

Forgó Veronika¹

Az élelmiszer- és gyógyszergyártás biztonsági kérdései és védelmi rendszerei napjainkban

Safety Issues and Defence Systems of Food and Pharmaceutical Manufacturing Nowadays

Az elmúlt években megnőtt az élelmiszerek által okozott megbetegedések kialakulásának száma, emellett még inkább előtérbe kerültek az élelmiszerhamisítások. Ennek korai felismerésére és megelőzésére újabb és újabb technológiai megoldásokat dolgoznak ki a kutatók és az innovátorok abból a célból, hogy növeljék az élelmiszerbiztonságot. A tárgykör vonatkozásában számos tudományos eredmény született a külföldi és a hazai szakirodalomban egyaránt. A szerző az élelmiszerbiztonság biztonságtechnikai módszereit és megoldásait vizsgálja és foglalja össze, illetve következtetéseket és javaslatokat fogalmaz meg a témában.

Kulcsszavak: élelmiszerbiztonság, védelmi rendszerek, biztonságtechnika, étrendkiegészítő, vízvédelem

In the last years the number of food-borne diseases has increased, in addition, food counterfeiting has become even more prominent. For early detection and prevention, the researchers and the innovators are developing new and emerging technologies to increase food security. Regarding the subject matter, many scientific results have been achieved both in foreign and domestic literature. The author examines and summarises the safety techniques and solutions of food safety and draws conclusions and suggestions in the subject.

Keywords: food safety, protection systems, safety, dietary supplement, water protection

¹ Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktorandusz, e-mail: vercsy.forgo@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0188-9898>

Bevezetés

A 19. századtól Magyarországon megjelentek különböző globális problémák, köztük a fogyasztói társadalom megnövekedett igénye, a népességnövekedés, a migráció, az import és export, az ipar és technológia fejlődése, ezáltal az élelmiszerek előállítása, feldolgozása, forgalmazása során változások következtek be. Az 1800-as évek végétől igény volt a feldolgozott élelmiszerekre, ebből kifolyólag az 1900-as évek elejére megkétszereződtek az élelmiszeripari gyárak, amelyek a szesz, a kávé, az ásványvíz, a cukor, a liszt, a margarin, a tej és a hús gyártására specializálódtak. Az első világháború után Magyarországon az élelmiszer-előállításban hanyatlás következett be a terület-elcsatolásnak köszönhetően, amely aztán az 1933-as évektől fellendült, például az újonnan kialakított konzervgyártás megjelenésével. A második világháborút követően szintén hanyatlás következett, azonban a kisparaszti gazdaságok által az élelmiszeripar ismét kibontakozhatott. Azonban ez idő alatt a különböző fertőzések, mint a gümőkór, a ragadós száj- és körömfájás, a baromfipestis előfordulási gyakorisága szignifikánsan magasabb volt a korábnál, amely nem kedvezett sem a mezőgazdaságnak, sem az élelmiszeriparnak. Az 1990-es évektől megszűnt a mezőgazdaság élelmiszer-feldolgozó szerepe, amely megnövelte a háztáji sertés-, baromfi- és tojástermelést. A legfontosabb az állategészségügyben korábbiakban kialakult helyzet normalizálása, a betegségekől mentes állatállomány megteremtése, szigorúbb szabályozások bevezetése volt [1].

Az 1888. évi VII. törvénycikk rendelkezett a ragadós betegségek megelőzéséről. A közfogyasztásra szánt állatok húsát és belsősegeit vagy az állatorvos, vagy a vágatási biztos vizsgálta húsvizsgálat keretén belül. A szabályozások az évek elteltével átalakultak, így a 21/1953. MT sz. rendelet már nemcsak a ragadós betegségek megelőzésére tért ki, hanem a tárolás, feldolgozás, felhasználás, ártalmatlanítás kereteire is. Az első élelmiszertörvénynek a 1958. évi 27. sz. törvényerejű rendelet tekinthető. Emellett nagy hangsúlyt fektettek az élelmiszer-higiéniára és a minőségellenőrzésre is [2]. Napjainkban kiemelt figyelemmel kell kísérni az EU higiéniai rendeletcsomagját, a 178/2002/EK rendeletet az élelmiszerjog általános elveiről és követelményeiről, a 2008. évi XLVI. törvényt az élelmiszerláncról és hatósági felügyeletéről, illetve a *Codex Alimentarius*² előírásait és irányelveit a biztonságos és minőségi élelmiszer-előállításához.

Felmerül a kérdés, hogy mit is jelent a biztonságos élelmiszer-előállítás, illetve hogyan kapcsolódik ez a biztonságtechnikához?

Célkitűzések

Céлом összefoglalni, hogy milyen kockázati tényezők játszhatnak szerepet a biztonságos élelmiszer- és gyógyszeripari termékek gyártásában, illetve melyek azok a védelmi és monitorozórendszerek, amelyek visszaszoríthatják az élelmiszerek közvetítése által befolyásolt reverzibilis és irreverzibilis egészségkárosodások kialakulását. Kitérek

² Codex Alimentarius Hungaricus: Magyar Élelmiszerkönyv.

a kritikus behatolási pontok fontosságára, a nyomkövetési rendszerek hatékonyságára és a szabotázs korai felismerésére.

