok az aggályok, amelyek a nemzetállamok vezetőinek részéről felléptek. Ezért jó okunk van feltételezni, hogy a biológiai harci anyagok is a terror eszközeivé válnak, és egyre gyakrabban merül fel az a kérdés, hogy a biológiai terrorcselekmények milyen mértékben jelentenek veszélyt a fejlett országok, köztük a magyar társadalom és gazdaság biztonságára.

Egy esetleges biológiai terrortámadás esetén az állatorvosok a védekezés első vonalában küzdő kulcsszereplőkké válnak (1, 35), mert az emberi fertőző betegségek jelentős része állati eredetű. CLEVELAND és mtsai (7) összeállították az emberekre veszélyesnek ismert kórokozók listáját és azt mutatták ki, hogy az 1415 patogén 61,6%-a állati eredetű. A haszonállatok kórokozóinak 61,6%-a, a húsevő társállatok kórokozóinak 90%-a képes áttérjedni egyik fajról a másikra. A bioterror-támadásra használt lépfene kórokozója (*Bacillus anthracis*) éppúgy állatok közvetítésével jut az emberi szervezetbe (pl. fertőzött állatok húsának fogyasztásával, vérük bőrön át az emberi szervezetbe jutásával), mint a veszélyeset okozó vírus. Az elmúlt évtizedek legnagyobb médiafigyelmet kapott járványai (Ebola, szivacsos agyvelőgyulladás, madárinfluenza, Nipah-vírus) kivétel nélkül zoonosisok (5). Ráadásul az élelmiszerlánc könnyen támadható célpont, ezért még akkor is célszerű áttekintenünk a biológiai terroreszközök alkalmazásának állatorvosi és élelmiszer-biztonsági vonatkozásait, ha a terrorfenyegetettség mértéke jelenleg nem nagy hazánkban (19).

Történeti áttekintés

Az élő szervezetek felhasználása az emberek közötti konfliktusokban végigkíséri az emberiség történetét. Már a természeti népeknél megfigyelhető, hogy széklettel vagy bélsárral kenték be nyilait, dárdáik hegyét, hogy nehezítsék az azokkal okozott sebek gyógyulását. Az ókori háborúkban elhullott állatok tetemeit kutakba dobták, így téve tönkre az ivóvízellátást. A fedezékekben meghúzódó, barlangokban menedéket kereső ellenség kiűzésére méheket, mérges rovarokat alkalmaztak (21).

Az Ószövetség az egyik „egyiptomi csapás”-ként mutatja be az egyiptomiak állatállományának elpusztítását: „Ímé az Úr keze lészen a te mezei barmaidon, lovakon, szamarakon, tevéken, ökrökön és juhokon igen nagy döghalál...De különbséget tesz az Úr az Izráel barmai között és Égyiptom barmai között, és mindabból, a mi Izráel fiaié, egy sem vész el... és elhulla Égyiptomnak minden barma” [2 Mózes 9:3-10].

VARKEY és mtsai (40) szerint a középkori háborúkban is gyakran hajították be az ostromlott várakba a fertőző betegségben (főleg pestisben, *Yersinia pestis*) elhunyt emberek testét. A krími Kafa (ma: Feodoszija) városa elleni 1346-os tatár támadáskor a pestisben elhunytak holttestét dobták be hajítógépekkel a vár területére. Ennek hatására terjedt el a pestis Európában, a XIV. században.

A XVII. században a brit hadsereg himlővírussal (*Variola major*) fertőzött takarók szétosztásával, tudatosan fertőzte meg az őslakos indiánokat (4).

Az első világháború idején a német hadsereg diverzánsai takonykórral (*Burkholderia mallei*) és anthraxszal (*Bacillus anthracis*) fertőzték meg az ellenséges területek ló- és szarvasmarha-állományát. Német szabotőrök dolgoztak több amerikai és argentin kikötőben: feladatuk az Európába szállított állatok fertőzése volt (32).

A Szovjetunió megalakulásától fogva készült a biológiai fegyverek alkalmazásával (is) végbemenő háborúra. A Szovjetunióban már 1926-tól megkezdődött

A biológiai harci anyagok a terror eszközévé válhatnak

Az emberre veszélyes kórokozók közel kétharmada állati eredetű

Az ó- és a középkorban is alkalmaztak fertőző anyagokat

A II. világháború előtt és alatt több, jelentős katonai erejű országban gyártottak biológiai fegyvereket, de azokat nem alkalmazták

a biológiai fegyverek előállítására és az ezzel kapcsolatos kutató-fejlesztő munka. Az orosz archívumok továbbra is zártak, ezért a szovjet és posztszovjet biológiai fegyverkezésről elsősorban a gyakran kétes értékű személyes beszámolókból alkothatunk csak képet. A biológiai fegyverek fejlesztésében mindvégig kiemelt figyelmet kapott a mezőgazdasági termelőkapacitások rombolása is: az amerikai hírszerzés szerint a Varsói Szerződés tagállamai házi légy (*Musca domestica*) vektorral terveztek száj- és körömfájást alkalmazni (13).

