

Stworzenie systemu ochrony CBRNE dla wielkopowierzchniowych centrów handlowych



NAJLEPSZE PRAKTYKI

ZAPOBIEGANIA INCYDENTOM CBRN
ZWIĄZANYM Z ŻYWNOSCIĄ



Współfinansowane przez Fundusz
Bezpieczeństwa Wewnętrznego
Unii Europejskiej
Umowa dotacji nr 861641 - Mall-CBRN

mall-cbrn.uni.lodz.pl



Mall-CBRN: Stworzenie systemu ochrony CBRNE dla dużych centrów handlowych

Tytuł: 5.4 Najlepsze praktyki zapobiegania incydentom CBRN związanym z żywnością



Współfinansowane przez Fundusz
Bezpieczeństwa Wewnętrznego
Unii Europejskiej
Umowa o dotację nr 861643 - Mall-CBRN

mall-cbrn.uni.lodz.pl

Stworzenie systemu ochrony CBRNE dla wielkopowierzchniowych centrów handlowych



KONSORCJUM MALL-CBRN



Uniwersytet Łódzki, PL (koordynator)
www.uni.lodz.pl



Wojskowy Instytut Chemii i Radiometrii, PL
www.wichir.waw.pl



Międzynarodowy Instytut Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego, SK
www.isemi.sk



Narodowy Instytut Technologii Lotniczych i Kosmicznych, ES
www.inta.es



Hellenberg International, FI
www.hellenberg.org



ATRIUM Promenada, PL
www.warszawa.promenada.com/en



Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii, PL
www.wihe.waw.pl



Współfinansowane przez Fundusz
Bezpieczeństwa Wewnętrznego
Unii Europejskiej
Umowa dotacji nr 861641 – Mall-CBRN

mall-cbrn.uni.lodz.pl

Opis dokumentu

Numer WP i tytuł	WP5 - Ochrona żywności D.5.4 - Raport "Najlepsze praktyki w zakresie zapobiegania incyidentom CBRN związanym z żywnością".
Beneficjent Wiodący/ Autor(Autorzy)	ULodz
Współtwórca(y)/ Autor(Autorzy)	INTA, ATRIUM PROMENADA, ISEMI, HELLENBERG INT, MIHE,
Typ dokumentu	Raport
Ostatnia aktualizacja	18.04.2024 V.1.0
Poziom rozpowszechniania	Publiczny / Poufny *
* Poufne - tylko dla członków konsorcjum i EC Services	

Podziękowanie

Projekt jest finansowany przez Fundusz Bezpieczeństwa Wewnętrznego Unii Europejskiej - Policja
Umowa o dotację nr 861643 - Mall-CBRN

Zastrzeżenie

Treść niniejszego dokumentu reprezentuje wyłącznie poglądy autora i ponosi on za nie wyłączną odpowiedzialność. Komisja Europejska nie ponosi żadnej odpowiedzialności za wykorzystanie zawartych w nim informacji.



Ten utwór jest dostępny na licencji międzynarodowej Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0. Aby wyświetlić kopię tej licencji, odwiedź stronę creativecommons.org/licenses/by/4.0/ z odpowiednimi krajowymi przepisami dotyczącymi praw autorskich, które zostaną odpowiednio zastosowane.

UWAGA: Materiały graficzne zostały wykorzystane w tej pracy zgodnie z obowiązującymi przepisami dotyczącymi dozwolonego użytku wyłącznie w celach edukacyjnych i demonstracyjnych. Odpowiednie prawa autorskie lub inne prawa obowiązują odpowiednio. Odniesienia do produktów innych firm nie stanowią rekomendacji handlowych.

Materiały do niniejszej publikacji zostały opracowane i zweryfikowane przez konsorcjum Mall-CBRN, partnerów stowarzyszonych i grupę doradczą.

SPIS TREŚCI:

SPIS ILUSTRACJI.....	8
SKRÓTY	9
1. WPROWADZENIE	10
2. HISTORIA INCYDENTÓW CBRN W ŁAŃCUCHU ŻYWNOŚCIOWYM	12
3. NAJCZĘSTSZE BAKTERYJNE PATOGENY PRZENOSZONE PRZEZ ŻYWNOŚĆ.....	13
3.1 <i>Bacillus cereus</i>	13
3.2 <i>Bacillus anthracis</i> (postać żołądkowo-jelitowa)	13
3.3 <i>Campylobacter</i>	14
3.4 <i>Clostridium botulinum</i>	15
3.5 <i>Clostridium perfringens</i>	16
3.6 <i>Escherichia coli</i>	16
3.6.1 Enterokrwotoczne szczepy <i>E. coli</i> (EHEC).....	17
3.6.2 Enterotoksyczne szczepy <i>E. coli</i> (ETEC)	17
3.6.3 Enteropatogenne szczepy <i>E. coli</i> (EPEC).....	18
3.6.4 Enteroinwazyjne szczepy <i>E. coli</i> (EIEC).....	18
3.7 <i>Listeria monocytogenes</i>	19
3.8 <i>Salmonella</i> spp.	20
3.8.1 <i>Salmonella enteritidis</i>	21
3.9 <i>Shigella</i> spp.	21
3.10 <i>Staphylococcus aureus</i>	22
3.11 <i>Vibrio</i> spp.	23
3.12 <i>Cronobacter sakazakii</i>	23
3.13 <i>Yersinia enterocolitica</i>	24
4. NAJCZĘSTSZE PASOŻYTY PRZENOSZONE PRZEZ ŻYWNOŚĆ	25
4.1 Toksoplazmoza (<i>Toxoplasma gondii</i>)	25
4.2 <i>Cryptosporidium</i>	25
4.3 <i>Giardia</i>	26
4.4 <i>Entamoeba histolytica</i>	26

4.5 <i>Cyclospora cayetanensis</i>	27
4.6 <i>Sarcocystis</i>	27
4.7 <i>Trichinella spiralis</i>	28
5. NAJCZĘSTSZE PASOŻYTY PRZENOSZONE PRZEZ ŻYWNOŚĆ	29
5.1 Wirusowe zapalenie wątroby typu A	29
5.2 Wirusowe zapalenie wątroby typu E.....	30
5.3 Rotawirusy	30
5.4 Astrowirusy	31
5.5 Norowirusy - dawniej wirus Norwalk.....	31
6. NAJCZĘSTSZE CHOROBY PRZENOSZONE PRZEZ ŻYWNOŚĆ - PRIONY	32
6.1 Priony.....	32
7. NAJCZĘSTSZE TOKSYNY PRZENOSZONE PRZEZ ŻYWNOŚĆ.....	34
7.1 Rycyna.....	34
7.2 Toksyna botulinowa.....	34
7.3 Enterotoksyna gronkowcowa typu B (SEB).....	35
7.4 Toksyne z alg (toksyne z owoców morza)	35
7.5 Mikotoksyny.....	36
7.5.1 Aflatoksyny	37
8. NAJCZĘSTSZE CHEMIKALIA PRZENOSZONE PRZEZ ŻYWNOŚĆ	38
8.1 Ołów	38
8.2 Rtęć.....	38
8.2.1. Choroba z Minamaty	39
8.3 Trwałe zanieczyszczenia organiczne (TZO)	39
8.3.1 Terminologia.....	40
8.4 The Dirty Dozen	40
8.4.1 Dioksyny	41
8.4.2 Polichlorowane bifenyle (PCB)	41
8.5 Metale ciężkie i toksyczne	42
8.5.1 Arsen.....	42
8.5.2 Cyna	42

9. AKRYLAMID	43
10. CYJANEK.....	43
11. KADM	44
12. NIKOTYNA	45
13. NAJCZĘSTSZE RADIONUKLIDY PRZENOSZONE PRZEZ ŻYWNOŚĆ	46
13.1 Radionuklidy.....	46
14. CZYNNIKI CHOROÓB PRZENOSZONYCH PRZEZ ŻYWNOŚĆ I STRATEGIE ZAPOBIEGANIA - OGÓLNE NAJLEPSZE PRAKTYKI ZAPOBIEGANIA INCYDENTOM CBRN ZWIĄZANYM Z ŻYWNOŚCIĄ	48
14.1 Wykrywanie problemów związanych z żywnością	48
14.2 Objawy chorób przenoszonych przez żywność	49
14.3 Higiena żywności.....	50
14.4 Podstawowe czynniki wzrostu bakterii	51
14.5 Temperatura przechowywania	51
14.6 Temperatury gotowania.....	52
14.7 Czas	52
14.8 Metody szybkiego schładzania żywności	52
14.9 pH.	53
14.10 Wilgotność.....	53
14.11 Higiena osobista.....	54
14.12 Mycie rąk.....	54
14.13 Zanieczyszczenie krzyżowe	55
14.14 Zanieczyszczenia krzyżowych - deski do krojenia	55
14.15 Podejście wielobarierowe	55
14.16 Kwestie związane z obsługą	56
14.17 Gruntowny program sanizacji żywności	56
14.18 Metody kontroli populacji gryzoni	56
14.19 Programy zwalczania.....	56
14.20 Metody kontroli stawonogów	57
14.21 Zintegrowana ochrona przed szkodnikami	58
14.22 Skuteczny program kontroli zakażeń w miejscu pracy	58
14.23 Ognisko epidemii, a incydent.....	58

14.24 Komunikacja z opinią publiczną	58
15. WNIOSKI	60

Spis ilustracji

Rysunek 1: Czynniki przyczyniające się do chorób przenoszonych przez żywność	49
--	----

Skróty

BWC - Konwencja o broni biologicznej (Konwencja o zakazie prowadzenia badań, produkcji i gromadzenia zapasów broni bakteriologicznej (biologicznej) i toksycznej oraz o ich zniszczeniu)

CBRN - Materiały chemiczne, biologiczne, radiologiczne i nuklearne

CCP - Krytyczne punkty kontroli

CCTV - Telewizja przemysłowa

CWA - Chemiczny środek bojowy

CWC - Konwencja o broni chemicznej (Konwencja o zakazie prowadzenia badań, produkcji, składowania i użycia broni chemicznej oraz o ich zniszczeniu)

FPD - Detektor płomieniowo-fotometryczny

FM - Zarządzanie obiektem

FTIR - Spektroskopia w podczerwieni z transformacją Fouriera

GC - Chromatografia gazowa

GCMS - Chromatografia gazowa sprzężona ze spektrometrią mas

GHP - Dobra Praktyka Higieniczna

GMP - Dobra Praktyka Produkcyjna

HACCP - Analiza zagrożeń i krytyczne punkty kontroli

IMS - Spektrometria ruchliwości jonów

IR - Podczerwień

PPE - Środki ochrony indywidualnej

SM - centrum handlowe

TIC - toksyczne chemikalia przemysłowe

TIM - toksyczny materiał przemysłowy

UAV - bezzałogowy statek powietrzny

1. Wprowadzenie

Kwestia bezpieczeństwa żywności sięga lat dwudziestych XX wieku, kiedy to zdano sobie sprawę, że wiele kuchni było w różnym stanie czystości. W tamtych czasach chłodzenie było znikome lub nie istniało, a obróbka żywności odbywała się w niewłaściwy sposób. Biorąc pod uwagę śmiertelne skutki, jakie może mieć skażona żywność, istniała oczywista potrzeba kontrolowania tego aspektu życia społecznego. Ta troska trwa do dziś w ramach inspekcji restauracji, inspekcji żywności, a także inspekcji zakładów pakowania mięsa. Spożywanie żywności, w tym napojów, które zawierają potencjalnie niebezpieczne substancje, mogą powodować "choroby przenoszone przez żywność". Przykładami są zakażenia *Salmonellą* (zagrożenie biologiczne) i zatrucia grzybami (zagrożenie chemiczne). Istnieją setki zagrożeń związanych z żywnością, które mogą powodować taką samą liczbę chorób. Zanieczyszczenia mikrobiologiczne są zdecydowanie najczęstszą przyczyną chorób przenoszonych przez żywność. Spektrum powszechnych chorób przenoszonych przez żywność w Europie znacznie się zmieniło w ciągu ostatnich stu lat, od duru brzuszego, gruźlicy i cholery, po choroby wywoływane przez bakterie takie jak *Campylobacter*, *Salmonella* i *Escherichia coli*.

„Stare” choroby przenoszone przez żywność są jednak nadal problemem w krajach rozwijających się. Stosunkowo nowym problemem jest wirus Norwalk. Zakażenia pasożytem *Giardia lamblia* są zwykle powodowane przez zanieczyszczoną wodę, ale gdy woda ta jest używana do mycia żywności, może powodować choroby przenoszone przez żywność. Wykrycie czynnika wywołującego infekcję może stanowić problem. Można podjąć kilka kroków, jeśli zakłada się, że choroba danej osoby jest przenoszona przez żywność. Jedną z metod jest analiza próbek żywności, którą spożyła osoba chora, w celu znalezienia w jednej z nich czynnika, który spowodował chorobę. Czasami wiele osób wykazuje te same objawy choroby w tym samym czasie. Jeśli istnieje takie skupisko przypadków choroby, zebranie wywiadu środowiskowego wśród pacjentów dotkniętych chorobą w celu zidentyfikowania spożywanego produktu, który jest wspólny dla nich wszystkich, może być wystarczające do wykrycia źródła choroby. Typowe miejsca, w których występują takie ogniska chorób związanych z żywnością, obejmują przyjęcia z przyniesionym jedzeniem, pikniki, zjazdy rodzinne, restauracje. W tych miejscach i wydarzeniach zwykle występuje całkowicie nieuregulowany i niekontrolowany dostęp do żywności, co zwiększa ryzyko chorób przenoszonych przez żywność. Można wnioskować o przenoszeniu przez żywność choroby, ponieważ atakuje ona przewód pokarmowy, ale nie zawsze mamy takie przesłanki. Poszczególne osoby mogą nie mieć żadnych objawów ze strony przewodu pokarmowego, a mimo to mieć infekcję, a czasami czynnik zakaźny może powodować przede wszystkim inne objawy, takie jak gorączka lub zawroty głowy. Wreszcie, niektóre choroby i objawy są znane z tego, że mają związek z żywnością. Naturalne jest zatem rozpoczęcie poszukiwania przyczyny choroby od sprawdzenia ostatnio spożywanych produktów spożywczych.

Żywność jest podstawowym źródłem składników odżywczych dla człowieka. Rozporządzenie (WE) nr 178/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 28 stycznia 2002 r. stanowi, że żywność " jakiegokolwiek substancje lub produkty, przetworzone, częściowo przetworzone

lub nieprzetworzone, przeznaczone do spożycia przez ludzi lub, których spożycia przez ludzi można się spodziewać"¹.