Berek és munkatársai a biztonságot valamely személy vagy szervezet állapotában és léteiben határozták meg, mint rendeltetészerű működést veszélyeztető szándékos jogellenes magatartások vagy azokkal szemben alkalmazott védelmi rendszerelemek szimbiózisa.³ A 2008. évi XLVI. törvény 14. § (2) értelmében az élelmiszer biztonságosságáért az élelmiszer előállítója vagy az első magyarországi forgalmazó felelős. Ez érinti a teljes élelmiszerláncot, a termőföldtől az asztalig, a minőségmegőrzési vagy a fogyaszthatósági idő lejártáig. A biztonságtechnika egyik tényezője az élelmiszer-biztonság is, amely napjainkban kulcsfontosságú. Berek és munkatársai a biztonságtechnika körébe sorolták a technikai eszközöket, rendszereket és eljárásokat, amelyek alkalmasak a veszélyeztető tényezők csökkentésére és elhárítására [3]. Az élelmiszerbiztonságban megjelennek különböző védelmi, monitorozó-, megfigyelőrendszerek, amelyek által könnyen és gyorsan felismerhetők a behatolási kísérletek, illetve áttekinthetőek a bekövetkezett események. A HACCP⁴ élelmiszerbiztonsági rendszere is egy védelmi rendszernek tekinthető, amely alkalmas a felmerülő veszélyek azonosítására és azok elhárítására, kezelésére és megelőzésére. Figyelembe kell venni, melyek azok a szabályozási pontok, rendszerek, folyamatok, eljárások, amelyek befolyással lehetnek a termék biztonságosságára és minőségére. A rendszerek, folyamatok működése során, szem előtt kell tartani a kémiai, fizikai, biológiai, mikrobiológiai veszélyeket, és előre meghatározott időközönként belső auditok alkalmával elemezni kell azok megfelelőségét, illetve felülvizsgálatkor számolni kell a szabályozó intézkedések sajátosságaival is.

Kutatási módszerek

A téma teljes körű áttanulmányozásához a szakirodalom legaktuálisabb közleményeit térképezem fel a szekunder kutatás során, amelyek különböző technológiai megoldásokkal foglalkoznak az élelmiszerbiztonság témakörében. A külföldi és magyar szakirodalmak, folyóiratok mellett, tanulmányozom a témához kapcsolódó szabványokat, ajánlásokat, magyar jogszabályokat, és EK-rendeleteket. Azonban ahhoz, hogy körültekintően átlássuk a biztonságtechnika és az élelmiszerbiztonság közötti összefüggéseket, átfogóan ismernünk kell a tudomány mai állása szerinti elméleti és gyakorlati eredményeket a tárgykör vonatkozásában. A kvalitatív kutatás által összefoglalt tudományos eredményekből következtetéseket vonok le, majd azokat felhasználva összefoglalom azok élelmiszerbiztonsági hasznosíthatóságát.

³ Összefonódás.

⁴ Hazard Analysis Critical Control Points – Veszélyelemzés és kritikus szabályozási pontok.

A víz mint potenciális biztonsági kockázat az élelmiszer- és gyógyszergyártás során

A biztonságos termék előállításához elengedhetetlen a védelmi vonalak kialakítása. A technológiai folyamatok során víz az alapanyaga mind az élelmiszer-, mind a gyógyszeripari termékeknek. Emellett kritikus behatolási pontként kezelendő a víz, a vízbázisok és a víznyerő helyek, mivel egy esetleges szennyezés vagy mérgezés reverzibilis vagy irreverzibilis kárt okozhat a technológiai folyamatokban, emellett fokozott egészségkockázattal is számolni kell.

A biztonságos termék alapvető feltétele az ivóvíz-minőségű víz biztosítása, amely a 201/2001. (X. 25.) Korm. rendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről előírásainak betartásával és betartatásával foganatosítható.

Berek és Rácz kiemelten fontosnak tartja, hogy rávilágítson a vízbázisok védelmére, amelyek lényegesek a vízminőség biztonságosságának fenntartásában. Ugyanis a vízbázisoknál különböző kockázatokkal kell számolni, amelyek lehetnek természeti eredetű veszélyek, civilizációs és technológiai eredetű veszélyek, illetve szándékos, ártó jellegű cselekmények. A vízbiztonsági terv is hozzájárul a védelem biztosításához, amelynek alapja a veszélyforrások feltárása és a kockázatelemzés. A távfelügyeleti és távvezérlési rendszerek, impulzusátadók hozzájárulnak a vízhozam és a vízvesztés elemzéséhez, valamint a meghibásodások jelzéséhez. Automata mérőberendezések szolgáltatják a mérések adatait, a PH, a vezetőképesség, az ammónium és a zavarosság tekintetében. Emellett nyitás-, mozgásérzékelők és felügyeleti rendszerek biztosítják a szabotázs elkerülését. A mikrobiológiai vizsgálatok végzésére munkaállomások állnak rendelkezésre, amelyek alkalmasak a fertőzések korai felismerésére, azonban a technológia fejlődik, így nap mint nap jelennek meg újabb és újabb gyors tesztek, amelyek mobilalkalok segítségével képesek lennének azonnal felismerni és kiértékelni egy esetleges fertőzés létrejöttét [4].

Az élelmiszerminőség és -biztonság monitorozórendszerei

Az élelmiszerbiztonságot érintő globális problémák fokozódásával szükségessé vált védelmi, megfigyelő-, jelző- és monitorozórendszerek igénybevétele, amelyekkel gyorsan és hatékonyan felismerhetők a termék biztonságosságának kockázatai. Jelenleg ezek az elektronikus és mechanikus rendszerek azok, amelyek figyelemmel kísérik a termék állapotát az ellátási láncon keresztül. Fontos védvonal a csomagolás, aminek funkciója a termék eltarthatóságának meghosszabbítása, a tápérték megőrzése és a romlás megakadályozása.