Japán már 1932-ben külön katonai alakulatot hozott létre a biológiai fegyverek hatásmechanizmusának feltárására. A hírhedt 731-es egységnél élő hadifoglyokon végeztek kísérleteket. A második világháborúban Japán kolerát terjesztő bolyhakkal és legyekkel töltött bombákat dobott kínai településekre (16).

A két világháború között – az első világháború tapasztalatai alapján – számos tudós úgy vélte, hogy a biológiai hadviselés legalább olyan károkat okozhat a támadó félnél, mint az ellenségénél, és ezért nem tartották valószínűnek a biológiai harci anyagok alkalmazását, de például Franciaország a második világháborút megelőző időszakban már harcanyagként felhasználható szarvasmarhapestis-készletekkel rendelkezett (15).

A II. világháború alatt nem került sor a biológiai fegyverek bevetésére, de a szembenálló felek mindegyike felkészült ezek alkalmazására. Németország a második világháborút megelőzően kísérleteket kezdett a mezőgazdasági termőterületek megfertőzésére kolorádóbogarakkal (*Epinotarsa decemlineata*), ezek alkalmazásáról azonban nincsenek adatok (27). A II. világháború alatt az angol légierő anthraxbombákkal végzett kísérleteket a skóciai Gruinard-szigeten. A bombák olyan hatásosnak bizonyultak, hogy a szigetet ötven évig lezárták. Angliában jelentős tételben állítottak elő anthraxal fertőzött granulált marhatápot, amelyet bombázógépekről kívántak a célterületre juttatni, erre azonban nem került sor. Az Amerikai Egyesült Államok 1944-re olyan üzem létesített, amelynek kapacitása havi fél millió darab, 4 fontos anthraxbomba volt. Valószínűsíthető, hogy a biológiai fegyverek alkalmazásától a harcoló feleket elsősorban a válaszcsepástől való félelem tartotta vissza (25).

A II. világháború után már megjelent az élelmiszer-terrorizmus jelensége is; KHAN és mtsai (24) arról tesznek említést, hogy 1946-ban egy bosszúálló csoport volt SS-katonákat őrző tábor kenyerét mérgezte meg arzénal.

A hidegháború idején nagy mennyiségű biológiai fegyver halmozódott fel mindkét szembenálló katonai tömbben. Ennek fő oka az volt, hogy a biológiai fegyverek rendkívül jelentős pusztító erővel rendelkeztek. Hatékonyságukat számos kísérlet és számítás támasztotta alá.

A kubai szakirodalomban rendszeresen jelennek meg olyan cikkek, melyek szerint az amerikai titkosszolgálatok 1962-től a kilencvenes évek végéig több alkalommal kíséreltek meg agroterror-támadásokat végrehajtani a Kubai Köztársaság növénytermesztése és állattenyésztése ellen (30), az USA kormányai ezt azonban minden alkalommal tagadták. Tény azonban, hogy 1960-ban az USA 36 ezer kg búzaszárrozsda-gombát (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici*) tartalékolta. A biológiai hatóanyagok kijuttatására papírrepülőgépre emlékeztető szerkezeteket alakítottak ki, a korábban alkalmazott, patogénekkal bevont madártollak helyett (37).

1978-ban Rhodesiában (ma: Zimbabwe) 182 ember esett áldozatul annak a marhalépfene-fertőzésnek, amelyet valószínűleg a kormánycsapatok idéztek elő, így próbálva meg gyengíteni az ellenzéki fegyveres szervezetek gazdasági hátterét (3). COLLINS (8) szerint a szovjet csapatok az afganisztáni háború során takonykórral fertőzték meg a felkelők lovait annak érdekében, hogy így nehezsítsék meg a szállítási lehetőségeket.

HOPMANN (18) szerint az 1980-as évek óta három jelentős biológiai fegyverfejlesztési program vált ismertté: a legfontosabb a szovjet biofegyverprogram volt, mely egészen 1992-ig tartott. Az 1991-es Öböl-háborút követően Irakban bizonyosodott be a biológiai fegyver-előállítás, később pedig a dél-afrikai apartheid rezsimről vált egyértelművé ilyen típusú fegyverek kidolgozása.

A hidegháború idején a biológiai fegyverek előállítása intenzíven folyt

A kábítószernövények elpusztítására is próbálkoztak növénybetegségek kórokozóival

Kevésbé ismert tény, hogy az amerikai hadsereg széles körben alkalmaz biológiai harcanyagokat az illegális kábítószer-termelés elleni harcban. A kilencvenes években Üzbegisztánban, amerikai finanszírozással sikeres kísérleteket folytattak a *Fusarium oxysporum* alkalmazásával a kábítószernövények termelése ellen. A 2001-ben befejezett kísérletek eredményeit Kolumbiában használták fel. A kísérletek ellen számos tudós tiltakozott, mert aggályosnak tartották, hogy a mezőgazdasági termelők beleegyezése nélkül használnak vegyszereket a növényzet elpusztítására (36).