W ostatnich latach rozwojowi terroryzmu sprzyjają takie czynniki jak: globalizacja, swoboda przemieszczania się (ludzi i towarów), brak stabilności w wielu krajach (zarówno politycznej, jak i gospodarczej) np. w krajach Bliskiego Wschodu, konflikty religijne². Fakty te wpłynęły na sytuację, w której żywność stała się obiektem terroryzmu CBRN.

Terroryzm żywnościowy można zdefiniować jako celowe skażenie lub zanieczyszczenie żywności (lub środków spożywczych) przy użyciu środków takich jak biologiczne, chemiczne i radioaktywne³.

¹ Rozporządzenie (WE) nr 178/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 28 stycznia 2002 r. ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności oraz ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności (Dz. Urz. WE L 31 z 01.02.2002).

² Wiśniewska M. 2012. "Terroryzm żywnościowy a tarcza obronna żywności". Przemysł Spożywczy 7: 41-43.

³ Dzwolak W. 2009 A. "Terroryzm żywnościowy - czynniki zagrożenia". Przemysł Spożywczy 9: 41-45.

2. Historia incydentów CBRN w łańcuchu żywnościowym

Czynniki CBRN stanowią codzienne zagrożenie dla ludzi, zwierząt i roślin w Europie oraz poza nią. Historia stosowania środków CBRN sięga czasów starożytnych, jednak wykorzystanie żywności jako nośnika czynników CBRN jest datowane później. Pierwsze wzmianki pochodzą z XV wieku. W 1495 r. hiszpańskie siły zbrojne zanieczyściły wino krwią pacjentów chorych na trąd przeciwko Francuzom podczas wojny w południowej części Włoch⁴. W 1978 r. pięcioro holenderskich dzieci ucierpiało po zjedzeniu skażonych rtęcią pomarańczy pochodzących z Izraela. Za ten czyn odpowiedzialna była Organizacja Wyzwolenia Palestyny, próbowała ona w ten sposób wpłynąć na gospodarkę Izraela, atakując jego eksport⁵.

W 1984 r. ponad 700 mieszkańców hrabstwa Dalles Wasco w stanie Oregon w USA ucierpiało w wyniku zatrucia pokarmowego wywołanego przez *Salmonellae enteritidis*. Ponad 40 z nich zostało hospitalizowanych. Epidemia nie spowodowała żadnego zgonu. Incydent został spowodowany przez lokalnych członków kultu religijnego Rajneeshee. Zanieczyścili oni *Salmonellą enteritidis* 10 barów sałatkowych w hrabstwie. Zamiarem było uniemożliwienie mieszkańcom głosowania, a tym samym wpłynięcie na lokalne wybory w hrabstwie Wasco, w których chcieli uzyskać kontrolę polityczną. Dwóch członków tej grupy zostało skazanych na 29 miesięcy więzienia. Uważa się, że użyty szczep został uzyskany ze źródeł komercyjnych. Oprócz ofiar, dziewięć restauracji zakończyło działalność. Atak ten wyraźnie wskazuje na fakt względnej łatwości przeprowadzenia tego rodzaju ataku i wskazuje na szczególnie wrażliwą część łańcucha żywnościowego⁶.

W 2003 roku ponad 90 osób zachorowało po zjedzeniu mielonej wołowiny, która została celowo skażona pestycydem zawierającym nikotynę w supermarkecie w Michigan. Osoba zatrudniona w sklepie została oskarżona o umieszczenie zakazanego Black Leaf 40 w mięsie⁷.

W Wielkiej Brytanii w 2005 r. Sudan I (barwnik stosowany jako barwnik spożywczy, związki azowe, rakotwórczy - zakazany w 2005 r. przez UE) został wykryty w sosie Worcester, który był używany do produkcji szerokiej gamy produktów spożywczych. W rezultacie wycofano z rynku blisko 500 produktów spożywczych, co uczyniło tę akcję największą w historii Wielkiej Brytanii⁸.

⁴ Jeffery K. Smart. Historia wojny chemicznej i biologicznej: An American Perspective. Rozdział 2 Historia wojny chemicznej i biologicznej: Amerykańska perspektywa.

⁵ Phil Gurski. Borealis Threat & Risk Consulting.

⁶ Carl Abbott. Utopia i biurokracja: The Fall of Rajneeshpuram, Oregon. Pacific Historical Review Vol. 59, nr 1 (luty, 1990), str. 77-103.

⁷ Zatrucie nikotyną po spożyciu skażonej mielonej wołowiny - Michigan, 2003 r. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2003 May 9;52(18):413-6.

⁸ Susie Genualdi, Shaun MacMahon, Katherine Robbins, Samantha Farris, Nicole Shyong i Lowri DeJager. Opracowanie metody i badanie Sudanu I-IV w oleju palmowym i przyprawach chili w rejonie Waszyngtonu. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess. 2016 Apr; 33(4): 583-591.

W 2009 r. również w Wielkiej Brytanii incydent skażenia żywności i wina kałem zmieszonym z moczem w Tesco spowodował straty w wysokości ponad 700 milionów funtów z powodu zniszczenia produktów⁹.

3. Najczęstsze bakteryjne patogeny przenoszone przez żywność

3.1 *Bacillus cereus*

Bacillus cereus to bakteria występująca naturalnie w środowisku (kurz, gleba itp.). Może tworzyć przetrwalniki i wytwarzać toksyny, które mogą przetrwać wysoką temperaturę podczas pieczenia lub gotowania. Żywność bogata w skrobię, taka jak ziemniaki, makarony, ryż czy płatki zbożowe, a także uprzednio ugotowane dania (zwłaszcza potrawy z przyprawami) to produkty o najwyższym ryzyku skażenia. *B. cereus* może powodować dwa rodzaje chorób - wymioty i biegunkę. Objawy zatrucia pojawiają się od 1 do 16 godzin po spożyciu skażonej żywności. Najczęstsze objawy to wymioty, nudności i wodnista biegunka. Objawy są zwykle łagodne, a powrót do zdrowia następuje w ciągu 24 godzin bez specjalnego leczenia. Wysokie ryzyko dotyczy kobiet w ciąży, małych dzieci, osób starszych (ponieważ są one podatne na odwodnienie) lub pacjentów z osłabionym układem odpornościowym.

Zmniejszenie ryzyka zanieczyszczenia i zatrucia jest możliwe poprzez: dokładne gotowanie i natychmiastowe podawanie żywności, utrzymywanie gotowanej żywności w wysokiej temperaturze (60°C lub wyższej) przed podaniem, szybkie schładzanie i przechowywanie gotowanej żywności w temperaturze 5°C (lub niższej), jeśli będzie ona używana później, niejedzenie gotowanej żywności starszej niż 3-4 dni, mycie rąk mydłem i suszenie ich przed przygotowywaniem i spożywaniem żywności, utrzymywanie kuchni jak i sprzętu w czystości¹⁰.

3.2 *Bacillus anthracis* (postać żołądkowo-jelitowa)

Bacillus anthracis - bakteria naturalnie występująca w środowisku (kurz, gleba, dzikie zwierzęta itp.). Może tworzyć przetrwalniki i wytwarzać toksyny, które mogą przetrwać wysoką temperaturę podczas pieczenia lub gotowania. Produkty spożywcze o najwyższym ryzyku to: niedogotowane lub surowe mięso i mleko (od zakażonych zwierząt), woda i inne produkty zanieczyszczone zarodnikami. Postać żołądkowo-jelitowa wąglika ma okres inkubacji po 1 do 7 dni. Objawy obejmują poważne zaburzenia żołądkowo-jelitowe i gorączkę. Objawy mogą wystąpić w okolicy przełyku (nasada języka, ból gardła, gorączka, powiększone węzły chłonne) lub głównie w jelitach (nudności, utrata apetytu, wymioty i gorączka, a następnie ból brzucha, krwawe wymioty i biegunka). Śmiertelność waha się od 25 do 60%.

Zmniejszenie ryzyka zakażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: niespożywanie mięsa lub mleka z niedozwolonych źródeł, dokładne gotowanie i natychmiastowe podawanie żywności,

⁹ Mężczyzna spryskał moczem jedzenie w Tesco. Metrowebukmetro Wtorek, 14 kwietnia 2009 r.

¹⁰ Richard Dietrich, Nadja Jessberger, Monika Ehling-Schulz, Erwin Märklbauer, Per Einar Granum. The Food Poisoning Toxins of *Bacillus cereus*. Toxins (Bazylea). 2021 Jan 28;13(2):98. doi: 10.3390/toxins13020098.

utrzymywanie gotowanej żywności w wysokiej temperaturze (60°C lub wyższej) przed podaniem, szybkie schładzanie i przechowywanie gotowanej żywności w temperaturze 5°C (lub niższej), jeśli ma być użyta później, niespożywanie gotowanej żywności starszej niż 3-4 dni, mycie rąk mydłem lub środkiem dezynfekującym i suszenie ich przed przygotowaniem i spożywaniem żywności, utrzymywanie kuchni jak i sprzętu w czystości¹¹.

3.3 *Campylobacter*

Campylobacter to rodzaj bakterii, które naturalnie występują w jelitach zwierząt domowych (kotów, psów), zwierząt gospodarskich (drobiu, trzody chlewnej, bydła), gryzoni i dzikiego ptactwa. Zanieczyszczenie żywności i wody zwykle następuje przez odchody lub zanieczyszczenie krzyżowe w procesie technologicznym. *Campylobacter* może powodować poważny rodzaj zaburzeń żołądkowo-jelitowych zwanych kampylobakteriozą. *Campylobacter* jest najczęstszą bakteryjną przyczyną chorób biegunkowych. Praktycznie wszystkie przypadki występują jako pojedyncze, sporadyczne zdarzenia, a nie jako część dużych ognisk. Każdego roku zgłaszanych jest ponad 10 000 przypadków (6 przypadków na 100 000). O wiele więcej przypadków pozostaje niezdiagnozowanych lub niezgłoszonych, a szacuje się, że kampylobakterioza dotyka ponad 2 miliony osób rocznie, czyli 1% populacji. *Campylobacter* występuje w owocach morza i kurczaku. Niektóre raporty twierdzą, że wszystkie kurczaki mają *Campylobacter*. Jeśli kurczak jest dobrze ugotowany, bakterie *Campylobacter* są zabijane. *Campylobacter* jest bakterią odpowiedzialną za największą liczbę chorób biegunkowych i najczęstszą przyczyną chorób przenoszonych przez żywność, chociaż większość przypadków jest sporadyczna, a duże epidemie nie są powszechne. Objawy kampylobakteriozy zaczynają się po 2 do 5 dni po spożyciu skażonej żywności i zwykle obejmują gorączkę, biegunkę (często krwawą i wodnistą), bóle brzucha, nudności, wymioty i zmęczenie. Choroba trwa do dziesięciu dni, a większość ludzi wraca do zdrowia bez żadnego leczenia w ciągu dwóch tygodni.

Zmniejszenie ryzyka skażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: dokładne gotowanie żywności, zwłaszcza mięsa drobiowego i wątróbki, przechowywanie ugotowanej żywności oddzielnie od surowej, dokładne odgrzewanie ugotowanej żywności (do temperatury 75°C), picie wyłącznie uzdatnionej lub przegotowanej wody, mycie owoców i warzyw czystą bieżącą wodą, unikanie spożywania niepasteryzowanego mleka i surowych owoców morza, myć i osuszać ręce przed kontaktem z żywnością i jej spożywaniem, utrzymywać kuchnię i sprzęt w czystości (blaty, deski do krojenia, noże i inne przybory), używać oddzielnych desek do krojenia i noży do surowego drobiu i żywności gotowej do spożycia, trzymać zwierzęta domowe z dala od miejsc przechowywania i przygotowywania żywności¹².

¹¹ Ghodrattollah Maddah, Abbas Abdollahi, Mehrdad Katebi. Wągliki żołądkowo-jelitowy: doświadczenie kliniczne w 5 przypadkach. *Caspian J Intern Med*. 2013 Spring; 4(2): 672-676.

¹² Sharon V. R. Epps, Roger B. Harvey, Michael E. Hume, Timothy D. Phillips, Robin C. Anderson, David J. Nisbet. *Campylobacter* przenoszone przez żywność: Infections, Metabolism, Pathogenesis and Reservoirs. *Int J Environ Res Public Health*. 2013 Dec; 10(12): 6292-6304. doi: 10.3390/ijerph10126292.

3.4 *Clostridium botulinum*

Clostridium botulinum to rodzaj bakterii beztlenowych, które można znaleźć w glebie, wodzie, na roślinach i w jelitach zwierząt, w tym ryb i ptaków. Bakterie *C. botulinum*, podobnie jak *B. cereus* i *B. anthracis*, mogą tworzyć przetrwalniki i wytwarzać toksynę odporną na ciepło. Zjedzona toksyna może wywołać bardzo poważną chorobę zwaną botulizmem, w przypadku bardzo małych dzieci (poniżej 12 miesiąca życia) po zjedzeniu przetrwalników może wywołać zatrucie jadem kiełbasianym u niemowląt. Przenoszony przez niewłaściwie konserwowaną żywność, czosnek w oleju, próżniowo pakowaną i szczelnie zapakowaną żywność. Objawy: toksyna wpływa na układ nerwowy. Objawy pojawiają się zwykle w ciągu 18 do 36 godzin; podwójne widzenie, opadające powieki, problemy z mówieniem i połykaniem oraz trudności w oddychaniu. Śmiertelne w ciągu 3 do 10 dni, jeśli nie jest leczone. Trzy główne rodzaje zatrucia toksyną botulinową. Zatrucie jadem kiełbasianym przenoszone przez żywność jest spowodowane spożyciem żywności zawierającej toksynę jadu kiełbasianego. Zatrucie jadem kiełbasianym u niemowląt jest spowodowane spożyciem zarodników bakterii botulinowej, które następnie rozwijają się w jelicie i uwalniają toksynę. Miód może zawierać zarodniki *C. botulinum* i był źródłem zakażenia niemowląt. Zatrucie jadem kiełbasianym rany jest wywoływane przez toksynę wytwarzaną przez ranę zakażoną bakterią *Clostridium botulinum*. Każdego roku odnotowuje się sto dziesięć przypadków zatrucia jadem kiełbasianym - 72% u niemowląt, 25% przenoszonych drogą pokarmową. *C. botulinum* często występuje w niewłaściwie konserwowanej żywności - znakiem ostrzegawczym możliwego skażenia botuliną żywności w puszkach jest wybrzuszenie puszki. Wybrzuszenie to jest spowodowane gazem wytwarzanym przez drobnoustroj w procesie oddychania beztlenowego. Toksyna ta wpływa na układ nerwowy, zaczynając od podwójnego widzenia i opadających powiek. Następnie zaczyna migrować przez ciało, ostatecznie uderzając w płuca i przeponę, zaburzając ich funkcjonowanie, a w następstwie dusząc osobę. Istnieją trzy mechanizmy zatrucia toksyną botulinową: toksyna znajduje się w spożywanej żywności, bakteria jest spożywana i wytwarza toksynę w jelitach oraz w sytuacji gdzie toksyna jest wytwarzana w zakażonej ranie. Ta ostatnia forma była powszechna podczas I wojny światowej i była główną przyczyną zachorowalności i śmiertelności.