Jane Ru Choi és társai tudományos kutatásaik alapján rávilágítottak, hogy a jelenleg alkalmazott analitikai módszerek, mint a HPLC,⁵ a GC,⁶ a PCR⁷ vagy az ELISA⁸ időigényesek, ezáltal kevésbé hatékonyak az élelmiszerekből eredő és általuk okozott betegségek

⁵ High Pressure Liquid Chromatography – Nagy hatékonyságú folyadékromatográf.

⁶ Gas Chromatography – Gázromatográf.

⁷ Polymerase Chain Reaction – Polimeráz láncreakció.

⁸ The Enzyme-Linked Immunosorbent Assay.

korai felismerésére. Ahhoz, hogy gyorsan meg tudjuk határozni, hogy az élelmiszer minőségileg és a biztonságosság szempontjából megfelelő-e, szükséges POC⁹-eszközök alkalmazása. Ezáltal a csomagoláson papír- és chipalapú jelerősítő technikákat alkalmaznak, amelyeket okostelefon-alapú olvasókkal egyesítenek. A papíralapú eszközök eredményessége a kolorimetriás¹⁰ kimutatáson alapul, amely során a tesztcsik az arany nanorészecskék színváltozása révén alkalmas az élelmiszer-szennyeződések és akár egy szabotázs korai azonosítására (kórokozók, vegyi anyagok, élelmiszer-hamisítás). A papíralapú eszközök processzorból, optikai érzékelőből, WIFI-adapterből, újratölthető elemekből és kijelzőből állnak, amelyekhez okostelefon-applikációk szolgáltatják az eredményeket kolorimetriás jelek segítségével. A kolorimetriás kimutatás mellett, a fluoreszcens¹¹ alapú tesztcsik, a fluoreszcens jeleket, egy miniaturizált fluoreszcens detektorhoz csatlakoztatott iPhone alkalmazás segítségével, képes a pixelintenzitást elemezni, amely a csomagoláson keresztül a baromfiban lévő *Salmonella typhimurium*¹² kimutatására szolgál. A papíralapú elektrokémiai detektálás alkalmas a sörökben lévő etanol kimutatására nanokompozit segítségével. A chipalapú eszközök lehetővé teszik a kis mennyiségű minták kezelését is. Chipalapú ELISA¹³-ba építettek be nemesfém nanorészecskét, egy ezüsfokozó technikát, amely alkalmas a kukoricában lévő aflatoxin B1 detektálására. Az aflatoxin B1, *Aspergillus* gombák által termelt mikotoxin, ami megtalálható a mogyoróban, kukoricában, fűszerpaprikában stb. Mérgezés esetén szívgyulladás és májbetegséget okoz. A chipalapú fluoreszcens módszer mellett léteznek elektrokémiai detektálási módszerek, ahol a chip egy elektródából áll és például az *E. coli* baktérium kimutatását segíti, azonban ezek legnagyobb kihívása a korlátozott funkcionalitás. Tárgyalják, hogy a kulcsfontosságú feldolgozási lépések, köztük a mintavétel, a minta-előkészítés és -detektálás integrálása egy eszközbe továbbra is kihívást jelent a fejlesztők számára. A szerzők javasolják, hogy a jövőben a minták elválasztási technikáit is építsék be a chipekbe [5].

Fatima Mustafa és Silvana Andreescu kísérletének eredménye szerint, a napjainkban alkalmazott hagyományos csomagolási technikák mellett, amelyek alkalmasak a nedvesség- és szagelnyelésre, illetve az antimikrobiális növekedésgátlásra, zsiroxidáció csökkentésére, megjelentek az intelligens csomagolási módszerek is. Intelligens csomagolási módszerek lehetnek frissesség- és nedvességjelzők és az ütésjelzők is. Összefoglalják az intelligens csomagolási technológiákat, köztük a TTI-szenzort,¹⁴ amely a csomagolóanyag külsején elhelyezve, színváltozással megmutatja az expozíció idejét a nem megfelelő tárolási hőmérséklet függvényében. A CoolVu indikátor egy fémből álló címke, amely jelzi a minőségváltozást, hogy minőségromlás nélkül felhasználható-e még a termék vagy sem. Léteznek rádiófrekvenciás (RFID) rendszerek, amelyek az *Escherichia coli* és a *Salmonella*-jelenlétet azonosítják a csomagolt élelmiszerekben, immobilizált antitoxinok segítségével. A gyümölcsök érettségének meghatározására

⁹ Power over Coaxial.

¹⁰ Fényelnyelés mérésen és az oldatok színének összehasonlításán alapuló módszer.

¹¹ Az elnyelt fény egy részét kisebb energiájú, más színű fényként visszasugározzák az egyes anyagok, hő kibocsátás mellett.

¹² Hastífusz kórokozója. A vékony és vastagbélben fekélyek alakulnak ki, influenzaszerű tünetekkel, valamint súlyos esetben szív- és idegrendszeri károsodással.

¹³ Antigén-antitest-kölcsönhatáson alapuló laboratóriumi módszer.