Az elmúlt évtizedekben elkövetett bioterror-támadásokról csak viszonylag kevés tényt ismerünk. A közvélemény figyelmét mindössze egy vallási szekta akciója hívta fel a veszélyre, amikor 1984-ben egy amerikai vallási szekta egy Oregon állambeli salátabár ellen hajtott végre támadást *Salmonella* Typhymurium alkalmazásával. A merénylet 751 embernél okozott salmonellosist (11).

1995-ben a japán Aum Shinrikyo szekta szarintámadása a tokiói metró utasai ellen arra világított rá, hogy egy nagyváros mennyire védtelen a tömegpusztító fegyvereket használó terroristák ellen. A nyomozás folyamán derült fény arra, hogy a szekta tagjai 1990 és 1995 között többször is megkíséreltek aeroszol formában anthraxot és botulinumtoxint terjeszteni. A szekta gazdasági erejét jól jellemzi, hogy különböző vállalkozásai mintegy 30 millió dolláros forgalmat bonyolítottak le, 5000 követője él Japánban és a volt szovjet utódállamokban. Ez a tény azért fontos, mert igazolja: a terrorista ma már egyáltalán nem biztos, hogy csak primitív laboratóriumokban „barkácsolja” biológiai fegyvereit (31).

Bio-, agro- és élelmiszer-terrorizmus fogalma és lehetséges hatásai

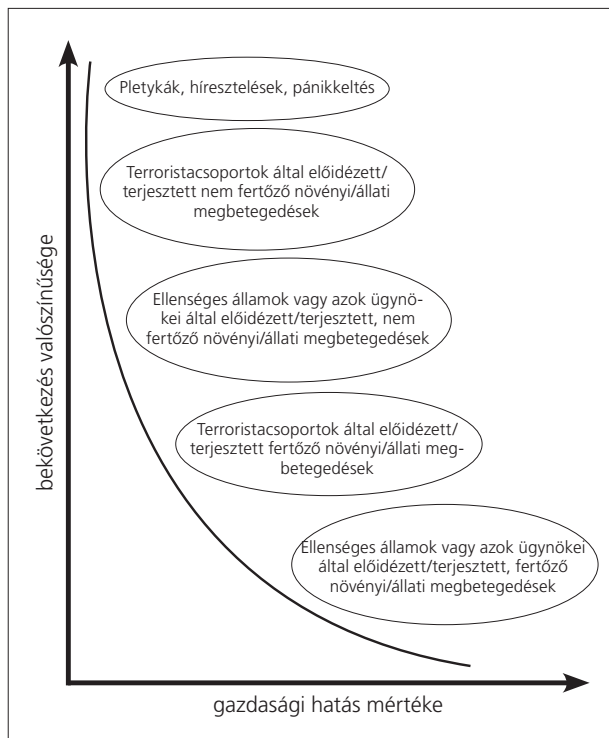
Bár a biológiai harcanyagok fejlesztése, tárolása, felhasználása szinte a hadviseléssel egyidős, a bioterrorizmus viszonylag új fogalom a hazai szakmai köztudatban. Az 1995-ben kiadott Hadtudományi Lexikonban még csak a biológiai fegyver fogalmát határozzák meg. E szerint „a biológiai fegyver a tömegpusztító fegyvereknek az a fajtája, amelyben mesterségesen kitenyésztett vagy genetikailag megváltoztatott mikroorganizmusokat és toxinjait megfelelő eszközökkel juttatnak a célterületre, emberek, állatok és növények elpusztítására. Harci alkalmazásuk során a célterületre juttathatók aeroszol formában, rakétákkal, bombákkal, tüzérségi lövedékekkel, vagy aeroszolgenerátorokkal, valamint különleges tartályokba zárt, fertőzött, betegséghordozó rovarokkal, férgekkel” (34).

Bár a terrorizmus napjaink sajtójának egyik leggyakrabban előforduló szava, de pontos, széleskörűen elfogadott értelmezése, meghatározása még nincs. Maga a szó a latin terror főnévből származik, amely ijedséget, rémületet jelent. HORVÁTH (20) szerint a végrehajtott terrorcselekmény alapvető funkciója legtöbbször a félelemkeltés. A terrorakció kiváltotta rettegést a terrorszervezetek alkalmasnak vélik arra, hogy felhívja az adott ország vagy politikai közvélemény figyelmét politikai, esetleg vallási céljaik elérésére. Az infokommunikációs rendszerek gyors fejlődése, a hagyományos hírközlés eszközein kívül működő közösségi hírközlő hálózatok (pl. Twitter, Facebook...) képesek megsokszorozni a terrorakciók várható hatását és tömeges pánikot generálni.