Zmniejszenie ryzyka skażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: produkowanie żywności w puszkach i butelkach wyłącznie w wysterylizowanych, nowych butelkach i słoikach, upewnianie się, że produkty spożywcze są przechowywane w odpowiedniej temperaturze, nie spożywanie żywności z uszkodzonych, wybrzuszonych lub nieszczelnych puszek, utrzymywanie pieczonych lub gotowanych potraw w cieple do momentu podania lub przechowywanie w lodówce niezwłocznie po przygotowaniu, nie podawanie miodu niemowlętom poniżej 1 roku życia, dokładne mycie rąk i sprzętu kuchennego przed przygotowaniem i spożywaniem żywności¹³.

¹³ Yiman Lin, Yixiang Jiang, Zelong Gong, Yanli Wang, Min Jiang, Qiongcheng Chen, Chunlian Li, Qinghua Hu, Xiaolu Shi. Badanie i identyfikacja zatrucia pokarmowego wywołanego przez *Clostridium botulinum* typu B1 w Shenzhen w Chinach. Foodborne Pathogens and Disease Vol. 19, nr 3. doi.org/10.1089/fpd.2021.0060.

3.5 *Clostridium perfringens*

Clostridium perfringens jest bakterią przetrwalnikującą, szeroko rozpowszechnioną w środowisku, występującą w glebie, kurzu, ściekach oraz jelitach ludzi i zwierząt. Zarodniki i toksyna *C. perfringens* są odporne na wysoką temperaturę, mogą przetrwać w temperaturze wrzenia do jednej godziny. Przenoszenie: "drobnoustrój stołówkowy", ponieważ wiele ognisk epidemii wynika z żywności pozostawionej na długi czas w stołach do podgrzewania potraw lub w temperaturze pokojowej (enterotoksyna *Clostridium* jest wrażliwa na temperaturę 75°C). Objawy - biegunka i bóle powodowane gazami mogą pojawić się po 8 do 24 godzin od posiłku; zwykle trwają około 1 dnia, ale mniej nasilone objawy trwają od 1 do 2 tygodni. W wielu przypadkach objawy są łagodne i ustępują w ciągu 24 godzin lub krócej, w rzadkich przypadkach mogą trwać do dwóch tygodni. Typowe objawy obejmują ból brzucha, skurcze żołądka, utratę apetytu, zmęczenie, nudności, wymioty, wodnistą biegunkę i gorączkę. *Clostridium perfringens* jest niszczone przez ciepło, ale zarodniki są stosunkowo odporne na ciepło i mogą przetrwać i kiełkować po schłodzeniu żywności. Dlatego zatrucie pokarmowe enterotoksyną *Clostridium perfringens* występuje w przypadku niewłaściwej temperatury przechowywania żywności, zwłaszcza w produktach takich jak sosy. Zatrucia pokarmowe *Clostridium perfringens* są klasycznym problemem w bazach wojskowych, jeśli linie stołówkowe nie są obsługiwane wystarczająco dobrze. Zidentyfikowanym źródłem zatruc są produkty spożywcze o wysokiej zawartości skrobi lub białka (gotowane produkty mięsne, gotowana fasola, gęste sosy lub zupy).

Zmniejszenie ryzyka skażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: dokładne gotowanie żywności i natychmiastowe podawanie lub przechowywanie w temperaturze 60°C lub wyższej przed podaniem, szybkie chłodzenie ugotowanej żywności, jeśli będzie przechowywana i używana później, dzielenie dużych ilości żywności w celu szybszego schłodzenia, przechowywanie żywności w lodówce w temperaturze 4°C lub niższej, gotowana żywność z lodówki powinna zostać zjedzona w ciągu 3-4 dni, odgrzewanie gotowanej żywności szybko do minimum 75°C, dokładne mycie rąk i sprzętu kuchennego przed przygotowaniem oraz spożywaniem żywności¹⁴.

3.6 *Escherichia coli*

Escherichia coli to bakteria naturalnie występująca w jelitach ludzi i innych ssaków, jest również szeroko rozpowszechniona w środowisku w glebie i wodzie, gdzie trafia wraz z wydzielinami i kałem. Większość szczepów *E. coli* jest nieszkodliwa i stanowi część normalnej mikroflory jelitowej. Niektóre szczepy *E. coli* są korzystne, wytwarzając witaminy B i K lub zapobiegając kolonizacji jelit przez bakterie chorobotwórcze. Patogenne szczepy *E. coli* są pogrupowane w sześć patotypów: *E. coli* wytwarzające toksynę Shiga (STEC, VTEC, EHEC), enterotoksyczne *E. coli* (ETEC), enteropatogenne *E. coli* (EPEC), enteroagregacyjne *E. coli* (EAEC), enteroinwazyjne *E. coli* (EIEC) i o rozsiałym typie adhezji *E. coli* (DAEC).

¹⁴ Bhattacharya A, Shantikumar S, Beaufoy D, Allman A, Fenelon D, Reynolds K, Normington A, Afza M, Todkill D (2020). Wybuch zatrucia pokarmowego *Clostridium perfringens* związanego z porami w sosie serowym: nietypowe źródło. *Epidemiology and Infection* 148, e43, 1-7. <https://doi.org/10.1017/S095026882000031X>.

3.6.1 Enterokrwotoczne szczepy *E. coli* (EHEC)

EHEC to szczepy zdolne do wytwarzania toksyny Shiga (lub werotoksyny). EHEC są głównymi przyczynami chorób przenoszonych przez żywność. Objawy choroby zaczynają się po 2 do 10 dni po ekspozycji. EHEC są odporne na kwasy żołądkowe i kolonizują ludzkie jelito grube, powodując zapalenie żołądka i jelit, zapalenie jelit i krwawą biegunkę, w niektórych przypadkach ciężkie powikłanie zwane zespołem hemolityczno-mocznicowym (HUS). Ogólne objawy obejmują krwawą biegunkę, nudności, wymioty i skurczowy ból brzucha. Naturalnymi rezerwuarami EHEC jest bydło i inne zwierzęta hodowlane, a także zwierzęta dzikie i domowe (koty, psy). EHEC występuje również w środowisku zanieczyszczonym odchodami zakażonych zwierząt (gleba, woda, rośliny). Ludzie zarażają się poprzez spożywanie surowego lub niedogotowanego mięsa wołowego, surowego mleka lub produktów mlecznych, niemytych świeżych owoców i warzyw, skażonej żywności gotowej do spożycia ze świeżymi owocami lub warzywami. *E. coli* 0157:H7 jest jednym ze szczepów bakterii *E. coli* wywołujących choroby u ludzi. Szacuje się, że powoduje 60 zgonów i 73 000 zachorowań rocznie. Większość zgłoszonych ognisk jest spowodowana skażoną żywnością lub wodą, jednak bezpośrednie przenoszenie *E. coli* 0157 H7 ze zwierząt i ich środowiska na ludzi jest coraz bardziej niepokojące. *E. coli* 0157:H7 można znaleźć w większości mleczarni, w korytach wodnych, mokrych paszach i sfluczkiach, szczególnie w cieplejszych miesiącach, jednak bakteria ta stanowi niewielki problem chorobowy u bydła i tylko kilka zwierząt wydała ją w oborniku w danym momencie. Zdrowe bydło jest głównym uznanym rezerwuarem zwierzęcym i może być nosicielem drobnoustroju jako części flory jelitowej. Najłatwiej jest go znaleźć u odsadzonych cieląt, ale bydło targowe które może wydalać znaczne ilości w kale, co może prowadzić do zanieczyszczenia wołowiny podczas uboju. Większość zakażeń bakterią *E. coli* 0157:H7 pochodzi ze spożycia niedogotowanej, skażonej mielonej wołowiny, często pochodzącej od krów mlecznych lub zwierząt, które przekroczyły wiek produkcyjny i zostały wysłane do uboju. Mięso ulega skażeniu w rzeźni, a bakterie łatwo rozprzestrzeniają się podczas mielenia mięsa w zakładzie przetwórczym. Bakterie wywołują choroby u ludzi poprzez wytwarzanie toksyn, a niektóre z objawów klinicznych obejmują biegunkę, skurcze, wymioty, problemy z oddawaniem moczu i są obecnie najważniejszą przyczyną chorób nerek u dzieci (zespół hemolityczno-mocznicowy). Może rozpocząć się po 2 do 5 dni od spożycia pokarmu i trwać około 8 dni. *E. coli* 0157:H7 może przetrwać w środowisku przez wiele miesięcy i tym samym stanowić stałe źródło infekcji u ludzi. Szacuje się, że każdego roku występuje od 10 000 do 20 000 przypadków infekcji. Po raz pierwszy została uznana za przyczynę choroby w 1982 roku podczas wybuchu ciężkiej krwawej biegunki. Przyczyną epidemii były skażone hamburgery¹⁵.

3.6.2 Enterotoksyczne szczepy *E. coli* (ETEC)

Szczepy ETEC mogą wytwarzać dwie toksyny: stabilną termicznie (toksynę ST) i nietrwałą termicznie (toksynę LT). Różne szczepy mogą wytwarzać jedną lub obie z tych toksyn, ale choroba w obu przypadkach przebiega podobnie. Objawy zakażenia rozpoczynają się w ciągu

¹⁵ Kashima, K., Sato, M., Osaka, Y., Sakakida, N., Kando, S., Ohtsuka, K., . . . Honda, A. (2021). Wybuch zatrucia pokarmowego wywołanego przez *Escherichia coli* serotyp O7: H4 niosącą astA dla enteroagregacyjnej enterotoksyny1 (EAST1). *Epidemiology & Infection*, 149, E244. doi:10.1017/S0950268821002338.

12-72 godzin po zjedzeniu lub wypiciu skażonych produktów spożywczych i obejmują obfitą, wodnistą biegunkę bez krwi i skurczowy ból brzucha. Mogą również wystąpić inne objawy, takie jak gorączka, nudności, wymioty, bóle głowy i mięśni. Choroba zwykle ustępuje samoistnie, a biegunka trwa 3 dni¹⁶.

3.6.3 Enteropatogenne szczepy *E. coli* (EPEC)

Szczepy EPEC nie są w stanie wytwarzać toksyn, ale posiadają wiele innych czynników wirulencji, które są podobne do *Shigella*. EPEC kolonizują jelito cienkie i zmieniają strukturę komórkową w wyniku "przyłączenia i usunięcia". Naturalnymi rezerwuarami są ludzie i zwierzęta dzikie, hodowlane i domowe (króliki, psy, koty i konie). Ludzie chorują po zjedzeniu produktów spożywczych lub wypiciu wody zanieczyszczonej odchodami zakażonych ludzi lub zwierząt. Objawy zwykle zaczynają się po 1-2 dniach i obejmują wodnistą biegunkę ze śluzem (bez krwi), gorączkę, wymioty i odwodnienie. Choroba zwykle ustępuje samoistnie, a biegunka trwa od 5 do 15 dni¹⁷.

3.6.4 Enteroinwazyjne szczepy *E. coli* (EIEC)

Szczepy EIEC nie wytwarzają toksyn. Do kolonizacji jelita cienkiego bakterie wykorzystują białka adhezyjne, podobnie jak szczepy EPEC. Objawy infekcji jest bardzo podobne do shigellozy. Naturalnym żywicielem są tylko ludzkie jelita, a ludzie chorują w ciągu 12-72 godzin po spożyciu żywności lub wody zanieczyszczonej odchodami zakażonych ludzi. Początkowe objawy obejmują wodnistą biegunkę wydzielniczą z jelita cienkiego, a następnie rozwija się ciężkie zapalenie jelita grubego. Objawy zapalenia jelita grubego obejmują gorączkę, bóle brzucha, bolesne parcie na stolec i częste oddawanie skąpych stolców ze śluzem, krwią i ropą¹⁸.

Ryzyko zakażenia i zatrucia można zmniejszyć poprzez: dokładne gotowanie surowego mięsa mielonego (hamburgery, kielbaski itp.), dokładne mycie surowych owoców i warzyw pod bieżącą wodą, mycie rąk mydłem i bieżącą wodą przed przygotowaniem lub spożywaniem żywności oraz po skorzystaniu z toalety, używanie oddzielnych noży i desek do krojenia surowego mięsa i gotowej do spożycia żywności, przechowywanie surowego mięsa i gotowej do spożycia żywności oddzielnie w lodówce, unikanie niepasteryzowanego mleka i produktów mlecznych.

¹⁶ James M. Fleckenstein i F. Matthew Kuhlmann. Enterotoksyczne zakażenia *Escherichia coli*. Curr Infect Dis Rep. 2019 Mar 4; 21(3): 9. doi: 10.1007/s11908-019-0665.

¹⁷ Min-A Lim, Ji-Yeong Kim, Dilaram Acharya, Bishnu Bahadur Bajgain, Ji-Hyuk Park, Seok-Ju Yoo i Kwan Lee. A Diarrhoeagenic Enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC) Infection Outbreak That Occurred among Elementary School Children in Gyeongsangbuk-Do Province of South Korea Was Associated with Consumption of Water-Contaminated Food Items. Int J Environ Res Public Health. 2020 May; 17(9): 3149. doi: 10.3390/ijerph17093149.

¹⁸ Sophie Newitt, Vanessa MacGregor, Vivienne Robbins, Laura Bayliss, Marie Anne Chattaway, Tim Dallman, Derren Ready, Heather Aird, Richard Puleston i Jeremy Hawker. Two Linked Enteroinvasive *Escherichia coli* Outbreaks, Nottingham, UK, June 2014. Emerg Infect Dis. 2016 Jul; 22(7): 1178-1184. doi: 10.3201/eid2207.152080.