¹⁴ Time-Temperature Indicators – Idő-hőmérséklet-indikátor.

alkalmas a RipeSense érettségi mutató. A csomagolásra helyezett címke színváltozást eredményez az érettségi foknak megfelelően. A csomagoláson alkalmazott PH-mutatók az illékony aminoknak köszönhetően színváltozást eredményeznek, amelyek a romlott hús és hal kiszűrésére alkalmasak. A glutén kimutatására, ami napjainkban tömeges megbetegedést okoz, elektronikus érzékelőt fejlesztettek ki, az FGT¹⁵-t, amely képes a glutén mennyiségi meghatározására. A LactoSens-szel a laktóz azonosítása nemcsak a tejben és tejtermékekben, hanem akár a kávé- és csokoládétermékekben is lehetséges. Emellett kitérnek arra, hogy a jelenlegi bioszenzorok fejlesztései még nincsenek teljesen kiforrvá, ugyanis minta-előkezelést igényelnek, így a jövőben a kimutatási határ csökkentésére és a minták egyszerűsítésére kell koncentrálni [6].

A számítástechnika fejlődése az élelmiszeripar tevékenységét is befolyásolta. A mobiltelefon-alapú alkalmazások alkalmasak élelmiszerminőség és -biztonság ellenőrzésére. Az IoT,¹⁶ vezeték nélkül vagy kábeles kapcsolat által képes együttműködni tárgyakkal, dolgokkal, miközben szolgáltatásokat, alkalmazásokat hoz létre. A cél, hogy bárhol, bármikor lehessen tárgyakkal kapcsolódni és információhoz hozzáférést biztosítani a vezetékes és vezeték nélküli szélessávú kapcsolatok segítségével. A felhőalapú technológia képes az intelligens dolgok összekapcsolásával széles körű adatokat tárolni a szolgáltató hálózatán, ezáltal különböző szolgáltatásokat létrehozni. Alexandru Popa és társai vákuum által szárított hagymaszeleteket hasonlítottak össze a hagyományos szárításhoz képest, érzékelők segítségével. Az érzékelők a légkör tartalmát, a lebomló hagymából kibocsátott gázok koncentrációját mérik. A gázérezékelők a VOC¹⁷-okkal reagálnak, majd feszültséjelet adnak ki, amely elemezhető adatokat generál. Az adatok alapján megállapították, hogy a vákuum alatt szárított hagymaszeletek hosszabb ideig eltarthatók a hagyományos szárításhoz képest. A jövőben hűtött vákuumcsomagolt élelmiszereken is tesztelik a rendszert, amely mobiltelefonnal elérhető lesz, így biztosítja és egyszerűsíti a fogyasztó számára az élelmiszer állapotának ellenőrzését [7].

Az első dolog, amit figyelembe vesz a fogyasztó egy élelmiszeren, az a termék külseje. A termék színét befolyásolja a tárolási hőmérséklet, a páratartalom, a biokémiai változások, és a feldolgozás módszerei. Azonban a mikrobiológiai kockázatokkal és kémiai kockázatokkal nem számol a fogyasztó. A mikrobiológiai kockázatok, amelyek a különböző vírusok, baktériumok, mikotoxinok, paraziták által előidézett súlyos egészségkárosodások okozói lehetnek. Az intelligens csomagolások során alkalmazott nanotechnológiai eljárások alapanyagai a nanokompozit anyagok, amelyek nemkívánatos fizikai és kémiai tulajdonságokat eredményezhetnek, köztük az oldhatóságot vagy toxicitást. A szerző, Vívek és munkatársainak kutatási eredményei megerősítik, hogy nagy kihívás ez az innovátorok számára, mivel ezeket az anyagokat úgy kell elkészíteni, hogy ehetők legyenek, illetve ne tartalmazzanak toxikus oldható részeket, emellett a termék fizikai, kémiai tulajdonságait se befolyásolják. Ilyen anyag lehet például a titán-dioxid, amelyet fotokatalitikus fertőtlenítőanyagként felhasználva, a patogén baktériumok elpusztítását eredményezve alkalmazták, amely engedélyezett

¹⁵ Floating-Gate Transistor – Lebegőkapu tranzisztor.

¹⁶ Internet of Things –Tárgyak internete.

¹⁷ Illékony szerves vegyületek.

az élelmiszeripari felhasználás során. A közelmúltban a WHO¹⁸ létrehozott egy FOS-COLLAB nevezetű dashboardot, ami képes megjeleníteni a kémiai anyagokat és azok kockázatait, amelyek hozzájárulnak a könnyebb adatelemzéshez, elősegítve veszélyhelyzetben az intézkedések korai meghozatalát. Következésképpen ismertetik, hogy a nanoanyagok felhasználásával a jövőben számos potenciális kockázatot és toxicitási problémát fognak feltárni, amelyeket kezelni szükséges [8].

Szabotázs felderítése és megakadályozása az élelmiszer-ellátásban

Az elmúlt években több olyan esemény történt, amely okot ad arra következtetni, hogy mélyebben foglalkozni kell a szabotázs korai felismerésével az élelmiszer-ellátásban, ezzel megakadályozva a fogyasztó egészségkárosodásának kialakulását.