Összességében a biológiai fegyvert alkalmazó terrorizmust tekintjük bioterrorizmusnak. Az agroterrorizmus a bioterrorizmus azon területe, amikor az állati vagy növényi megbetegedések szándékos terjesztésével kívánnak előidézni félelmet, gazdasági veszteséget, aláásva ezzel a társadalom stabilitását (10). Az élelmiszer-terrorizmus célja az emberi fogyasztásra kerülő termékek, valamint az élelmiszer-ellátó rendszerek mérgezése vagy fertőzése. Tágabb értelemben ide sorolhatók az élelmiszer-, takarmány-, és ivóvízellátó rendszerek ellen végrehajtott támadások is (42).

A bioterror-támadások szempontjából alapvető jelentőségű, hogy ezeknek nem szükségszerűen kell megvalósulniuk, elég csupán a fenyegetés is ahhoz, hogy jelentős károkat okozzanak. A különböző agroterror-támadások valószínűsége és gazdasági hatása közötti vélelmezett összefüggést az **ábra** mutatja be.

A bioterrorizmussal való fenyegetés önmagában is jelentős károkat okoz



Ábra. A különböző agroterror-támadások bekövetkezésének valószínűsége és gazdasági hatása
Figure. Chance and economic effects of different agroterror-attacks

Bioterrorizmus

A biológiai fegyverek lehetséges hatásainak meghatározására, alkalmazásuk módjára már a hidegháború idején részletes tanulmányok készültek. Valamennyi számítás aláhúzza a biológiai fegyverek jelentős pusztító hatását (**1. táblázat**). A támadás szempontjából legkedvezőbb körülmények között egy darab, egy megatonnás hidrogénbomba mintegy 570–1900 ezer halálos áldozatot követel, de száz kilogramm anthraxspóra 1–3 millió embert pusztíthat el. Kevésbé optimális körülmények között (szeles, napos idő) a halálos áldozatok száma még mindig 130 ezer és 1400 ezer közötti érték lehet. A vegyi fegyverek hatékonysága a biológiai fegyverekhez képest elenyésző: 100 kg koncentrált szaringáz még „optimális” esetben is „mindössze” 8000 áldozatot követelne (39).

KAUFMANN és mtsai (23) számításai szerint egy aeroszolként kijuttatott *Brucella melitensis*-szel végrehajtott támadás egy százezres lakosú város ellen 82 500 megbetegedéssel és 416 halálessel járna. A bioterror-támadás által okozott kár mintegy 478–650 millió dollár volna. A WHO (41) becslései szerint 50 kg szárított *Brucella* kórokozóval végrehajtott aeroszoltámadás egy 5 milliós nagyváros ellen mintegy 150 ezer megbetegedést és 600 halálessel okozna. A biológiai fegyverek melletti további érv a kis költség (30). A szerzők

idézte katonai számítások szerint egy nagyváros ellen végrehajtott *Francisella tularensis* aeroszoltámadásnál, 5%-os halálozási arányt feltételezve, az egy halálesetre jutó költség 2,86 USD, míg 40%-os halálozási rátánál ugyanez az arány mindössze 0,36 USD.

A fejlett országok katasztrófavédelmi rendszerei hosszú ideig elsősorban a vegyi balesetek elhárítására készültek fel, sokkal kevesebb tapasztalatuk volt a biológiai fegyverek hatásainak elhárítása területén, holott ezek speciális ismereteket és képességeket igényelnek (**2. táblázat**).

Agroterrorizmus

Az agroterrorizmus során az állatállomány elleni támadásoknak számos előnyük van a bioterror alkalmazó fél szempontjából. Ezek közül a legfontosabbak:

1. A mezőgazdasági üzemek, farmok nagy területűek és nyitottak. Ezzel lehetővé válik a viszonylag egyszerű behatolás. A szabad tartásos technológiák alkalmazása minden korábbinál nagyobb mértékben könnyíti meg a támadást. A mezőgazdasági üzemek egyre többet tesznek munkájuk megismertetése érdekében, mindinkább iparaggá válik az agroturizmus (14), ez azonban még tovább növeli a terrortámadások esélyét.

1. táblázat. Három különböző tömegpusztító fegyver alkalmazásának hatékonysága (39)
Table 1. The efficacy of application of three different mass destruction weapons (39)

Tömegpusztító fegyver	Mennyiség	Hatóterület (km ²)	Áldozatok száma (fő)
Szarin (gáz)	300 kg	0,22	60–200
<i>Bacillus anthracis</i>	30 kg	10	30 000–100 000
Atombomba	12,5 kT	7,8	23 000–80 000

2. táblázat. A vegyi és a biológiai harcanyagok felhasználására épülő terrorizmus összehasonlítása
Table 2. Comparison of terrorism using chemical offensive agents with that using biological war materials