3.7 *Listeria monocytogenes*

Listeria występuje w naturze - zwierzęta i woda to tylko kilka źródeł tej bakterii. Zakażona gleba pochodząca z obornika bydlęcego używanego jako nawóz może zanieczyścić uprawy bakterią. Bydło mleczne może zarazić się *Listerią* ze źródeł znajdujących się w ich środowisku. Literatura sugeruje, że *Listeria monocytogenes* u bydła mlecznego może pochodzić ze spożycia słabo sfermentowanych kiszonek i/lub nieodpowiedniego czyszczenia obszarów dla zwierząt i systemów udojowych. *Listeria monocytogenes* jest jedną z przyczyn choroby okrężnicy u bydła. Zainfekowane bydło często wykazuje uogólnioną chorobę z nieprawidłowym zachowaniem i postawą. Częstym źródłem zakażeń u ludzi jest surowe mleko, miękkie sery lub mięso, a także żywność zanieczyszczona podczas przetwarzania lub przygotowywania żywności. U ludzi bakteria ta wywołuje choroby grypopodobne, w tym nudności, wymioty i biegunkę, a w ciężkich przypadkach objawy neurologiczne i poronienia. Chociaż jest mniej znana niż inne patogeny przenoszone przez żywność, takie jak *Salmonella* czy *E. coli*, jest znacznie bardziej śmiertelna. *Listeria* jest śmiertelna w prawie 20 procentach wszystkich przypadków. Szacuje się, że każdego roku 2500 osób poważnie choruje z powodu *Listerii*, a infekcje często prowadzą do zatrucia krwi lub zapalenia opon mózgowych. Najbardziej zagrożone tym patogenem są kobiety w ciąży, noworodki i osoby z osłabionym układem odpornościowym. W przeszłości listerioza w serze spowodowała dziesiątki zgonów. Jako środek ostrożności, kobiety w ciąży są ostrzegane, aby nie spożywały niepasteryzowanych miękkich serów, szczególnie z Ameryki Łacińskiej. Głównym zagrożeniem dla zdrowia publicznego w przypadku patogenu *Listeria monocytogenes* jest to, że może on przetrwać i nadal namnażać się w środowiskach przetwarzania po pasteryzacji i może prowadzić do ponownego skażenia produktów mlecznych, takich jak mleko i ser. Bakterie łatwo rozwijają się w temperaturze panującej w lodówkach, dlatego niewielka ilość zanieczyszczenia może stać się dawką zakaźną, gdy żywność jest przechowywana w lodówce. Literatura sugeruje, że rozwój lekooporności u *Listeria* w wyniku stosowania antybiotyków u zwierząt hodowlanych jest mniej niepokojący niż w przypadku innych patogenów przenoszonych przez żywność i wodę. Uważa się, że populacja *Listeria* występująca w jelitach zwierząt spożywczych często nie jest tą samą, która ostatecznie zanieczyszcza żywność gotową do spożycia. Ponadto *Listeria* jest słabym konkurentem dla innych ludzkich patogenów, takich jak *E. coli* czy *Campylobacter*.

Objawy mogą rozpocząć się już po 3 dniach, ale w ciężkich przypadkach mogą pojawić się do 70 dni po ekspozycji. Wczesne objawy obejmują gorączkę, bóle głowy i mięśni, zaparcia, skurcze, nudności, wymioty, biegunkę. Ciężkie objawy listeriozy obejmują dezorientację, utratę równowagi, sztywność karku, posocznicę, zapalenie opon mózgowych, zapalenie mózgu, owrzodzenie rogówki, zapalenie płuc, zapalenie mięśnia sercowego, a u kobiet w ciąży infekcje wewnątrzmaciczne lub szyjki macicy, które mogą powodować spontaniczne poronienie (od drugiego do trzeciego trymestru), przedwczesny lub martwy poród. Śmiertelność może sięgać ponad 70%, z powodu sepsy 50%, a z powodu zakażeń okołoporodowych/novorodkowych ponad 80%¹⁹.

¹⁹ J M Farber i P I Peterkin. *Listeria monocytogenes*, patogen przenoszony przez żywność. Microbiol Rev. 1991 Sep; 55(3): 476-511. doi: 10.1128/mr.55.3.476-511.1991.

Zmniejszenie ryzyka zakażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: unikanie wstępnie przygotowanej żywności gotowej do spożycia, nie spożywanie żywności po upływie terminu przydatności do spożycia, dokładne gotowanie i/lub odgrzewanie żywności i natychmiastowe jej spożycie (*Listeria* ginie w wysokiej temperaturze), spożycie żywności przechowywanej w lodówce w ciągu 3-4 dni, przechowywanie gotowanej żywności w temperaturze 5°C lub niższej, oddzielnie od surowej żywności, dokładne mycie surowych owoców i warzyw pod czystą bieżącą wodą, używanie oddzielnych desek do krojenia i noży do surowej i gotowej do spożycia żywności, mycie rąk i sprzętu kuchennego przed przygotowaniem żywności i jedzeniem.

3.8 *Salmonella* spp.

Bakterie *Salmonella* są wszechobecne w przyrodzie i występują w przewodzie pokarmowym zwierząt i ludzi. Istnieje ponad 2000 serotypów *Salmonelli*, z których większość nie wywołuje chorób u ludzi. Istnieją trzy rodzaje salmonellozy: zapalenie żołądka i jelit, dur brzuszny i bakteriemia (bakterie we krwi), które są najczęściej spowodowane spożyciem skażonej żywności i wody zanieczyszczonej odchodami zwierząt. Badania pokazują, że szacuje się 1,412,498 zachorowań u ludzi, 16,430 hospitalizacji i 582 zgonów rocznie spowodowanych przez zwierzęta gospodarskie, takie jak bydło, które jest głównym rezerwuarem serotypów non-typhi *Salmonella enterica*. Salmonellę można znaleźć w gospodarstwach mlecznych, zwłaszcza w alejkach splukujących i na sprzęcie udojowym. Bakteria wywołuje poważne choroby bydła z objawami biegunki, zmniejszoną produkcją mleka, poronieniem, a czasem śmiercią. Krowy zakażone salmonellą mogą rozprzestrzeniać bakterie w oborniku, gdziekolwiek się znajdą w gospodarstwie mlecznym, zwłaszcza w okresie stresu, takim jak wycielenie. W rezultacie bydło mleczne przeznaczone do uboju może łatwo przynieść je do rzeźni. Literatura sugeruje, że pasza dla zwierząt może służyć jako nośnik zakażenia bydła Salmonellą. Przeprowadzono badania składników żywności i paszy dla zwierząt. W konkretnym badaniu, w którym pobrano 101 próbek białka zwierzęcego, zanieczyszczenie *S. enterica* wykryto w ponad 50 procentach próbek. Chociaż było to tylko jedno badanie, potwierdziło ono, że pasza na bazie białka zwierzęcego może być zanieczyszczona patogenem. W rezultacie skażona pasza dla zwierząt może powodować infekcję lub nosicielstwo u zwierząt gospodarskich, co może prowadzić do chorób przenoszonych przez żywność u ludzi. U ludzi *Salmonella* może powodować szeroki zakres zakażeń, w tym zapalenie żołądka i jelit, gorączkę jelitową, bakteriemie, zakażenia wewnątrzmaciczne i zakażenia ogniskowe, takie jak zapalenie kości i ropnie. Dawka zakaźna może być różna, od 1 do 15 komórek wywołujących chorobę, w zależności od wieku i stanu zdrowia biorcy. Społeczność służby zdrowia jest zaniepokojona pojawieniem się lekoopornych szczepów *Salmonelli*. W mięsie przeznaczonym do spożycia przez ludzi udokumentowano wysokie wskaźniki lekooporności, w tym bakterii wielolekoopornych. Wiąże się to z możliwością przenoszenia lekoopornych patogenów ze zwierząt na ludzi. Szczególny szczep *Salmonelli* jest obecnie odporny na pięć ważnych antybiotyków stosowanych w medycynie. W ostatnich latach skażenie *Salmonellą*

w dostawach żywności spadło, ale częstość występowania wielolekoopornych izolatów wzrosła z mniej niż 1 procenta w 1980 roku do 34 procent w 1996 roku²⁰.

3.8.1 *Salmonella enteritidis*

Salmonella enteritidis występuje w przewodzie pokarmowym i kale zwierząt. *Salmonella enteritidis* występuje głównie w surowych jajach. Jest przenoszona przez spożycie surowych lub niedogotowanych jaj, drobiu i mięsa; surowego mleka i produktów mlecznych; owoców morza oraz przez osoby zajmujące się żywnością. Objawy: ból brzucha, biegunka, nudności, dreszcze, gorączka i ból głowy pojawiają się zwykle od 8 do 72 godzin po jedzeniu; mogą trwać od 1 do 2 dni; mogą powodować zapalenie stawów 3-4 tygodnie po wystąpieniu ostrych objawów²¹.

Zmniejszenie ryzyka zakażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: dokładne gotowanie mięsa drobiowego i jaj, nie spożywanie brudnych lub popękanych jaj, mycie rąk i sprzętu kuchennego przed przygotowywaniem i spożywaniem żywności, zwłaszcza po kontakcie z surowym mięsem drobiowym i jajami, nie mycie surowego kurczaka, dokładne mycie surowych warzyw i owoców w czystej bieżącej wodzie, używanie oddzielnych desek do krojenia i noży do surowego kurczaka i innych produktów spożywczych, przechowywanie oddzielnie gotowanej żywności od surowej, przechowywanie surowej lub gotowanej żywności w lodówce (temperatura 5°C lub niższa), przed podaniem utrzymywanie gotowanej żywności w stanie gorącym (temperatura 60°C lub wyższa), przechowywanie żywności zgodnie z instrukcjami przechowywania.

3.9 *Shigella* spp.

Shigella to kolejna bakteria, która może powodować choroby przenoszone przez żywność. *Shigella* zwykle występuje w ludzkim przewodzie pokarmowym. Jest przyczyną czerwonki bakteryjnej. Zła higiena osobista osób mających kontakt z żywnością jest główną przyczyną zakażeń. Biegunka wywołana przez *Shigella* zazwyczaj zawiera krew. *Shigella* może również wytwarzać toksynę (toksynę typu *E. coli*).

Shigella to patogenna bakteria, którą można znaleźć w jelitach ludzi i zwierząt. Znane są cztery patogenne gatunki *Shigella* - *Shigella sonnei*, *Shigella flexneri*, *Shigella boydii* i *Shigella dysenteriae*. Zakażenie bakterią *Shigella dysenteriae* typu 1 może być śmiertelne. Żywność może zostać skażona przez: zakażone osoby, kontakt ze skażonymi powierzchniami lub wodą, wektory (np. muchy), które mogą przenosić zarazki *Shigella* z kału na nieosłoniętą żywność. Produkty spożywcze o podwyższonym ryzyku obejmują niepasteryzowane mleko, surowe ostrygi i skorupiaki, surowe niemyte owoce i warzywa, gotowe do spożycia kanapki i sałatki z surowymi warzywami lub owocami. Zakażenie *Shigella* nazywane jest shigellozą, której objawy zaczynają się zwykle 1-2 dni po ekspozycji i trwają około 7 dni. Objawy shigellozy

²⁰ Olugbenga Ehuwa, Amit K. Jaiswal i Swarna Jaiswal. *Salmonella*, bezpieczeństwo żywności i praktyki postępowania z żywnością. Foods 2021, 10(5), 907; <https://doi.org/10.3390/foods10050907>.

²¹ Surendran Deepanjali, Mandal Jharna, Bammigatti Chanaveerappa, Dhandapani Sarumathi, Pallam Gopichand i Kaliyappan Anupriya. Wybuch zatrucia pokarmowego *Salmonella Enteritidis* po spożyciu shawarmy z kurczaka: krótkie dochodzenie epidemiologiczne. F1000Res. 2021; 10: 851. doi: 10.12688/f1000research.54410.4.

obejmują biegunkę (czasami krwawą i długotrwałą), gorączkę, nudności, wymioty, ból brzucha i skurcze brzucha. Grupą osób o podwyższonym ryzyku ciężkiego zakażenia są małe dzieci (poniżej 5 roku życia), osoby starsze (powyżej 60 roku życia) i osoby z osłabionym układem odpornościowym. *Shigella* rozprzestrzenia się bardzo łatwo, choroba może być wywoływana przez niewielką liczbę bakterii. Osoby zakażone *Shigella* mogą rozsiewać zarazki bakterii przez okres do 2 tygodni po ustąpieniu objawów²².

Zmniejszenie ryzyka zakażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: dokładne mycie rąk mydłem i czystą bieżącą wodą, szczególnie przed przygotowaniem i spożywaniem żywności lub po skorzystaniu z toalety, picie wyłącznie wody butelkowanej, unikanie przygotowywania żywności przy użyciu nieoczyszczonej wody.

3.10 *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus powoduje zatrucie pokarmowe. *Staphylococcus aureus* (pakietowce) występuje u ludzi: w skórze, zakażonych skaleczeniach, nosach i gardłach. Przenoszony jest przez ludzi na żywność poprzez niewłaściwe obchodzenie się z żywnością. Szybko namnaża się w temperaturze pokojowej, wytwarzając toksynę, która powoduje chorobę (wystarczy >1 µg endotoksyny w żywności!). *Staphylococcus* można znaleźć na skórze ludzi. Gdy zainfekuje skaleczenie, powoduje owrzodzenie skóry. Po spożyciu powoduje objawy związane z jedzeniem, które zaczynają się bardzo szybko i są spowodowane enterotoksyną gronkowcową, a nie samą bakterią, tj. jest to zatrucie pokarmowe, a nie zakażenie pokarmowe. *Staphylococcus aureus* to bakteria powszechnie występująca na skórze i w górnych drogach oddechowych ludzi i zwierząt. U zdrowych osób nie powoduje żadnych chorób. Bakterie wytwarzają toksynę (enterotoksynę gronkowcową B, SEB), która jest odporna na ciepło i może powodować zatrucia pokarmowe. Choroba żołądkowo-jelitowa, zwana zatruciem pokarmowym gronkowcem, jest spowodowana spożyciem żywności lub wody zanieczyszczonej SEB. Ciężka choroba występuje bardzo rzadko, zwykle objawy takie jak wymioty, nudności, skurcze żołądka i biegunka zaczynają się po 30 minutach do 8 godzin po zjedzeniu lub wypiciu skażonych produktów spożywczych. Objawy utrzymują się nie dłużej niż 1-2 dni. Produkty spożywcze o podwyższonym ryzyku skażenia toksynami obejmują krojone mięso, dania mięsne, mleko i produkty mleczne, kremy, puddingi, lody, ciastka oraz gotowe do spożycia sałatki i kanapki, zwłaszcza żywność, która nie jest gotowana po przetworzeniu. Enterotoksyna obecna w produktach spożywczych zwykle nie zmienia ich smaku ani zapachu, a żywność nie wygląda na zepsutą²³.