A fenyegetés típusai között kiemelt jelentőségű az élelmiszerhamisítás. 2014-ben Kenyában, egy tejüzem formalin és hidrogén-peroxid hozzáadásával próbálta meg tartósítani a tejet, ezzel meghosszabbítva a termék fogyaszthatósági idejét. 2016-ban Nigériában műanyagból készült rizst foglaltak le a hatóságok. 2017-ben hamis olívaolaj került Olaszországból az Amerikai Egyesült Államokba. Szándékos szennyezés kapcsán 2005-ben Nagy-Britanniában a kenyérben üvegdarabokat és varrótüket találtak. 2016-ban az FBI¹⁹ és a US Department of Agriculture²⁰ figyelmeztette a gazdákat a kibertámadásokra, köztük a kémkedésre és a hackelésre, amely veszélyeztette a precíziós mezőgazdasági technológiákat. A támadások megelőzéséhez ismerni kell a potenciális és a felmerülő kockázatokat, emellett meg kell érteni a támadót és motivációját, valamint meg kell vizsgálni, hogy van-e lehetősége a támadás végrehajtására és arra, hogy az milyen módszerekkel akadályozható meg. A TACCP²¹ alkalmas az élelmiszeripar szélesebb körű kockázatainak értékelésére és kezelésére. A célja, hogy csökkentse a szándékos támadások valószínűségét, a következmények hatásait, védje az élelmiszert és a fogyasztót. A végrehajtásához csapatmunka szükséges, ahol azonosítják a támadót, a módszert, amely veszélyt jelent a termékre és a fogyasztóra, emellett azonosítják a sérülékeny pontokat és azt, hogy hogyan akadályozható meg egy esetleges támadás. A fenyegetés valószínűsége alapján prioritizálják a kockázatokat, amelyek veszélyt jelenthetnek a termékre, a fogyasztóra, az objektumra, a vállalatra és a szervezet információs rendszerére is.

A kockázatok csökkentéséhez különböző kritériumokat kell megvizsgálni, mint például a hozzáférési pontok elérhetősége, a szállítási útvonalak, a látogatók összetétele, kamerarendszerhez való hozzáférés stb. A BSI²² 4 esettanulmányon keresztül mutatja be a TACCP-eljárást, a kockázatértékelési gyakorlatot és annak működtetését. A szabvány célja, hogy az élelmiszeripari vállalkozások számára összefoglalja az ellátási láncok védelmi képességét, a támadási formákat, és a sikeres támadás esetében a következmények csökkentését [9].

¹⁸ World Health Organization.

¹⁹ The Federal Bureau of Investigation.

²⁰ Egyesült Államok Mezőgazdasági Minisztériuma.

²¹ Threat Assessment Critical Control Point – Veszélyértékelés Kritikus Szabályozási Pont.

²² The British Standards Institution.

Mindez hozzájárul a szabotázs korai felismeréséhez, annak megelőzéséhez és megakadályozásához.

Élelmiszervédelem

A terroristacselekmények megelőzése különböző módszerekkel fogatosítható. A korábbiakban, az egymással szemben álló felek hadászati tevékenysége abban nyilvánult meg, hogy olyan katonai stratégiákkal próbálták elpusztítani az ellenséges felet, mint az állatállomány, a termés megmérgezése és elpusztítása, valamint a kutak és élelmiszerek szennyezése [10].

Ma Magyarországon fennálló probléma az átcímkezés, a fogyaszthatósági és a minőségmegőrzési idő lejártát követően az alapanyagok felhasználása. Szeitzné és munkatársainak a következtetései kiterjednek az élelmiszervédelemre, céljuk, hogy az élelmiszergyártók felelősségteljes odafigyeléssel kezeljék a szándékos károkozás kockázatát és a fenyegetettség mértékét, amellyel a mindennapokban számolni kell. A nemzetközi irodalmakban publikált élelmiszer-biztonság tapasztalatait és gyakorlatait összegzik, céljuk az, hogy ezáltal a hazai gyakorlatban történő megvalósítást segítsék. Megállapításaik kiterjednek a hatékony védelem 10 + 1 arany szabályára, köztük az élelmiszervédelmi terv készítésére, a beszállítók megbízhatóságára, a beléptetés és az üzemben történő mozgás mivoltára, a csomagolás alkalmazására, a gyanús események kivizsgálására, a válsághelyzeti intézkedési terv gyakorlatára. Kiemelt figyelmet fordítanak a megelőzés lehetőségeinek összefoglalására, ahol a legfontosabbnak a védelmet tituálják. A hatékony védelemhez elengedhetetlen, hogy a gyanús, szokatlan helyzeteket vizsgáljuk, és azokat dokumentáljuk, valamint a válságkezelési tervnek megfelelően, szabotázs, terrorcselekmény elhárításához együttműködjünk a helyi rendvédelmi szervekkel. Emellett figyelmet kell fordítani a dolgozók szokatlan viselkedésére, a lehetséges rejtékhelyek felderítésére, az informatikai hálózat biztonságosságára. A fizikai védelem megőrzéséhez a be- és kilépési pontokat szabályozni és csökkenteni kell, ugyanakkor fontos, hogy a dolgozók és látogatók csak azonosítás után léphessenek be az objektum területére, mi több, a különösen veszélyeztetett területre történő belépés korlátozottan legyen engedélyezett [11].

Az élelmiszervédelem a gyártón kívül kiterjed az élelmiszer-kereskedelemre is, ahol szintén fontos a forgalmazók körében felmerülő kockázatok kezelése és elhárítása. Kasza és munkatársai értelmezésében a kríziskezelés a bekövetkezett káreseményre fókuszál, szintúgy, mint a helyreállító folyamatokra, a kockázatbecslésre és a megelőzésre. Hangsúlyt fektetnek a krízismenedzsment-kézikönyv létrehozására, és annak professzionális tagolására, amelynek kidolgozása egy nem kívánt esemény bekövetkezésének megelőzését eredményezheti. Ezáltal súlyosság szerint osztályozzák az incidenseket, majd az egyszerűbb beavatkozás érdekében intézkedési tervben foglalják össze a feladatokat [11].