Vegyterrorizmus	Bioterrorizmus
A támadás hatásának sebessége	
Gyors hatás – akár percekkel vagy órákkal a támadás után	Késleltetett hatás – napokkal vagy hetekkel a támadást követően
Az érintettek köre	
A támadás iránya felőli szélirányban	Jelentős földrajzi kiterjedésű
A katasztrófaelhárítás első lépcsőjében dolgozók (mentőápolók, tűzoltók, rendőrök, katasztrófavédelmi szakemberek)	Már a kárenyhítés is nagyon sok szakember munkáját igényli: növény- és állat-egészségügyi dolgozókra, epidemiológiai specialistákra, mikrobiológusokra is szükség van
A fegyver alkalmazási helyének körülhatárolása	
A vegyi fegyver alkalmazásának helye viszonylag jól körülhatárolható és kordonnal lezárható	Nehezen meghatározható a támadás helye és a fertőzött körzet, az útzár kevésbé hatékony
Fertőtlenítés	
Általában alapvető jelentőségű	A legtöbb esetben nem feltétlenül szükséges
A megtámadott személyek elkülönítése	
Fertőtlenítés után általában nem fontos	Alapvető jelentőségű

A mezőgazdasági üzemek nyitottsága, az állatállomány koncentráltasága és a nemzetközi élelmiszer-kereskedelem növekedése kedvez a terrorizmusnak

2. Az elmúlt évtizedeket az állatállomány elhelyezkedésének erőteljes üzemi és földrajzi koncentrációja jellemezte. Az előbbi folyamatot jól példázza, hogy az USA-ban például a sertésfenyvesztő gazdaságok száma egymillióról 60 ezerre csökkent 1965 és 2007 között, míg az üzemek átlagos sertésállománya 55-ről 920 egyedre nőtt. A földrajzi koncentrációt különösen jól szemlélteti Franciaország sertésfenyvesztése: az alig több mint 27 ezer km² területű, Franciaország európai területének mintegy 5%-át elfoglaló Bretagne tartományban összpontosul a tejelő szarvasmarha-állomány 42,4%-a, a sertésállomány 72,1%-a és a víziszarvas-állomány 62,3%-a (2). Ebből adódóan az egyre koncentráltabb térségekben mind több lehetőség adódik a fertőző betegségek terjesztésére.

3. A szállítási és hírközlési rendszerek fejlődése következtében egyre nő azon mezőgazdasági és élelmiszer-ipari termékek száma, amelyeket nem a termelés helyén dolgoznak fel, ill. fogyasztanak el. Az élelmiszer-termelés globalizációjának szemléletes példája a Dublinban kapható „kijevi csirkemell”: a sózott vaj Írországból, a fokhagymapüré Kínából, az USA-ból vagy Spanyolországból, a citrom az USA-ból, a petrezselyem Franciaországból vagy az Egyesült Királyságból, a bors Indiából, a csirkemell Írországból, Belgiumból, az Egyesült Királyságból, a liszt Belgiumból vagy Franciaországból, a repceolaj pedig Ausztráliából vagy éppen Magyarországról származik. Jól látható ebből, hogy még egy ilyen egyszerű termék esetében is tíz országból származnak az előállításához szükséges alapanyagok (12). Ebből adódóan az élő állatok, növényi termékek, félkész- és késztermékek szállítása önmagában is a fertőzés terjesztésének fontos eszköze lesz.

4. A mezőgazdasági és élelmiszer-ipari termékek kereskedelme alapvetően bizalmi kérdés. Ezen termékek összetettsége, komplexitása és fogyasztásuk népegészségügyi hatásai miatt akár egy kedvezőtlen híresztelés is elegendő lehet több év (akár évtized) piacépítő munkájának tönkretételére. Ennek jellemző példája, hogy a szivacsos agyvelőgyulladás becslések szerint (2003-as árfolyamon) 92 milliárd € költséget jelentett az európai országoknak. Ez az európai szarvasmarhaszektort éves termelési értékének mintegy tizede (9).

5. Az állat- és növény-egészségügyi megbetegedések kórokozói általában viszonylag egyszerűbben beszerezhetők, mint az emberi megbetegedéseket okozó mikroorganizmusok.

Az egzotikus kórokozók a védekezést lassítják és drágítják

6. Az állatjárványok egy része a fertőzést terjesztő ügynökre veszélytelenül idézhető elő.

7. Az egyes betegségek lappangási ideje lehetővé teszi a fertőzést terjesztő ügynök elmenekülését.

8. A járványok kitörését követően gyakran nem állapítható meg, hogy terroristáadás vagy egyéb ok miatt lépnek-e fel megbetegedések.

9. „Egzotikus”, a megtámadott területen ismeretlen betegségek kórokozójának alkalmazása jelentősen megnövelheti a fertőzés felismerésének és a védekezés megkezdésének idejét. A szükséges oltóanyagok beszerzése, a megfelelő védekezési módszerek kidolgozása számottevő idővesztést okozhat.