Zmniejszenie ryzyka zanieczyszczenia i zatrucia jest możliwe poprzez: zapobieganie przechowywaniu żywności gotowej do spożycia w niebezpiecznej temperaturze (między 5°C a 60°C) przez ponad 2 godziny, dokładne gotowanie żywności, utrzymywanie gorącej żywności (60°C lub wyższej) i zimnej żywności w niskiej temperaturze (5°C lub niższej) przed podaniem,

²² Shuai Zhi, Brendon D. Parsons, Jonas Szelewicki, Yue T. K. Yuen, Patrick Fach, Sabine Delannoy, Vincent Li, Christina Ferrato, Stephen B. Freedman, Bonita E. Lee, Xiao-Li Pang i Linda Chui. Identification of Shiga-Toxin-Producing *Shigella* Infections in Travel and Non-Travel Related Cases in Alberta, Kanada. *Toxins* 2021, 13(11), 755; <https://doi.org/10.3390/toxins13110755>.

²³ María Ángeles Argudín, María Carmen Mendoza i María Rosario Rodicio. Zatrucie pokarmowe i enterotoksyny *Staphylococcus aureus*. *Toxins (Basel)*. 2010 Jul; 2(7): 1751-1773. doi: 10.3390/toxins2071751.

umieszczenie ugotowanej żywności w lodówce w ciągu 2 godzin (lub 1 godziny, jeśli na zewnątrz jest cieplej niż 30°C), dokładnie myć ręce mydłem i czystą bieżącą wodą przed przygotowywaniem i spożywaniem żywności, utrzymywać kuchnię i sprzęt w czystości (blaty, deski do krojenia, noże i inne przybory), unikać przygotowywania żywności, jeśli jesteś chory na biegunkę lub wymioty, nosić rękawiczki, jeśli masz rany skóry lub infekcje na rękach.

3.11 *Vibrio* spp.

Vibrio cholerae to bakteria naturalnie występująca w wodach słonawych i morskich, na powierzchni chitynowych skorupkach krabów, krewetek i innych skorupiaków. Choroba biegunkowa nazywana jest cholerą i wywoływana jest przez toksynotwórcze szczepy *V. cholerae* serogrupy O1 lub O139. Nietoksyczne szczepy (inne niż O1 i O139) mogą powodować chorobę zwaną "chorobą podobną do cholery". Ludzie zarażają się *V. cholerae* pijąc skażoną wodę lub jedząc niedogotowane lub surowe skorupiaki. Na obszarach epidemicznych źródłem zakażenia jest woda zanieczyszczona odchodami chorych osób. Objawy zakażenia pojawiają się w ciągu kilku godzin do 5 dni po spożyciu (zwykle 2-3 dni) i w wielu przypadkach są łagodne lub nie występują wcale. W rzadkich przypadkach (około 1 na 10 osób) rozwijają się ciężkie objawy, w tym wodnista biegunka, wymioty i skurcze nóg. U tych osób szybka utrata płynów ustrojowych prowadzi do poważnego odwodnienia, wstrząsu i bez leczenia do śmierci w ciągu kilku godzin²⁴.

Zmniejszenie ryzyka skażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: picie wyłącznie butelkowanej, przegotowanej lub uzdatnionej wody oraz butelkowanych lub puszkowanych napojów - należy upewnić się, że zamknięcie nie zostało naruszone, napoje gazowane są bezpieczniejsze niż niegazowane, dokładne mycie rąk przy użyciu mydła i czystej bieżącej wody (jeśli nie jest dostępna, należy użyć minimum 60% alkoholowego roztworu sanitarnego) przed przygotowywaniem i spożywaniem żywności lub po skorzystaniu z toalety, spożywanie pakowanej żywności gotowej do spożycia lub żywności świeżo ugotowanej i podawanej na gorąco, nie spożywanie surowych lub niedogotowanych owoców, warzyw, mięsa i owoców morza, czyszczenie powierzchni kuchennych, sprzętu i naczyń pod czystą bieżącą wodą i przy użyciu chemicznych środków czyszczących.

3.12 *Cronobacter sakazakii*

Cronobacter sakazakii to bakteria szeroko obecna w środowisku naturalnym w wodzie, glebie i ściekach, jest odporna na suche warunki życia. Pojawiają się również w szerokiej gamie produktów spożywczych, których spożywanie jest ogólnym źródłem infekcji u ludzi. *Cronobacter* może również wytwarzać odporną na ciepło enterotoksynę (stabilną w 90°C przez 30 minut) i enzymy proteolityczne. Grupy osób o wysokim ryzyku ciężkiego przebiegu choroby to niemowlęta (poniżej 2 miesiąca życia i urodzone przedwcześnie), osoby starsze (powyżej 65 roku życia) i osoby z osłabionym układem odpornościowym.

²⁴ Dipanjan Dutta, Anupam Kaushik, Dharendra Kumar i Satyabrata Bag. Wibracje patogenne przenoszone przez żywność: Antimicrobial Resistance. Front Microbiol. 2021; 12: 638331. doi: 10.3389/fmicb.2021.638331.

Do produktów o podwyższonym ryzyku zakażenia należą: mleko (surowe i w proszku), mleko w proszku dla niemowląt, sery, warzywa, mięso, wędliny, ryby, ryż, herbata i różne przyprawy. Choroby wywołane przez *Cronobacter* u zdrowych osób są bardzo rzadkie, ale u osób z grupy ryzyka mogą być poważne i śmiertelne. U niemowląt i noworodków może powodować zapalenie opon mózgowych, posocznicę i ciężkie zakażenie jelit z martwicą jelit²⁵.

Zmniejszenie ryzyka zanieczyszczenia i zatrucia jest możliwe poprzez: mycie butelek do karmienia dziecka w zmywarce, rozważenie użycia sterylizatora do butelek.

3.13 *Yersinia enterocolitica*

Yersinia enterocolitica jest bakterią szeroko rozpowszechnioną w przyrodzie, można ją znaleźć w jelitach zwierząt domowych (kotów, psów), zwierząt gospodarskich (ssaków i ptaków) oraz dzikich zwierząt (gryzoni). *Y. enterocolitica* została również wyizolowana z wody, gleby i żywności zanieczyszczonej odchodami zakażonych zwierząt i ludzi. Szczepy *Y. enterocolitica* podzielono na 6 biotypów i ponad 57 grup serologicznych. Jednak tylko niektóre z tych serogrup są patogenne dla ludzi i zwierząt, izolaty ze środowiska nie są wirulentne. Szczepy patogenne dla ludzi były zazwyczaj izolowane od świń, owiec, psów, kotów i dzikich gryzoni. Ludzie chorują na jersiniozę zwykle po zjedzeniu surowej lub niedogotowanej wieprzowiny, rzadkimi źródłami infekcji są również niepasteryzowane mleko, surowe owoce i warzywa oraz nieoczyszczona woda. Objawy jersiniozy zależą od wieku zakażonej osoby i rozpoczynają się zwykle 4 do 7 dni po ekspozycji i trwają 1-3 tygodnie. U małych dzieci objawy obejmują gorączkę, wodnistą lub krwawą biegunkę i ból brzucha, u starszych dzieci i dorosłych dominującymi objawami są gorączka i ból brzucha po prawej stronie, który może być mylony z zapaleniem wyrostka robaczkowego. W niektórych przypadkach ból stawów i wysypka występują²⁶.

Zmniejszenie ryzyka zanieczyszczenia i zatrucia jest możliwe poprzez: dokładne mycie rąk mydłem i czystą bieżącą wodą przed przygotowaniem i spożywaniem żywności lub po skorzystaniu z łazienki, dokładne gotowanie lub pieczenie wieprzowiny przed jedzeniem, mycie owoców i warzyw pod bieżącą wodą, przechowywanie mięsa w lodówce w temperaturze 4°C lub niższej, oddzielnie od żywności gotowej do spożycia, używanie oddzielnych noży i desek do krojenia surowej wieprzowiny i innych produktów spożywczych oraz utrzymywanie czystości w kuchni.

²⁵ Wei Yong, Baofu Guo, Xiaochao Shi, Tingting Cheng, Mingming Chen, Xiao Jiang, Yanhua Ye, Junning Wang, Guoxiang Xie i Jie Ding. Badanie ogniska ostrego zapalenia żołądka i jelit: *Cronobacter sakazakii*, potencjalna przyczyna chorób przenoszonych przez żywność. *Front Microbiol.* 2018; 9: 2549. doi: 10.3389/fmicb.2018.02549.

²⁶ Md. Latiful Bari, M. Anwar Hossain, Kenji Isshiki i Dike Ukuku. Behavior of *Yersinia enterocolitica* in Foods. *J Pathog.* 2011; 2011: 420732. doi: 10.4061/2011/420732.

4. Najczęstsze pasożyty przenoszone przez żywność

4.1 Toksoplazmoza (*Toxoplasma gondii*)

Toxoplasma gondii to gatunek patogennego pierwotniaka, który może wywoływać chorobę zwaną toksoplazmozą u zwierząt stałocieplnych, zwłaszcza kotów, ale także świń, owiec, dzików i gryzoni. Ludzie zarażają się toksoplazmozą spożywając surowe lub niedogotowane mięso (wieprzowina, jagnięcina, dziczyzna) lub skorupiaki (ostrygi, małże itp.), przypadkowo jedząc owoce i warzywa lub pijąc wodę zanieczyszczoną odchodami zarażonych zwierząt. W wielu przypadkach osoby zarażone *Toxoplasma gondii* nie mają żadnych objawów, bardzo rzadkie objawy obejmują obrzęk węzłów chłonnych lub bóle mięśni, które trwają od tygodni do miesięcy. Ciężka toksoplazmoza może rozwinąć się w wyniku ostrego zakażenia lub reaktywacji wcześniejszego zakażenia bezobjawowego i spowodować uszkodzenie mózgu, oczu lub innych narządów. Objawy toksoplazmozy ocznej obejmują zmniejszone i niewyraźne widzenie, zaczerwienienie oka, ból przy jasnym świetle, a czasami łzawienie²⁷.

Zmniejszenie ryzyka zakażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: dokładne gotowanie lub pieczenie mięsa, nie spożywanie surowego lub niedogotowanego mięsa lub skorupiaków, płukanie owoców i warzyw pod bieżącą wodą przed jedzeniem, utrzymywanie powierzchni kuchennych i sprzętu w czystości oraz mycie ich w gorącej wodzie z użyciem środków czyszczących przed i po użyciu, jeśli masz kota, codziennie czyścić kuwetę.

4.2 *Cryptosporidium*

Cryptosporidium to rodzaj mikroskopijnych pierwotniaków, które mogą wywoływać u ludzi i zwierząt chorobę żołądkowo-jelitową zwaną kryptosporydiozą. Wiele gatunków *Cryptosporidium* jest patogennych dla ssaków, u ludzi kryptosporydioza jest wywoływana przez *C. parvum* i *C. hominis*, ale także *C. canis*, *C. felis*, *C. meleagridis* i *C. muris* mogą powodować choroby. *Cryptosporidium* można znaleźć w glebie, żywności, wodzie lub innych powierzchniach zanieczyszczonych odchodami zakażonych ludzi lub zwierząt. *Cryptosporidium* wykazuje wysoką tolerancję na chlor, dlatego może przetrwać przez długi czas w chlorowanej wodzie pitnej i basenowej. Dawka zakażenia jest bardzo niska, a połknięcie około dziesięciu drobnoustrojów *Cryptosporidium* (oocyst) może wywołać chorobę. Ludzie zarażają się połykając zanieczyszczoną wodę rekreacyjną (basen, fontanna, jezioro, rzeka), pijąc nieoczyszczoną wodę, jedząc niegotowane jedzenie lub pijąc niepasteryzowane mleko lub surowy sok. Objawy infekcji rozpoczynają się na ogół 2 do 10 dni po zjedzeniu drobnoustroju i trwają około 1-2 tygodni. Obejmują one wodnistą biegunkę, skurczowy ból brzucha,

²⁷ Malik A. Hussain, Victoria Stitt, Elizabeth A. Szabo i Bruce Nelan. *Toxoplasma gondii* w dostawach żywności. Pathogens. 2017 Jun; 6(2): 21. doi: 10.3390/pathogens6020021.

nudności, wymioty, odwodnienie, utratę masy ciała, zmęczenie, a w niektórych przypadkach niską gorączkę²⁸.

Zmniejszenie ryzyka zakażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: dobre praktyki higieniczne, dokładne mycie rąk mydłem i bieżącą wodą przed przygotowaniem i spożywaniem żywności lub po skorzystaniu z łazienki, środki do dezynfekcji rąk na bazie roztworu alkoholu nie są wystarczająco skuteczne w przypadku *Cryptosporidium*, płukanie owoców i warzyw pod bieżącą wodą przed jedzeniem, pasteryzowanie surowego mleka i soku, nie picie nieoczyszczonej wody lub używanie nieoczyszczonego lodu.

4.3 Giardia

Giardia duodenalis to mikroskopijny pasożyt wywołujący jedną z najczęstszych pasożytniczych chorób biegunkowych u ludzi, psów i kotów, zwaną giardiozą. Może również zarażać inne gatunki ssaków, w tym owce, bydło i kozy. Cysty *Giardia* mogą przetrwać poza organizmem przez tygodnie, a nawet miesiąc i ponad godzinę w chlorowanej wodzie. Giardioza może rozprzestrzeniać się poprzez picie nieoczyszczonej wody lub spożywanie niedogotowanych produktów spożywczych zanieczyszczonych odchodami ludzi lub zwierząt. Objawy zaczynają się 1 do 2 tygodni po ekspozycji i trwają u zdrowych osób do 2-6 tygodni. Objawy zwykle zaczynają się od 2 do 5 luźnych stolców dziennie i obejmują biegunkę, skurcze, bóle brzucha, nudności, wymioty, stopniowo narastające zmęczenie, odwodnienie, utratę masy ciała, awitaminozę (wit. A i B12)²⁹.

Zmniejszenie ryzyka zakażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: dokładne mycie rąk mydłem i bieżącą wodą przed przygotowaniem i spożywaniem żywności lub po skorzystaniu z łazienki, unikanie spożywania niedogotowanej żywności lub picia nieoczyszczonej wody, prawidłowe płukanie surowych owoców i warzyw przed jedzeniem.