Az FDA²³ Élelmiszerbiztonsági és Alkalmazott Táplálkozási Központjának 2019. márciusi útmutató-tervezetében összegezték az élelmiszervédelmi tervet és annak

²³ U.S. Food and Drug Administration.

komponenseit, sebezhetőségi értékeléseit, enyhítési stratégiáit és a korrekciós intézkedéseket. Felhívják a figyelmet a biztonsági rések és azok értékelésének fontosságára, amelyek lehetnek például az ömlesztett folyadék ki- és betöltése, a tárolótartályok, silók biztonságossága, a gyártás során a különböző eljárások, mint a hűtés, keverés, homogenizálás, őrlés, töltés. A sebezhetőséget 3 szempont szerint értékelik, az első, hogy a szennyezőanyag hozzáadásával lehetséges-e közegészségügyi hatás kialakulása, a második a fizikai hozzáférhetőség mértéke, a harmadik pedig a támadó képességének eredményessége. Kiemelt jelentőségű a belső támadás, mivel az elkövető, legyen az állandó dolgozó, szezonális munkás, beszállító vagy karbantartó, aki jogosult hozzáférni a termékhez, objektumhoz, mert ezáltal felmerül a szándékos hamisítás lehetősége. A termelőterület kialakítása is meghatározó lehet, például az automatizálás hiánya. Azonban egy zárt csőrendszer vagy egy pneumatikus szállítószalag esetében minimális a kontamináció kialakulása. A termék hozzáférhetőségének minimalizálása, belső támadás esetén, megvalósulhat személyzeti és műveleti alapú csökkentési stratégiával, mint például a kamerarendszer, a fizikai korlátozás, például zárok. A technológiai mérséklési stratégiák között megjelenik a rádiófrekvenciás azonosítókártya, az ujjlenyomat-olvasó, ezáltal csak engedéllyel rendelkező személy léphet egy adott területre, vagy használhatja a védett berendezést, például a be- és kirakodó tömlőt, automatizált számítógépet. A támadóképesség csökkentésére alkalmazott személyzeti és műveleti alapú minimalizálási stratégia, a megfelelő látóvonalak kialakítása, a látogatók azonosítása (beszállító, karbantartó, járművezető), a technológiai mérséklési stratégia, a CCTV,²⁴ a riasztóberendezések, amelyek figyelmeztetik a biztonsági szolgálatot abban az esetben, ha olyan tartályt nyitnak ki, amely a gyártás során nem megszokott [12].

Az élelmiszer-védelemben azonban a monitorozás nemcsak a védelmi, a megfigyelő-, a monitorozórendszerek alkalmazására terjed ki, hanem magában foglalja a fent nevezett stratégiák nyomkövetési eljárásait, minőségi, biztonsági, karbantartási eljárásokat, valamint a fizikai védelmi rendszereket, amelyek mind a közegészségügyi hatás kialakulási valószínűségének megakadályozását eredményezik, növelve a biztonságtechnika szakszerűségét. Berek és Horváth kutatási eredményei tükrözik, hogy üzemelő ipari objektumok felújítása közben is felmerülnek új környezeti biztonsági kockázatok. Az objektum- és termékvédelem szempontjából, egy rendszert, egy beruházás alatt, majd azt követően is úgy lehet megfelelően működtetni, ha állapotfelmérést, kockázatelemzést, majd kockázatértékelést végzünk. Az eredményes adatelemzéshez szükséges a kvalitatív és a kvantitatív módszerekkel is megvizsgálni a kockázatokat. Ezt követően fogalmazható meg javaslat az esetleges hibák és kockázatok megelőzésére és elhárítására. A fizikai védelmi rendszerek, mint az élőerős védelem az egyik kulcsfontosságú pontja az élelmiszer-védelemnek. Általuk biztosított a be- és kiléptetés rendje, a gépkocsik átvizsgálása, a belépési pontok és a teljes területet lefedő CCTV-rendszer felügyelete. Azonban már itt felléphetnek a lehetséges biztonsági kockázatok, mint az élőerő tájékozatlansága, szakmai folyamatok és eszközök ismereteinek hiánya. A mechanikai és elektronikai védelem kiépítéséhez és működtetéséhez meg kell állapítani a veszélyeket, azok forrásait, és meg kell

²⁴ Biztonsági kamera-, megfigyelőrendszer.

határozni a védelem tárgyát, ezáltal üzemeltethetők hatékonyan a védelem rendszerei. A biztonság megőrzéséhez szükséges mind az élőerős védelem, mind a biztonsági-menedzsment-stratégiák és megoldások, mind a fizikai biztonság [13]. Ahogy Kiss Sándor megfogalmazásában megjelenik „a biztonságtechnika különféle objektumok és rendszerek biztonságának növelése, az embert érő káros hatások és a vagyoni kár kockázatának csökkentése, igénybe véve ehhez műszaki, szervezési, egészségügyi, gazdasági intézkedéseket és eszközöket” [14: 25.].

Gyógyszeripari termékek biztonsági kérdései

Az étrend-kiegészítő előállítás választóvonal az élelmiszer- és a gyógyszergyártás között. Ugyanis a 37/2004. (IV. 26.) ESzCsM rendelet az étrend-kiegészítőkről értelmében, az étrend-kiegészítőt élelmiszernek minősítjük, mivel a hagyományos étrend kiegészítését szolgálja, a koncentrált tápanyag-, és élettani hatásokat kedvezően befolyásoló tulajdonságaival [15]. Azonban a csomagolástechnológiáját tekintve granulátum, tablettá, kapszula, ampulla formában értékesítik, amelyek a gyógyszergyártás technológiájának elemei. A granulátumot használják fel a technológiai folyamat közben a tablettá készítésére vagy kapszula töltésére [16]. Dévay megfogalmazásában: „A tabletták préseléssel előállított, meghatározott mennyiségű, egyszeri vagy többszöri hatóanyag-adagot tartalmazó szilárd gyógyszerkészítmények” [17: 427.]. A szerző a kapszulát perorálisan,²⁵ rektálisan²⁶ vagy vaginálisan²⁷ alkalmazandó gyógyszerkészítményként nevesíti, amelynek anyaga zselatin vagy keményítő. Az aszeptikus gyógyszerkészítés alkalmával állítják elő az ampullákat, amelyek injekciós oldatokat tartalmaznak. A jelenleg magyarországi forgalomban lévő ilyen jellegű étrend-kiegészítő termékek a B-vitamin-komplexek, a gyümölcs-kivonatot tartalmazó készítmények, prebiotikus rostokat tartalmazó készítmények, amelyeket ampullaformában adnak el [16].