Élelmiszer-terrorizmus

A biológiai fegyverek terroreszközként történő alkalmazásának lehetőségét sokáig alábecsülték. TUCKER (38) szerint a bioterrorizmus története azt igazolja, hogy az elsősorban kisméretű, korlátozott hatókörű támadásokat jelent majd, mint például az élelmiszer-fertőzések. Az elmúlt években készített elemzések már az élelmiszer-terrorizmus globális hatásait hangsúlyozzák.

LIU és WEIN (28) szimulációs módszerekkel kísérelték meg előre jelezni egy botulinumtoxinnal végrehajtott terrortáadás hatásait az USA tejjelátó rendszere ellen. Számításaik szerint, ha a terroristák képesek 1 g botulotoxin bejuttatására a tejjelátó rendszerbe, akkor ez mintegy 50 ezer gallon (1 standard amerikai gallon = 3,785 l) tej megmérgezését jelenti. Ebben az esetben az áldozatok száma százezres nagyságrendet is elérhet.

Nagyon sebezhető az ivóvízellátó rendszerek

A terroristák szempontjából sokkal célszerűbb kórokozók helyett az azok termelte toxinokat bejuttatni az ivóvízellátó rendszerbe. A WHO (41) számítása szerint, ha egy 50 ezer lakosú város ivóvízellátó rendszerébe 0,24 kg botulinumtoxin kerülne, és minden lakos csak fél liter vizet fogyasztana naponta, akkor ez a fertőzés 17,5 óra elteltével a lakosság 60%-ának halálát jelentené. Magyar szempontból a bioterror-táadások kézenfekvő célpontja az ivóvízellátó rendszer. A KSH adatbázisa szerint Magyarország összes településén, azaz 3152 településen van közüzemi vezetékes ivóvíz. A lakások 95%-a, azaz több mint 4132 ezer lakásban áll rendelkezésre közüzemi ivóvíz. A 65 978 km hosszú ivóvízvezeték-rendszer vízkivételi műveivel, tározóival kézenfekvő célpontja lehet a támadásoknak (26). A közismerten decentralizált magyarországi településstruktúra tovább növeli a sebezhetőséget.

A terrortáadás sikerének lehetőségét azonban jelentősen csökkenti az a tény, hogy az ivóvíz-szolgáltatók sokféle kezelésnek vetik alá a vizet, és így jelentős a tisztulás. A kezelt víz szállítására és tárolására szolgáló infrastruktúra már hatékonyabban támadható, de itt a maradék klór jelentős koncentrációja még mindig kellő védelmet nyújt. A vízkezelésben mind gyakrabban alkalmazott ózon és nanoszűrés alkalmas arra, hogy a klórezisztens mikrobák kedvezőtlen hatását kiszűrje. A kockázatot tovább csökkenti, hogy a vezetékes ivóvíz-szolgáltatás mindössze 5%-a kerül közvetlen emberi fogyasztásra, mivel 2 l/fő napi ivóvízfogyasztást feltételezve, az egy főre jutó fogyasztás 0,73 m³ évente. A KSH idézett statisztikája szerint az éves, egy háztartásra jutó ivóvíz-szolgáltatás 35 m³. Magyarországon az egy háztartásban élők száma mintegy 2,51 fő, azaz az egy főre jutó vízfogyasztás 13,94 m³ évente. Ezenfelül a fertőzés és a víz elfogyasztása között gyakran számottevő idő telik el, így még tovább csökken a fertőzött ivóvíz elfogyasztásának egészségügyi kockázata.

A géntechnológia megsokszorozza a biofegyvereket

A bioterrorizmus várható fejlődése

A korszerű biotechnológia révén megsokszorozódnak a biológiai fegyverek kialakításának lehetőségei. A géntechnológia fejlődése lehetővé teszi a genetikai anyagok gyors és viszonylag olcsó azonosíthatóságát, jellemzését, feltérképezését, átalakítását, és a genetikai anyag olcsó előállítását.

A génmódosítás elsősorban a következő területeken hozott eredményt:

– Olyan új mutánsok kialakítása, amelyek megnehezítik vagy gátolják a biológiai fegyver kimutatását a hagyományos eljárásokkal.

– A gyógyszereknek ellenálló mutánsok létrehozása. A genetikai módosítás és a génszekvenciák átvitele annak a lehetőségét is megteremti, hogy fokozzák a kórokozók virulenciáját, antibiotikum-rezisztenciáját és környezeti stabilitását. A génmódosítás révén mód nyílhat a korábban alkalmazott kimutatási technikák megtévesztésére is.

– Olyan génszekvenciák kialakítása, amelyek a korábbi, ártalmatlan kórokozókból pusztító ágenseket képesek létrehozni. Már negyed százada megjelennek olyan közlemények, amelyek arról tudósítottak, hogy az egyszerű *Echerichia coli* baktériumba sikerült beültetni az anthrax baktérium génszekvenciáját. Az így létrejött mutáns fertőző tulajdonságai szempontjából megegyezett a *Bacillus anthracisszal* (33).