4.4 *Entamoeba histolytica*

Entamoeba histolytica jest beztlenowym pasożytem wywołującym u ludzi i innych naczelnych chorobę zwaną amebozą. Do zakażenia może dojść po spożyciu żywności lub wody zanieczyszczonej odchodami zakażonych osób. Cysty (jaja) *Entamoeba* są łatwo zabijane w wysokich (pieczenie, gotowanie) i niskich (mrożenie) temperaturach, w wilgotnych warunkach cysty mogą przetrwać poza żywicielami przez kilka miesięcy. Trofozoit (aktywne stadium) *Entamoeba* może istnieć tylko w żywicielu lub w świeżym luźnym kale. Ameba może przedostać się do ściany jelita i dotrzeć do krwiobiegu. Stamtąd może dotrzeć do innych ważnych narządów ludzkiego ciała (wątroby, płuc, mózgu lub śledziony). Infekcja może przebiegać bezobjawowo lub łagodnie (np. sporadyczne luźne stolce, skurcze brzucha,

²⁸ Damien Costa, Romy Razakandrainibe, Stéphane Valot, Margot Vannier, Marc Sautour, Louise Basmacıyan, Gilles Gargala, Venceslas Viller, Denis Lemeteil, Jean-Jacques Ballet, French National Network on Surveillance of Human Cryptosporidiosis, Frédéric Dalle i Loïc Favennec. Epidemiologia kryptosporydiozy we Francji w latach 2017-2019. *Microorganisms* 2020, 8(9), 1358; <https://doi.org/10.3390/microorganisms8091358>.

²⁹ Özlem Orunç Kılınç, Adnan Ayan, Burçak Aslan Çelik, Özgür Yaşar Çelik, Nazmi Yüksek, Gürkan Akyıldız i Fatma Ertaş Oğuz. Badanie giardiozy (choroby przenoszone przez żywność i wodę) u bizonów w regionie Van w Turcji: Pierwszy raport molekularny *Giardia duodenalis* Assemblage B od bizonów. *Pathogens* 2023, 12(1), 106; <https://doi.org/10.3390/pathogens12010106>.

wzdęcie brzucha, utrata apetytu i utrata masy ciała). W niektórych przypadkach może prowadzić do ciężkiej czerwonki amebowej lub amebowego ropnia wątroby. Wówczas objawy mogą obejmować krwawą biegunkę, utratę masy ciała, zmęczenie, ból brzucha, ropnie amebowe na wątrobie (pojedyncze lub mnogie) oraz ameboma (zmiana przypominająca raka okrężnicy)³⁰.

Zmniejszenie ryzyka skażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: picie wyłącznie wody butelkowanej, filtrowanej, przegotowanej lub po obróbce chemicznej, spożywanie wyłącznie gotowanej żywności, dokładne płukanie świeżych owoców lub warzyw pod czystą bieżącą wodą, unikanie niepasteryzowanego mleka i produktów mlecznych.

4.5 *Cyclospora cayetanensis*

Cyclospora cayetanensis to mikroskopijny pasożyt, który wywołuje ostrą lub przewlekłą biegunkę u ludzi i innych naczelnych, zwaną cyklosporiozą. Ludzie chorują po spożyciu żywności lub wody zanieczyszczonej odchodami zarażonych ludzi. Bezpośrednia transmisja z człowieka na człowieka jest mało prawdopodobna ze względu na fakt, że oocysty wydalone z kałem potrzebują czasu na sporulację w środowisku zewnętrznym, poza żywicielem (od jednego do kilku tygodni). Okres inkubacji wynosi zwykle około 7 dni po spożyciu dojrzałych oocyst, a choroba może samoistnie ustąpić w ciągu 6 tygodni. Zakażenie może przebiegać bezobjawowo lub łagodne objawy mogą obejmować przewlekłą wodnistą biegunkę bez krwi i śluzu, utratę apetytu, utratę masy ciała, zmęczenie, skurczowy ból brzucha, zwiększone wzdęcia, nudności i niską gorączkę³¹.

Zmniejszenie ryzyka zanieczyszczenia i zatrucia jest możliwe poprzez: mycie rąk mydłem i ciepłą, czystą, bieżącą wodą przed przygotowaniem i spożywaniem żywności, mycie świeżych owoców i warzyw, które nie będą gotowane przed jedzeniem pod ciepłą wodą, używanie oddzielnych noży, desek do krojenia i naczyń do mięsa oraz owoców i warzyw, przechowywanie owoców i warzyw oddzielnie od surowego mięsa, drobiu lub owoców morza.

4.6 *Sarcocystis*

Sarcocystis to rodzaj pierwotniaków pasożytniczych obejmujący ponad 130 gatunków zarażających ssaki, gady i ptaki. Jedynie *S. hominis* i *S. suis* wykorzystują ludzi jako żywicieli ostatecznych i wywołują u nich sarkocystozę jelitową. Po przypadkowym połknięciu oocyst *Sarcocystis spp.* innych niż ludzkie, ludzie również mogą stać się żywicielami ostatecznymi. W przypadku sarkocystozy jelitowej infekcje często przebiegają bezobjawowo i ustępują samoistnie. Czasami może wystąpić niska lub łagodna gorączka, dreszcze, biegunka, nudności, wymioty i problemy z oddychaniem. Gdy żywicielem śmiertelnym jest człowiek, infekcja przybiera postać mięśniową. W takich przypadkach mogą wystąpić bóle mięśni, osłabienie mięśni i przejściowy obrzęk. Objawy rozpoczynają się w ciągu 3-6 godzin (postać

³⁰ Andrea Servián, Elisa Helman, María del Rosario Iglesias, Jesús Alonso Panti-May, María Lorena Zonta i Graciela Teresa Navone. Prevalence of Human Intestinal *Entamoeba spp.* in the Americas: Przegląd systematyczny i metaanaliza, 1990-2022. *Pathogens* 2022, 11(11), 1365; <https://doi.org/10.3390/pathogens11111365>.

³¹ Agni Hadjilouka i Dimitris Tsaltas. *Cyclospora Cayetanensis*-Major Outbreaks from Ready to Eat Fresh Fruits and Vegetables. *Foods* 2020, 9(11), 1703; <https://doi.org/10.3390/foods9111703>.

jelitowa) lub tygodni do miesiąca (postać mięśniowa) i trwają 36 godzin (postać jelitowa) lub miesiące do lat w postaci mięśniowej³².

Zmniejszenie ryzyka skażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: dokładne gotowanie mięsa wołowego lub wieprzowego przed spożyciem, zamrażanie mięsa wołowego lub wieprzowego w temperaturze -5°C przez kilka dni.

4.7 *Trichinella spiralis*

Trichinella spiralis to gatunek pasożytniczego nicienia. Jest to jeden z najgroźniejszych pasożytów człowieka - wywołuje chorobę zwaną włośnicą. Włośnica jest wywoływana przez spożycie surowego lub niedogotowanego mięsa świń, koni lub dzików. Początkowe objawy jelitowe mogą rozpocząć się w ciągu 1-2 dni po zakażeniu i obejmują dyskomfort w jamie brzusznej, biegunkę, nudności, wymioty, zmęczenie i gorączkę. Dalsze objawy, takie jak ból głowy, wysoka gorączka, kaszel, dreszcze, obrzęk twarzy i oczu, bóle mięśni i stawów, swędzenie skóry, biegunka lub zaparcia, występują w ciągu 2-8 tygodni. Intensywność objawów (od bardzo łagodnych do ciężkich) jest związana z liczbą spożytych pasożytów. W łagodnych do umiarkowanych przypadkach większość objawów trwa kilka miesięcy, bóle mięśni i stawów, osłabienie i zmęczenie mogą utrzymywać się przez wiele miesięcy. W ciężkim zakażeniu pacjenci mogą mieć problemy z sercem i oddychaniem oraz trudności z koordynacją ruchową. W bardzo ciężkich przypadkach infekcja może być śmiertelna³³.

Zmniejszenie ryzyka zakażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: dokładne gotowanie wieprzowiny i dziczyzny, solenie, suszenie lub wędzenie nie zabija pasożytów, przygotowywanie potraw mięsnych wyłącznie ze sprawdzonego mięsa z zaufanych źródeł, dokładne czyszczenie całego sprzętu kuchennego (noży, desek do krojenia, a zwłaszcza maszynek do mięsa) po użyciu.

³² Lisa Guardone, Andrea Armani, Francesca Mancianti i Ezio Ferroglio. A Review on *Alaria alata*, *Toxoplasma gondii* and *Sarcocystis* spp. in Mammalian Game Meat Consumed in Europe: Epidemiologia, zarządzanie ryzykiem i przyszłe kierunki. *Animals* 2022, 12(3), 263; <https://doi.org/10.3390/ani12030263>.

³³ Olimpia Iacob, Ciprian Chiruță i Mihai Mareș. *Trichinella spiralis* i *T. britovi* w północno-wschodniej Rumunii: A Six-Year Retrospective Multicentric Survey. *Vet. Sci.* 2022, 9(9), 509; <https://doi.org/10.3390/vetsci9090509>.

5. Najczęstsze pasożyty przenoszone przez żywność

Fakty dotyczące wirusów:

- Ich zdolność do wytrzymywania wysokich i niskich temperatur
- Nie zwiększają swojej ilości, gdy są w pożywieniu
- Nie wymagają potencjalnie niebezpiecznej żywności, aby przetrwać
- Żywność i powierzchnie mające kontakt z żywnością służą jedynie do transportu wirusów, które rozmnażają się raz w ludzkim żywicielu
- Wybuchy epidemii są prawie zawsze spowodowane niską higieną osobistą lub zanieczyszczoną wodą
- Wirusy nie mogą rosnąć samodzielnie, więc nie mogą rozpocząć kolonizacji w żywności
- Wymagają one przebywania wewnątrz "gospodarza" (takiego jak my), aby się rozmnażać
- Inne cechy obejmują ich zdolność do wytrzymywania ciepła lub zimna i nie wymagają potencjalnie niebezpiecznej żywności, aby przetrwać
- Są one znacznie trudniejsze do kontrolowania, więc zapobieganie koncentruje się bardziej na higienie i odkażaniu powierzchni niż na czasie lub temperaturze, jak w przypadku bakterii

5.1 Wirusowe zapalenie wątroby typu A

Wirus zapalenia wątroby typu A (HAV) jest patogennym wirusem, który można znaleźć w jelitach i krwi ludzi oraz w środowisku (gleba, woda) zanieczyszczonym odchodami zakażonych ludzi. Po spożyciu nawet bardzo małej ilości wirusów, HAV powoduje infekcję jelit i wątroby zwaną zapaleniem wątroby typu A lub żółtaczką pokarmową. Infekcja jest zawsze zaraźliwa i może być przenoszona z osoby na osobę poprzez bezpośredni kontakt (choroba "brudnych rąk"). Wirusowe zapalenie wątroby typu A jest zwykle infekcją krótkotrwałą i nie powoduje przewlekłej choroby wątroby. W większości przypadków objawy są łagodne i obejmują gorączkę, nudności, biegunkę, utratę apetytu i masy ciała, osłabienie, bóle stawów i mięśni, bóle brzucha, ciemne zabarwienie moczu i żółtce skóry lub białek oczu. Objawy zwykle pojawiają się w ciągu 2-4 tygodni po ekspozycji i zwykle utrzymują się przez 1-2 tygodnie (czasami mogą utrzymywać się przez kilka miesięcy). W przypadku osób starszych lub pacjentów z osłabionym układem odpornościowym zapalenie wątroby może mieć poważne objawy i powodować ostrą niewydolność wątroby, która często jest śmiertelna. Dzieci w wieku poniżej 6 lat mogą nie mieć zauważalnych objawów zakażenia. Ludzie zarażają się spożywając skażoną żywność (surowe skorupiaki i ostrygi, świeże sałatki, owoce, warzywa lub inne produkty spożywcze przygotowane przez zarażone osoby) lub pijąc nieoczyszczoną wodę³⁴.

³⁴ Yoonjeong Yoo, Miseon Sung, Jeongeun Hwang, Daseul Yeo, Ziwei Zhao, Changsun Choi i Yohan Yoon. Quantitative Risk Assessment of Hepatitis a Virus Infection Arising from the Consumption of Fermented Clams in South Korea (Ilościowa ocena ryzyka zakażenia wirusem zapalenia wątroby typu A wynikającego ze spożycia fermentowanych małży w Korei Południowej). Foods 2023, 12(4), 796; <https://doi.org/10.3390/foods12040796>.

Zmniejszenie ryzyka zakażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: szczepienia, dokładne mycie rąk mydłem i czystą wodą przed przygotowaniem i spożywaniem żywności lub po skorzystaniu z łazienki, unikanie jedzenia surowych lub niedogotowanych owoców morza, dokładne płukanie świeżych owoców i warzyw przed jedzeniem, picie wyłącznie wody butelkowanej lub uzdatnionej chemicznie.

5.2 Wirusowe zapalenie wątroby typu E

Wirus zapalenia wątroby typu E (HEV) można znaleźć w jelitach ludzi. HEV powoduje zapalenie wątroby typu E, zakażenie jelit i wątroby. W wielu przypadkach infekcja HEV jest łagodna i samoograniczająca się, nie powoduje długotrwałych powikłań wątrobowych, małe dzieci mogą nie mieć zauważalnych objawów. Ciężka choroba jest możliwa u osób wrażliwych, takich jak kobiety w ciąży, osoby starsze i osoby z innymi chorobami wątroby lub osłabionym układem odpornościowym. Pierwsze objawy zakażenia pojawiają się w ciągu 5 do 6 tygodni po ekspozycji i obejmują łagodną gorączkę, nudności, wymioty, zmniejszony apetyt, ból brzucha, ból stawów, żółtaczkę, wysypkę, ciemne zabarwienie moczu i blade stolce, w niektórych przypadkach hepatomegalię (powiększoną i tkliwą wątrobę). Objawy zwykle ustępują w ciągu 1 do 6 tygodni bez uszkodzenia wątroby. Kobiety w ciąży wykazują cięższy przebieg infekcji niż inni pacjenci, niewydolność wątroby może być śmiertelna u 20% do 25%. HEV może również przenikać barierę łożyskową i zainfekować płód, co może spowodować przedwczesny poród, urodzenie martwego dziecka lub śmierć noworodka. Ludzie zarażają się zazwyczaj poprzez picie skażonej, nieoczyszczonej wody i niskie standardy higieny (choroba "brudnych rąk"), a także spożywanie surowej lub niedogotowanej wieprzowiny, dziczyzny lub owoców morza³⁵.

Zmniejszenie ryzyka zakażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: dokładne mycie rąk mydłem i czystą wodą przed przygotowaniem i spożywaniem żywności lub po skorzystaniu z łazienki, dokładne gotowanie mięsa, zwłaszcza wieprzowiny i dziczyzny, unikanie spożywania surowych lub niedogotowanych owoców morza, picie wyłącznie wody butelkowanej lub uzdatnionej chemicznie.