Az 1333/2008/EK rendelet I. melléklete az élelmiszerekben található élelmiszer-adalékanyagok funkcionális csoportjaként említi a zselatint és a keményítőt, mint zselésítőanyag és mint módosított keményítő. Az 1333/2008/EK rendelet az élelmiszer-adalékanyagokról 3. cikk (2) bekezdés a) pontja értelmében azonban élelmiszer-adalékanyag az, amit önmagukban nem fogyasztunk, de a gyártás során a technológiai célból való hozzáadása azt eredményezi, hogy önmaga vagy származéka az élelmiszer összetevőjévé válik. Ebben a pontban azonban a rendelet kitér arra, hogy nem minősül élelmiszer-adalékanyagnak a (2) bekezdés a) pontja értelmében az étkezési zselatin és a savasan vagy alkalikusan módosított keményítő. Az ellentmondás miatt a jövőben rendeletmódosításra lesz szükség [18].

A 178/2002/EK rendelet nem minősíti élelmiszernek a gyógyszert, mivel a gyógyszer a 2001/83/EK rendelet az emberi felhasználásra szánt gyógyszerek közösségi kódexéről értelmében, emberi megbetegedések kezelésére vagy megelőzésére szolgál. Az élelmiszer

²⁵ Szájon át szedhető.

²⁶ Végbélben keresztül.

²⁷ Hüvelyen keresztül.

viszont feldolgozott, részben feldolgozott vagy feldolgozatlan anyag vagy termék, amelyet emberi fogyasztásra szánnak, vagy várhatóan emberek fogyasztanak el [19], [20].

Felmerül a kérdés, hogy az étrend-kiegészítő tablettá-, kapszula-, ampullaformában, mint feldolgozott anyag és termék, amelyet emberi fogyasztásra szánnak, mely definíció kérdésköre alá tartozik? Illetve megfogalmazódik az is, hogy a gyártástechnológiai és folyamatok közben fellépő fizikai, kémiai, mikrobiológiai kockázatok között is ekkora az átfedés vagy vannak különbségek, amelyeket eddig nem tártak fel, illetve nem bizonyítottak és veszélyeztethetik a fogyasztót, a termék minőségét és biztonságát.

Következtetések

Az aktuális kutatási eredmények áttanulmányozásával széles körű ismeretekre tettem szert a tárgykör vonatkozásában. Ezáltal arra a következtetésre jutottam, hogy a szerzők átfogóan vizsgálják az élelmiszerbiztonsági rendszerek megbízhatóságát, az élelmiszeripari termékek biztonságosságát. A nemzetközi irodalmak összefoglalásai is bemutatják, hogy a jelenlegi élelmiszerbiztonsági rendszerek nem minden esetben kellő hatékonyságúak. A technológia fejlődésével újabb és újabb módszereket dolgoznak ki annak érdekében, hogy megőrizzék a termékbiztonságot, megakadályozzák a fizikai, kémiai, mikrobiológiai kockázatok bekövetkezését, a szabotázs kialakulását, valamint, hogy a korábban kialakult, élelmiszerek által okozott megbetegedések a jövőben ne ismétlődhessenek meg. Az IoT-rendszerek fejlődésének köszönhetően, a jövőben is fontos az élelmiszervédelmi rendszerek korszerűsítése, amivel nemcsak fenntartható a biztonságosság, hanem növelhető az élelmiszerbiztonsági rendszerek hatékonysága. Ehhez ismerni kell az aktuális kutatási eredményeket, a téma időszerűségeit és innovációit, illetve az újonnan felmerülő technológiai megoldásokat ki kell terjeszteni az élelmiszerellátási láncra is.

Az étrend-kiegészítők szabályozásai ellentmondásosak. Az 1333/2008/EK rendelet az élelmiszer-adalékanyagokról I. melléklete és a 3. cikk (2) bekezdés a) pontja eltérően definiálja az élelmiszer-adalékanyagok fogalmát. Ezáltal javaslom a jövőben rendeletmódosítás megvalósítását, ahhoz, hogy a szabályozás és annak betartása, valamint betartatása is egységessé váljon.

A 178/2002/EK rendelet értelmében, élelmiszer minden olyan anyag vagy termék, amelyet feldolgozatlanul, részben feldolgozva vagy feldolgozott állapotban emberi fogyasztásra szánnak, vagy várhatóan emberek fogyasztanak el. Véleményem szerint, ebben a megfogalmazásban ebbe a kategóriába tarthatnak a gyógyszerek is, azzal a kiegészítéssel, hogy azok emberi betegségek kezelésére vagy megelőzésére is szolgálnak.

A szabályozások megfogalmazásai országonként eltérőek, azonban az irányelvek azok, amelyekre épülnek az európai nemzetek törvényei, rendeletei, jogszabályai, ezáltal a definíciók kulcsfontosságúak ahhoz, hogy azok megfelelően alkalmazhatók és betarthatók legyenek.