– Toxintermelő gének kialakítása. Ezzel az eljárással „ipari” méretben lehet előállítani olyan toxinokat, amelyek természetes úton csak kis mennyiségben képződnek.

A humán genomprogram révén nagyon sok olyan információ nyerhető, amelyekkel hatékonyan léphetünk fel az örökletes betegségekkel szemben. A projekt révén feltárhatók az egyes népcsoportok genetikai állománya közötti különbségek is. Ezen ismeret természetesen nem csak a célzott gyógyítás, hanem a szelektív pusztítás számára is megnyithatja az utat. A sejtmembrán felületén lévő receptorok elhelyezkedése közötti különbség ismeretében vírusvektorokkal hatékonyan támadhatók a DNS-szekvenciák. A kórokozók génjeinek feltárása révén pedig lehetőség nyílik az eddig ártalmatlan kórokozók biológiai fegyverekké alakítására is. A géntechnológia révén nagy mennyiségben, rövid idő alatt és kis költséggel állíthatók elő olyan toxinok, amelyek izolálásához rendkívül nagy mennyiségű természetes biológiai alapanyagra volt szükség (6).

Mindezek alapján a biotechnológia jelentős szerepet játszhat a már ismert kórokozók virulenciájának és antibiotikum-rezisztenciájának fokozásában, a kórokozók aeroszolos kijuttatási lehetőségeinek bővítésében és új, pusztító hatású élő szervezetek vagy toxinok létrehozásában. Ezáltal a géntechnológia és az egyéb modern biológiai tudományok fejlődése a biológiai harcanyagok új generációjának kialakítását teheti lehetővé.

IRODALOM

1. Anon.: Bioterrorism: fact sheet. OIE (World Organisation for Animal Health). Paris, 2011.
2. Anon.: Recensement Agricole-L'agriculture française en 2010-premiers résultats du recensement agricole. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire. Paris, 2011.
3. BLANCOU, J. – PEARSON, J. E.: Bioterrorism and infectious animal diseases. *Comp. Immun., Microbiol. Infect. Dis.*, 2002. 26. 431–443.
4. BRONZE, M. S. – HUYNCKE, M. M. et al.: Viral agents as biological weapons and agents of bioterrorism. *Am. J. Med. Sci.*, 2002. 323. 316–325.
5. BROWN, C.: Emerging zoonoses and pathogens of public health significance – an overview. *Sci. Techn. Rev. Int. Office Epizoot.*, 2004. 23. 435–442.
6. CHITTARJAN, K.: Biological weapons: An insidious WMD. *Defense Strat. Anal.*, 2006. 8. 1–24.
7. CLEVELAND, S. – LAURENSEN, M. K.: Diseases of humans and their domestic mammals: pathogen characteristics, host range and risk of emergence. *Phil. Transcripts Royal Society, London, Biol. Sci.*, 2001. 356. 991–999.
8. COLLINS, J.: Soviet military performance in Afghanistan: a preliminary assessment. *Comp. Strat.*, 1983. 4. 147–168.
9. CUNNINGHAM, E. P.: After BSE – a Future for the European Livestock Sector. Wageningen Academic Publisher. Wageningen, The Netherlands, 2003. 90
10. CUPP, O. S. – WALKER, D. E. – HILLSON, J.: Agroterrorism in the US: key security challenge for the 21st century. *Biosec. Bioterrorism: Biodefense Strat. Pract. Sci.*, 2004. 2. 97–105.
11. DAY, J. B. – SHARMA, D. et al.: Survival of Salmonella Typhi and Shigella dysenteriae in dehydrated infant formula. *J. Food Sci.*, 2011. 76. 324–328.
12. ERCSEY-RAVASZ, M. – TOROCZKAY, Z. – LAKNER, Z. – BARANYI, J.: Complexity and Vulnerability in the Human Food Web. Műhelytanulmány, 2012. 15