5.3 Rotawirusy

Rotawirusy to rodzaj wirusów wywołujących ciężkie biegunkowe infekcje jelitowe. Rodzaj obejmuje 9 gatunków o nazwach od "A" do "J", ale tylko gatunki "A", "B" i "C" mogą powodować choroby u ludzi. Zakażenie rotawirusami jest wysoce zaraźliwe (dawka zakażenia mniejsza niż 100 cząstek wirusa) i może być przenoszona drogą fekalno-oralną lub oddechową oraz poprzez bezpośredni lub pośredni kontakt z zakażonymi osobami (ręce, powierzchnie lub przedmioty). Wirusy są stabilne w środowisku zewnętrznym i mogą przetrwać od 9 do 19 dni poza żywicielem. Rotawirusowe zakażenie jelit jest chorobą o przebiegu od łagodnego do ciężkiego. Objawy często zaczynają się w ciągu 2 dni po ekspozycji i obejmują nudności,

³⁵ Owada, K.; Sarkar, J.; Rahman, M.K.; Khan, S.A.; Islam, A.; Hassan, M.M.; Soares Magalhães, R.J. Epidemiological Profile of a Human Hepatitis E Virus Outbreak in 2018, Chattogram, Bangladesh. Trop. Med. Infect. Dis. 2022, 7, 170. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed7080170>.

wymioty, wodnistą biegunkę i łagodną gorączkę. W niektórych przypadkach może dojść do poważnego odwodnienia.

Zakażenia rotawirusem A mogą występować przez całe życie, ponieważ szczepionka lub naturalne zakażenie nie zapewniają pełnej odporności. Pierwsze zakażenie zwykle wywołuje objawy i może mieć ciężki przebieg, ale kolejne są zwykle łagodne lub bezobjawowe. Najpoważniejsze objawy mogą wystąpić u małych dzieci (w wieku od 6 miesięcy do 2 lat), osób starszych i pacjentów z niedoborem odporności. Większość zdrowych osób dorosłych nie jest podatna na zakażenie rotawirusem³⁶.

Zmniejszenie ryzyka zakażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: szczepienia, dokładne mycie rąk mydłem i czystą wodą przed przygotowaniem i spożywaniem żywności lub po skorzystaniu z łazienki, dokładne czyszczenie powierzchni i przedmiotów (zwłaszcza toalet) środkami dezynfekującymi zawierającymi podchloryn sodu.

5.4 Astrowirusy

Astrowirusy są typem wirusów patogennych dla ludzi i zwierząt. Obejmują one ponad 8 zidentyfikowanych serotypów wywołujących choroby żołądka i jelit u ludzi. Astrowirusy są związane z około 10% chorób żołądka i jelit u małych dzieci, ale ludzie w każdym wieku są podatni. Okres inkubacji wynosi około 3 do 4 dni. Głównymi objawami infekcji są biegunka, a następnie nudności, wymioty, łagodna gorączka, osłabienie i ból brzucha. Odwodnienie występuje bardzo rzadko, a w większości przypadków objawy ustępują samoistnie po 2 do 4 dniach. W grupie pacjentów wysokiego ryzyka (bardzo małe dzieci, osoby starsze i osoby z niedoborem odporności lub niedożywione) astrowirusy mogą powodować poważne odwodnienie, które może wymagać opieki szpitalnej. Astrowirusy są przenoszone drogą oralno-fekalną, głównym sposobem przenoszenia jest jedzenie lub picie skażonych produktów spożywczych³⁷.

Zmniejszenie ryzyka skażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: przestrzeganie dobrych praktyk postępowania z żywnością, przestrzeganie dobrych praktyk higienicznych, dezynfekcję powierzchni i przedmiotów.

5.5 Norowirusy - dawniej wirus Norwalk

Jej nazwa pochodzi od Norwalk w stanie Ohio, gdzie została po raz pierwszy wyizolowana w 1968 roku. Często zanieczyszcza lód, co jest częstym zjawiskiem na Filipinach i w innych miejscach. Może stanowić poważny problem w krajach rozwijających się bez odpowiednich systemów uzdatniania wody. Jest to również wirus, który często atakuje statki wycieczkowe. Norowirusy to grupa patogennych wirusów, które powodują ostre zapalenie żołądka i/lub jelit. Grupa norowirusów obejmuje 10 genogrup i 48 genotypów. Zakażenie rotawirusami jest

³⁶ Serhii O. Soloviov, Tetiana S. Todosiichuk, Olena V. Kovaliuk, Gabriel M. Filippelli, Olena P. Trokhymenko, Iryna V. Dziublyk i Zachary A. Rodd. Rotaviruses and Noroviruses as Etiological Agents of Acute Intestinal Diseases of Ukrainian Children. Int. J. Environ. Res. Public Health 2022, 19(8), 4660; <https://doi.org/10.3390/ijerph19084660>.

³⁷ Diem-Lan Vu, Albert Bosch, Rosa M. Pintó i Susana Guix. Epidemiologia klasycznego i nowego ludzkiego astrowirusa: Gastroenteritis and Beyond. Viruses 2017, 9(2), 33; <https://doi.org/10.3390/v9020033>.

wysoce zaraźliwe (dawka zakażenia wynosi 10-100 cząstek wirusa) i może być przenoszone drogą fekalno-oralną lub oddechową oraz poprzez bezpośredni lub pośredni kontakt z zakażonymi osobami (ręce, powierzchnie lub przedmioty). Objawy pojawiają się zwykle w ciągu 1-2 dni po ekspozycji (spożywanie skażonej żywności, dotykane skażonych powierzchni lub przedmiotów) i obejmują częste wymioty, nudności, bóle mięśni i głowy, umiarkowaną wodnistą biegunkę, stan podgorączkowy. W przypadku bardzo małych dzieci, osób starszych i osób z niedoborem odporności wymioty i biegunka mogą powodować poważne odwodnienie. U osób zdrowych główne objawy ustępują samoistnie w ciągu 1-3 dni. Norowirusy są stabilne poza gospodarzem, odporne na ciepło (inaktywacja w ciągu 30 minut w 60°C) i na środki dezynfekujące na bazie alkoholu³⁸.

Zmniejszenie ryzyka zakażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: dokładne mycie rąk mydłem i czystą wodą przed przygotowaniem i spożywaniem żywności lub po skorzystaniu z łazienki, dokładne czyszczenie powierzchni i przedmiotów (zwłaszcza toalet) środkami dezynfekującymi zawierającymi podchloryn sodu, dokładne płukanie świeżych owoców i warzyw przed jedzeniem, unikanie spożywania surowych lub niedogotowanych owoców morza.

6. Najczęstsze choroby przenoszone przez żywność - priony

6.1 Priony

Gąbczasta encefalopatia bydła (BSE). Lepiej znana jako "choroba szalonych krów". Znana również jako choroba wyniszczająca krowy. Wariant choroby Creutzfeldta-Jakoba (CJD) - forma CJD występująca głównie u młodych ludzi. BSE i CJD to choroby związane z gromadzeniem się nieprawidłowych białek w mózgu (prionów). Choroba szalonych krów nie jest chorobą wirusową. Jest ona wywoływana przez tak zwane "priony", nieprawidłowo sfałdowane białka znajdujące się w mózgu zakażonych zwierząt. U ludzi choroba zwana chorobą Creutzfeldta-Jakoba wywołuje podobne objawy i patologię mózgu. W ciągu ostatnich dziesięcioleci tę typową chorobę wieku podeszłego zaobserwowano również u młodych pacjentów, w większości mieszkających w Wielkiej Brytanii, i nazwano ją wariantem Creutzfeldta-Jakoba (vCJD). Chorobę tę można powiązać z jedzeniem krowiego mięsa zwierząt cierpiących na chorobę szalonych krów. Wcześniej populacje o dziwnych nawykach żywieniowych, takich jak kanibalizm w Papui Nowej Gwinei lub jedzenie małpich mózgów na dalekim wschodzie, były również związane z cCJD. Niezwykła odporność na ciepło, promieniowanie UV, promieniowanie jonizujące, procesy sterylizacji, środki dezynfekujące - DNAza/RNAza - Fenole.

Priony to białka o zniekształconym kształcie. Ich trójwymiarowa konformacja ma kluczowe znaczenie dla infekcyjności. Zazwyczaj fenole są używane do denaturacji białek, ale nie

³⁸ Elias P. Papapanagiotou. Foodborne Norovirus State of Affairs in the EU Rapid Alert System for Food and Feed. Vet. Sci. 2017, 4(4), 61; <https://doi.org/10.3390/vetsci4040061>.

denaturują one prionów. Co zaskakujące, ozon może mieć pewną skuteczność przeciwko prionom, ale potrzebne są dalsze badania w tym zakresie. Jak dotąd wykazano, że tylko bardzo wysokie temperatury skutecznie niszczą priony.

Możliwe drogi przenoszenia prionów. Uważa się, że pasza zawierająca tusze owiec chorych na trzęsawkę była pierwotnym źródłem choroby szalonych krów. Zarażona krowa może przenosić chorobę na inne krowy.

Ludzie mogą zarazić się poprzez spożycie mięsa chorych krów. Nie można wykluczyć, że priony mogą być przenoszone przez kosmetyki lub dodatki do żywności, które zawierają materiał pochodzenia bydłęcego. Udowodniono również przenoszenie prionów z człowieka na człowieka poprzez przeszczepy krwi i tkanek³⁹.

Ryzyko skażenia i zatrucia można zmniejszyć poprzez: mycie rąk i odsłoniętej skóry przed jedzeniem, piciem lub paleniem, nie spożywanie części krowy, takich jak mózg i rdzeń kręgowy.

³⁹ Edgar Holznagel, Barbara Yutzy, Carina Kruip, Par Bierke, Walter Schulz-Schaeffer, Johannes Löwer. Priony przenoszone drogą pokarmową z mózgu krów z gąbczastą encefalopatią bydła wznoszą się w neuronach doprowadzających do ośrodkowego układu nerwowego małą i rozprzestrzeniają się na migdałki i śledzionę na późnym etapie okresu inkubacji. J Infect Dis 2015 Nov 1;212(9):1459-68. doi: 10.1093/infdis/jiv232. Epub 2015 Apr 20.

7. Najczęstsze toksyny przenoszone przez żywność

7.1 Rycyna

Toksyna rycynowa jest naturalną trucizną występującą w ziarnach rącznika pospolitego. Może być pozyskiwana z całych ziaren lub z materiału odpadowego powstającego w procesie technologicznym przetwarzania ziaren rącznika pospolitego. Toksyna może występować w różnych formach - proszku, granulatu, mgły, a także może być rozpuszczona w wodzie lub słabym kwasie. W normalnych warunkach toksyna rycynowa jest stabilna, inaktywacja następuje w temperaturze 80 °C lub wyższej. Po spożyciu rycyny początkowe objawy pojawiają się w czasie krótszym niż 6-12 godzin (w zależności od spożytej ilości). Początkowe objawy dotyczą układu pokarmowego i obejmują ból brzucha, nudności i wymioty, często krwawe. W rezultacie po kolejnych 12 godzinach dochodzi do poważnego odwodnienia i problemów z nerkami, wątrobą i ciśnieniem krwi. Późne objawy mogą obejmować niskie ciśnienie krwi, drgawki i krew w moczu. Po kilku dniach wątroba, nerki i śledziona mogą przestać działać, a ofiara zatrucia może umrzeć. Na rycynę nie ma antidotum. W leczeniu najważniejsze jest szybkie pozbycie się toksyny z organizmu, ale nie należy wywoływać wymiotów. Wspomagająca opieka medyczna w przypadku zatrucia pokarmowego obejmuje podawanie płynów dożylnych (nie do picia), węgla aktywowanego lub płukanie żołądka (tylko w ciągu kilku godzin po spożyciu)⁴⁰.

Zmniejszenie ryzyka skażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: brak dostępnego antidotum, szczepionki ani skutecznego leczenia. Najlepsze praktyki zapobiegania rycynie są nadal w fazie rozwoju.

7.2 Toksyna botulinowa

Toksyna botulinowa jest neurotoksyną wytwarzaną przez szczepy bakterii *Clostridium botulinum*. Toksyna botulinowa jest jedną z najbardziej trujących substancji biologicznych, dawka śmiertelna u ludzi wynosi 1,3-2,1 ng/kg masy ciała. Jest odporna na enzymy przewodu pokarmowego, ale ulega inaktywacji po 15-20 minutach w temperaturze 100°C (pasteryzacja, gotowanie). Do zatrucia jadem kiełbasianym może dojść po spożyciu żywności skażonej toksyną botulinową. Żywność o wysokim ryzyku to niewłaściwie przygotowane domowe konserwy, pasteryzowane lub sfermentowane produkty spożywcze. Objawy zatrucia jadem kiełbasianym zwykle pojawiają się w ciągu 18-36 godzin, ale mogą również wystąpić w ciągu kilku dni po spożyciu toksyny (w zależności od ilości spożytej toksyny). Typowe objawy obejmują niewyraźne i podwójne widzenie, nudności, wymioty, osłabienie mięśni, trudności

⁴⁰ Jennifer Audi, Martin Belson, Manish Patel, MSc; Joshua Schier, John Osterloh. Zatrucie rycyną. Kompleksowy przegląd. JAMA. 2005;294(18):2342-2351. doi:10.1001/jama.294.18.2342.

w oddychaniu i połykaniu, zmniejszenie lub brak reakcji nerwowej. W leczeniu dostępna jest antytoksyna, która zmniejsza szkodliwość i śmiertelność, ale nie leczy wyrządzonych szkód⁴¹.

Zmniejszenie ryzyka zanieczyszczenia i zatrucia jest możliwe poprzez: nie próbowanie żywności w puszkach w celu sprawdzenia, czy są one nadal dobre. Wyrzucanie wszelkich puszek, które są wybrzuszone, nieszczelne lub wyglądają na uszkodzone. Upewnij się, że wszystkie podawane produkty są dobrze ugotowane. Przechowuj w lodówce oleje nasączone np. czosnkiem lub ziołami. Oddzielaj żywność surową od gotowanej. Przechowuj żywność w bezpiecznych temperaturach. Ziemniaki, które zostały upieczone, powinny być przechowywane w folii do czasu spożycia. Nie podawać miodu ani syropu kukurydzianego niemowlętom poniżej 1 roku życia.

7.3 Enterotoksyna gronkowcowa typu B (SEB)

Enterotoksyna gronkowcowa typu B (SEB) jest toksyną wytwarzaną przez szczepy bakterii *Staphylococcus aureus*. SEB jest odporna na enzymy proteolityczne w przewodzie pokarmowym (pepsyna, trypsyna) i wysoką temperaturę. Dawka wywołująca objawy zatrucia u ludzi wynosi od 20 do 100 ng/kg. Objawy zatrucia rozwijają się szybko, ok. 30 minut po spożyciu żywności skażonej toksyną i trwają 1-2 dni. Produkty spożywcze o wysokim ryzyku skażenia to krojone mięso, surowe mleko i produkty mleczne. Enterotoksyna gronkowcowa B nie zmienia smaku ani zapachu żywności. W leczeniu najważniejsze jest picie dużej ilości płynów lub w ciężkich przypadkach podawanie leków zmniejszających wymioty i płynów dożylnych. Antybiotykoterapia nie daje żadnych rezultatów w leczeniu zatrucia SEB⁴².