Hivatkozások

- [1] K. Szász, „Állategészségügy – Élelmiszer-feldolgozás,” in *Magyarország a XX. században*, I. Kollega Tarsoly, szerk., Szekszárd: Babits Kiadó, II. kötet VII. fejezet, II-467., 1996–2000. [Online]. Elérhető: <http://mek.niif.hu/02100/02185/html/292.html> (Letöltve: 2019. 04. 14.)
- [2] G. Bíró, „Élelmiszer-higiéna története és feladatköre,” in *Élelmiszer-higiéna*, Budapest: Agroinform Kiadó, 2014. [Online]. Elérhető: www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_533_ElelmiszerHigiena/index.html (Letöltve: 2019. 04. 04.)
- [3] L. Berek, T. Berek és L. Berek, „A biztonság, az őrzés és a védelem, valamint a biztonságtechnika értelmezése”, in *Személy- és vagyonbiztonság*, Budapest: Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Óbudai Egyetem, ÓE-BGK-3071, 2016, pp. 4–19.
- [4] L. I. Rácz és T. Berek, „Vízbázis, mint nemzeti létfontosságú rendszerem védelme,” *Hadmérnök*, 8. évf. 2. sz., 2013., pp. 120–133. [Online]. Elérhető: www.hadmernok.hu/132_11_berekt_rli.pdf (Letöltve: 2019. 05. 11.)
- [5] J. R. Choi, K. W. Yong, J. Y. Choi and A. C. Cowie, “Emerging Point-of-care Technologies for Food Safety Analysis,” *Waste Coffee Ground Biochar: A Material for Humidity Sensors*, *Sensors*, vol. 19, no. 4, pp. 1–31, 17 February 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/s19040817>
- [6] F. Mustafa and S. Andreescu, “Chemical and Biological Sensors for Food-Quality Monitoring and Smart Packaging,” *Foods*, vol. 7, no. 10, pp. 1–20, 16 October 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods7100168>
- [7] A. Popa, M. Hnatiuc, M. Paun, O. Geman, D. J. Hemanth, D. Dorcea, L. H. Son and S. Ghita, “An Intelligent IoT-Based Food Quality Monitoring Approach Using Low-Cost Sensors,” *Symmetry*, vol. 11, no. 3, pp. 1–18, 13 March 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/sym11030374>
- [8] V. K. Bajpai, M. Kamle, S. Shukla, D. K. Mahato, P. Chandra, S. K. Hwang, P. Kumar, Y. S. Huh and Y-K. Han, “Prospects of using nanotechnology for food preservation, safety, and security,” *Journal of Food and Drug Analysis*, vol. 26, no. 4, pp. 1201–1214, October 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2018.06.011>
- [9] The British Standards Institution, “PAS 96:2017 – Guide to protecting and defending food and drink from deliberate attack,” November 2017. [Online]. Elérhető: www.food.gov.uk/sites/default/files/media/document/pas962017.pdf (Letöltve: 2019. 04. 30.)
- [10] S. M. Szeitzné, J. Cseh, I. Ficzer és A. Hámos, *Élelmiszervédelmi útmutató vállalkozásoknak A Magyar Élelmiszer-biztonsági Hivatal javaslatai élelmiszereink védelme, egészségünk, valamint a vállalkozások jó hírnevének megőrzése érdekében*. Budapest: Agroinform Kiadó és Nyomda, 2010.
- [11] G. Kasza, J. Surányi, Z. Lakner, B. Bódi, F. Deák, G. Faludi, A. Horváth, L. Mészáros, A. Szántó és I. Danczák, „Rendkívüli helyzetek és kezelésük az élelmiszer- kereskedelemben – irányelvek és tapasztalatok,” *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 68. évf. 3–4. füzet, 2012., pp. 101–117.

- [12] U.S. Department of Health and Human Services Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition, "Mitigation Strategies to Protect Food Against Intentional Adulteration: Guidance for Industry – Revised Draft Guidance," March 2019. [Online]. Elérhető: www.fda.gov/media/113684/download (Letöltve: 2019. 05. 05.)
- [13] T. Berek és T. Horváth, „Fizikai védelmi rendszerek dinamikusan változó környezetben,” *Hadmérnök*, 9. évf. 2. sz., pp. 16–24., 2014.
- [14] S. Kiss, „A biztonságtechnika kialakulásának történetéről,” *Hadmérnök*, 10. évf. 4. sz., p. 25., 2015.
- [15] 37/2004. (IV. 26.) ESzCsM rendelet az étrend-kiegészítőkről
- [16] A. Dévay, *A gyógyszertechnológia alapjai*. Pécs: Pécsi Tudományegyetem Gyógyszertechnológiai és Biofarmáciai Intézet, 2013., pp. 1–159.
- [17] A. Dévay, „Tablettázás,” in *A gyógyszertechnológia alapjai*, Pécs: Pécsi Tudományegyetem Gyógyszertechnológiai és Biofarmáciai Intézet, 2013., p. 427.
- [18] 1333/2008/EK rendelete az élelmiszer-adalékanyagokról
- [19] 178/2002/EK európai parlamenti és tanácsi rendelete az élelmiszerjog általános elveiről és követelményeiről, az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság létrehozásáról és az élelmiszerbiztonságra vonatkozó eljárások megállapításáról
- [20] 2001/83/EK európai parlamenti és tanácsi irányelve az emberi felhasználásra szánt gyógyszerek közösségi kódexéről