13. FEODOV, L. A.: Szovjetszkoje biologicseszkiye oruzsije, isztorija ekologija politika. Mezsdunardnoj szocialno-ekologicseszkoj szojuz „Za himicseszkuju bezopasztnoszty”. Moszkva, 2005.
14. FORBORD, M. – SHERMER, M. – GRIESSMAIR, K.: Stability and variety – products, organization and institutionalization in farm tourism. *Tourism Management*, 2010. 33. 895–909.
15. GEISLER, E. – ELLOS, J. – MOON, C.: Biological and Toxin Weapons: Research, Development and Use from the Middle Ages to 1945. Oxford University Press/Stockholm International Peace Research Institute. Oxford, 1999.
16. HARRIS, S.: Japanese biological warfare research on humans: A case study of microbiology and ethics. *Ann. New York Acad. Sci.*, 1992. 666. 21–52.
17. HOFFMAN, B.: Current research on terrorism and low-intensity conflict. *Stud. Conflict Terrorism*, 1992. 15. 25–37.
18. HOPMANN, P. T.: Negotiation Risk: Controlling biological weapons. In: AVENHAUS, R. – SJÖSTEDT, G. (eds): *Negotiated Risks*. Springer Verlag. Berlin–Heidelberg, 2009.
19. HORVÁTH, A. – CSABA, Z.: On the vulnerability and reliability of towns and cities. In: CSAPÓ, T. – BALOGH, A. (eds): *Development of the Settlement Network in the Central European Countries: Past, Present and Future*. Springer Verlag. Berlin–Heidelberg, 2012. 299–312.
20. HORVÁTH A.: Terrorfenyegetettség: célpontok, nagyvárosok közlekedés. *Nemzetvéd. Egy. Közl.*, 2006. 10. 136–152.
21. JARED, D.: *Guns, Germs and Steel: the Fates of Human Societies*. W.W. Norton. New York, 1997.
22. KALSHOVEN, F. – ZEGVELD, L.: Constraints on the Waging of War: an Introduction to International Humanitarian law. ICRC Com. Internat., Geneva, 2011. 227
23. KAUFMANN, A. F. – MELTZER, M. I. P.: The economic impact of a bioterrorist attack: are prevention and postattack intervention programs justifiable? *Emerg. Infect. Dis.*, 1997. 3. 83–94.
24. KHAN, A. S. – SWERDLOW, D. L. – JURANEK, D. D.: Precautions against biological and chemical terrorism directed at food and water supplies. *Public Health Reports*, 2001. 116. 3–14.
25. KOBLENZ, G.: *Living Weapons: Biological Warfare and International Security*. Cornell University Press. Ithaca, 2009. 272
26. KSH: http://portal.ksh.hu/pls/ksh/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_zrk001.html. (utoljára elérve: 2012. 02. 28)
27. LESHO, E. – DORSEY, D. – BUNNER, D.: Feces, dead horses, and fleas. Evolution of the hostile use of biological agents. *West. J. Med.*, 1998. 168. 513–516.
28. LIU, Y. – WEIN, L. M.: Mathematically assessing the consequences of food terrorism scenarios. *J. Food Sci.*, 2008. 73. 346–353.
29. PILCH, R. F. – ZILINKAS, R. A.: *Encyclopedia of Bioterrorism Defense*. John Willey & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, 2005
30. PRADO, E. A. S. – AMORES, A. P.: Historia del agroterrorismo de Estados Unidos de América contra Cuba. *Rev. Electr. Vet.*, 2010. 11. 1–19.
31. READER, I.: *Religious Violence in Contemporary Japan: The Case of Aum Shinrikyo*. University of Hawaii Press. Honolulu, 2000.
32. REDMOND, C. – PEARCE, M. J. et al.: Deadly relic of the Great war. *Nature*, 1998. 393. 747–748.
33. ROBERTSON, D. L. – LEPPLA, S. H.: Molecular cloning and expression in *Escherichia coli* of the lethal factor gene of *Bacillus anthracis*. *Gene*, 1986. 44. 71–78.
34. SZABÓ J. (ed.): *Hadtudományi lexikon*. Magyar Hadtudományi Társaság. Budapest, 1995.
35. THILL, M – RICCI, F. : Bioterrorisme: Justification de l'implication des vétérinaires dans les plans de prévention et de gestion de crise. *Méd. Armées*, 2004. 32. 57–66.
36. THOUMI, F. E.: Competitive advantages in the production and trafficking of coca-cocaine and opium-heroin in Afghanistan and the Andean countries. In: KEEFER, P. – LOAYZA, N. (eds): *Innocent Bystanders. Developing Countries and the War on Drugs*. A copublication of Palgrave Macmillan and the World Bank. Washington, DC, USA, 2010. 195–253.
37. TOROK, T. – TAUXE, R. V. – WISE, R. P.: A large community outbreak of Salmonella caused by intentional contamination of restaurant salad bars. *J. Am. Med. Assoc.*, 1997. 278. 389–395.
38. TUCKER, J. B.: Historical trends related to bioterrorism: an empirical analysis. *Emerg. Infect. Dis.*, 1999. 5. 498–504.
39. *U. S. Congress, O. O. T. A.*: Proliferation of Weapons of Mass Destruction: Assessing the Risks. U. S. Government Printing Office. Washington, D. C., 1993.
40. VARKEY, P. – POLAND, G. A. et al.: Confronting bioterrorism: physicians on the front line. *Mayo Clinic Proc.*, 2002. 77. 661–672.
41. WHO: *Health Aspects of Chemical and Biological Weapons*. World Health Organisation. Geneva, 1970.
42. WIECK, C. – RUDLOFF, B. – WAHL, T.: The bioterrorism act of the USA and international food trade: evaluation WTO conformity and effects of bilateral import. *Agrarwirtschaft*, 2007. 56. 147–160.

Közlésre érk.: 2012. márc. 26.