Ryzyko skażenia i zatrucia można zmniejszyć poprzez: unikanie spożywania nieszlachetnego mięsa, nabiału i produktów piekarniczych. SEB można zniszczyć poprzez podgrzanie żywności i wody do temperatury 100°C przez kilka minut. Do odkażania zaleca się stosowanie wody z mydłem. Żywność skażoną SEB należy wyrzucić.

7.4 Toksyny z alg (toksyny z owoców morza)

Toksyny glonów są wytwarzane przez okrzemki i bruzdnice w słonej wodzie mórz, oceanów i zatok. Szkodliwe toksyny zakwitu glonów obejmują: brewetoksynę, saksytoksynę, kwas azaspirowy, dinofysistoksynę, ciguatoksynę, kwas domoikowy i okadaikowy. Toksyny glonów gromadzą się w wielu gatunkach skorupiaków lub ryb morskich podczas karmienia filtracyjnego. Ludzie chorują po zjedzeniu owoców morza zawierających toksyny lub wypiciu skażonej wody, ponieważ toksyny nie są niszczone przez wysokie lub niskie temperatury. Produkty spożywcze o podwyższonym ryzyku to małże, kraby, ryby koralowe, ostrygi, przegrzebki, tuńczyk, marlin, sardela i sardynki. Objawy występują zwykle w ciągu 30 minut do 6 godzin po spożyciu toksyny. Objawy zależą od rodzaju spożytej toksyny, ale zazwyczaj obejmują ból brzucha, nudności, wymioty, biegunkę, duszność, ból głowy i osłabienie.

⁴¹ Davide Lonati, Azzurra Schicchi, Marta Crevani, Eleonora Buscaglia, Giulia Scaravaggi, Francesca Maida, Marco Cirronis, Valeria Margherita Petrolini i Carlo Alessandro Locatelli. Botulizm przenoszony przez żywność: Diagnoza kliniczna i leczenie. *Toxins* 2020, 12(8), 509; <https://doi.org/10.3390/toxins12080509>.

⁴² Irina V. Pinchuk, Ellen J. Beswick i Victor E. Reyes. *Staphylococcal Enterotoxins*. *Toxins* (Basel). 2010 Aug; 2(8): 2177-2197. doi: 10.3390/toxins2082177.

U zdrowej osoby objawy niezbyt ciężkiego zatrucia ustępują w ciągu kilku dni, bez konieczności stosowania specjalnego leczenia (jedynie leczenie podtrzymujące). W ciężkich przypadkach może powodować śpiączkę, paraliż, utratę pamięci, dezorientację, nieregularne bicie serca, niewydolność oddechową i w końcu może być śmiertelne⁴³.

Zmniejszenie ryzyka skażenia i zatrucia jest możliwe dzięki: produkty ze skorupiaków należy kupować wyłącznie od renomowanych i licencjonowanych pośredników lub sklepów z owocami morza. Spożywanie mniejszych ilości skorupiaków podczas jednego posiłku. Unikanie spożywania wnętrzności, gonad i ikry. Toksyny są stabilne termicznie. Nie można ich zniszczyć w procesie gotowania. Jednak gotowanie w temperaturze 100⁰ C do momentu otwarcia skorupki, a następnie gotowanie przez dodatkowe 5 minut zmniejszy ryzyko spowodowane zanieczyszczeniem.

7.5 Mikotoksyny

Mikotoksyny to grupa toksycznych metabolitów wytwarzanych przez niektóre rodzaje grzybów (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Claviceps*). Mogą one powodować rzadkie choroby u ludzi i zwierząt. Główne grupy mikotoksyn obejmują aflatoksyны (wytwarzane przez *Aspergillus flavus* i *parasiticus*), ochratoksyny (gatunki *Penicillium* i *Aspergillus*), cytryninę (*Penicillium citrinum* i inne gatunki *Penicillium* i *Aspergillus*), alkaloidy sporyszu (gatunki *Claviceps*), patulina (*Penicillium expansum* i inne gatunki *Aspergillus*, *Penicillium* i *Paecilomyces*) oraz toksyny fusarium (gatunki *Fusarium*). Ludzie mogą ulec zatruciu po bezpośrednim spożyciu skażonych produktów spożywczych. Mikotoksyny mogą zanieczyścić żywność w wyniku infekcji grzybiczej upraw lub produktów żywienia zwierząt gospodarskich. Produkty spożywcze o wysokim ryzyku zanieczyszczenia mikotoksynami to suche przyprawy (czerwone chili, imbir, pieprz itp.), napoje (piwo, wino, soki), zboża (pszenica, żyto, jęczmień, owies, ryż i kukurydza), żywność barwiona pigmentem *Monascus*.

Metody zapobiegania obejmują stosowanie chemicznych i biologicznych środków grzybobójczych w uprawach, kontrolę temperatury i wilgotności podczas przechowywania ziaren zbóż, napromieniowanie i leczenie fotodynamiczne. Mikotoksyny mogą powodować ostre i przewlekłe zatrucia zwane mikotoksykozą. Objawy zależą od rodzaju, ilości i czasu ekspozycji na mikotoksyny, ale generalnie powodują dolegliwości żołądkowo-jelitowe (nudności, biegunkę, wymioty), a czasem także poważne uszkodzenie wątroby, euforię, halucynacje, stany zapalne skóry, zaburzenia neurologiczne (np. drgawki), krwawienia, a nawet poronienia. Ciężkie zatrucie może być śmiertelne⁴⁴.

Zmniejszenie ryzyka zanieczyszczenia i zatrucia jest możliwe dzięki: ziarna i orzechy powinny być spożywane tak świeże, jak to możliwe. Właściwe przechowywanie produktów spożywczych. Produkty spożywcze powinny być chronione przed owadami i przechowywane

⁴³ Stephanie L Hinder, Graeme C Hays, Caroline J Brooks, Angharad P Davies, Martin Edwards, Anthony W Walne & Mike B Gravenor. Toksyczne mikroalgi morskie i zatrucia skorupiakami na Wyspach Brytyjskich: historia, przegląd epidemiologii i przyszłe implikacje. *Environmental Health* tom 10, numer artykułu: 54 (2011)

⁴⁴ Jagoda Kępińska-Pacelik i Wioletta Biel. Mikotoksyny - zapobieganie, wykrywanie, wpływ na zdrowie zwierząt. *Procesy* 2021, 9(11), 2035; <https://doi.org/10.3390/pr9112035>

w suchym, niezbyt ciepłym miejscu. Nie należy przechowywać produktów spożywczych przez dłuższy czas przed ich użyciem.

7.5.1 Aflatoksyny

Aflatoksyny są jednym z rodzajów mikotoksyn wytwarzanych przez gatunki *Aspergillus* (głównie *flavus* i *parasiticus*). Gatunki grzybów wytwarzające aflatoksyny znaleziono w gnijących roślinach, owocach i glebie. Zarodniki grzybów są roznoszone przez owady i wiatr, w wyniku czego atakują uprawy rolne. Infekcja może wystąpić podczas wzrostu rośliny, a także podczas przetwarzania, przechowywania lub transportu. Główne rodzaje aflatoksyn to B1, B2, G1, G2, M1 i M2, najbardziej szkodliwa dla ludzi jest aflatoksyna B1. Aflatoksyny mogą powodować ostre i przewlekłe zatrucia, alergie, a także poważne choroby wątroby, układu oddechowego, pokarmowego i odpornościowego. Są one również klasyfikowane jako substancje mutagenne i wysoce rakotwórcze. Powodują pierwotnego raka wątroby, a także raka żołądka, przełyku, tkanek miękkich i białaczkę. Objawy zależą od ilości spożytych toksyn i czasu ekspozycji. Początkowe objawy obejmują objawy alergiczne (nieżyt nosa, zapalenie spojówek, zapalenie krtani, bóle głowy i zmiany skórne). Objawy ostrego zatrucia aflatoksyną obejmują obrzęk płuc, kaszel, duszność, krwawienie wewnętrzne, bóle brzucha, nudności, wymioty, gorączkę, żółtaczkę, drgawki i śpiączkę. Przewlekłe zatrucie może prowadzić do: marskości wątroby, uszkodzenia nerek, ciężkich alergii skórnych i oddechowych, zaburzeń wzrostu u dzieci, zaburzeń psychicznych, obrzęku kończyn. Aflatoksyny można znaleźć w nieprawidłowo przechowywanej żywności importowanej z krajów tropikalnych (orzeszki ziemne, migdały, rodzynki, daktyle, figi, ziarna zbóż - szczególnie w ryżu i kukurydzy), przyprawach, olejach roślinnych, a nawet mięsie i produktach mlecznych pochodzących od zwierząt karmionych zanieczyszczoną paszą⁴⁵.

Zmniejszenie ryzyka zanieczyszczenia i zatrucia jest możliwe poprzez: orzechy i masła orzechowe powinny być kupowane tylko od głównych marek handlowych. Orzechy, które wyglądają na spleśniałe, odbarwione, wyschnięte powinny być wyrzucane. Egzekwowanie surowych standardów bezpieczeństwa żywności.

⁴⁵ Solomon Abreham, Valsa Remony Manoj, Merry Hailu, Yu-Yi Chen, Yu-Chun Lin i Yen-Po Chen. Aflatoksyny: źródło, wykrywanie, cechy kliniczne i zapobieganie. Processes 2023, 11(1), 204; <https://doi.org/10.3390/pr11010204>.

8. Najczęstsze chemikalia przenoszone przez żywność

8.1 Ołów

Ołów był używany przez ludzi od czasów prehistorycznych i nadal jest wykorzystywany w przemyśle i rzemiośle. Ołów był używany w rurach wodociągowych i dlatego może stanowić problem w starszych domach i dzielnicach. Ołów jest nadal używany w ceramice szklanej, ołowiu i puszkach lutowanych ołowiem. Jeśli przedmioty te wejdą w kontakt z kwaśną żywnością, ołów może łatwo wypłukać i zanieczyścić żywność. Dzięki zwiększonej świadomości na temat negatywnego wpływu ołowiu na zdrowie, wydano różne przepisy, które doprowadziły do znacznego zmniejszenia ilości ołowiu w naszym środowisku i żywności. Szacuje się, że średnie dzienne spożycie ołowiu z żywnością wynosi około 20 µg/dzień, co oznacza spadek z 400-500 µg/dzień w latach 40. ubiegłego wieku. Spożycie to może być znacznie wyższe w pewnych okolicznościach, tj. w przypadku starych ołowianych rur wodociągowych, naczyń ze szklivem ołowiowym oraz pobierania ołowiu z odprysków farby i kurzu domowego w starych domach przez niemowlęta i małe dzieci.

Ołów jest neurotoksyczny. Narażenie dzieci na ołów powoduje wzrost jego poziomu we krwi do 10 µg/dL. Ołów obniża IQ o około 4-7 punktów. W przypadku populacji obniżenie średniego IQ o zaledwie 5 punktów skutkuje spadkiem liczby osób wybitnie uzdolnionych i wzrostem liczby osób upośledzonych umysłowo o około 57%⁴⁶. Taka zmiana nie byłaby łatwa do rozpoznania, ale konsekwencje dla społeczeństwa i jednostki są ogromne.

Narażenie i przyjmowanie. Żywność zmniejszyła spożycie z 400-500 µg/dzień (1940) do < 20 µg/dzień obecnie. Środowisko - farba, pył ołowiowy w gospodarstwach domowych. Woda pitna (około 10 µg/dzień, rzadko 20 µg)⁴⁷.

Zmniejszenie ryzyka zanieczyszczenia i zatrucia jest możliwe poprzez: mycie warzyw i owoców w celu usunięcia kurzu i ziemi (mogą zawierać ołów). Usuwanie zewnętrznych liści z zielonych warzyw liściastych i obieranie roślin korzeniowych. Mycie rąk przed przygotowaniem żywności.

8.2 Rtęć

Rtęć jest naturalnym składnikiem skorupy ziemskiej. Wykorzystanie rtęci w przemyśle chemicznym i przetwórstwie metali oraz jej uwalnianie podczas spalania węgla i odpadów znacznie zwiększyło poziom rtęci w atmosferze. Jest to problem, ponieważ rtęć jest bardzo trwała i ulega biomagnifikacji w ekosystemach. Głównym źródłem narażenia ludzi na działanie rtęci, zwłaszcza wysoce toksycznej metylortęci, jest spożywanie ryb. Rtęć może powodować

⁴⁶ J Schwartz. Niski poziom ekspozycji na ołów i IQ dzieci: metaanaliza i poszukiwanie progów. Environ Res. 1994 Apr;65(1):42-55. doi: 10.1006/enrs.1994.1020.

⁴⁷ Marcella Malavolti, Susan J Fairweather-Tait, Carlotta Malagoli, Luciano Vescovi, Marco Vinceti, Tommaso Filippini. Narażenie na ołów w populacji włoskiej: Zawartość w żywności, spożycie i ocena ryzyka. Food Res Int. 2020 Nov; 137: 109370. doi: 10.1016/j.foodres.2020.109370. Epub 2020 Jun 2.

poważne szkody zdrowotne, wpływając na wiele narządów, ale w szczególności na OUN (Ośrodkowy Układ Nerwowy).

Zmniejszenie ryzyka skażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: ograniczenie ilości spożywanych ryb. W przypadku kobiet unikanie spożywania ryb, jeśli jest w ciąży lub karmi piersią.

8.2.1. Choroba z Minamaty

Na początku lat pięćdziesiątych XX wieku zaobserwowano nową tajemniczą chorobę neurologiczną w zatoce Minamata w Japonii. W 1953 roku wiele osób w wiosce rybackiej w Japonii zaczęło cierpieć na tajemniczą chorobę. Minęły lata, zanim odkryto przyczynę tego cierpienia: rtęć w rybach i skorupiakach z zatoki. Do tego czasu tysiące ludzi zostało zatrutych, wielu zmarło, inni na zawsze stracili zdrowie. W 1959 roku metylortęć zidentyfikowano jako odpowiedzialną toksynę. Siarczany i chlorek rtęci z fabryki plastiku odprowadzane wraz ze ściekami do zatoki. Bakterie przekształciły nieorganiczną rtęć w rtęć organiczną (głównie alkilową) - Metylortęć gromadziła się w rybach i skorupiakach - Rybacy i ich rodziny jedli ryby zatrute rtęcią - Choroba z Minamaty stała się synonimem zatrucia metylortęcią.

Zalecenia dla młodych kobiet i dzieci:

- Nie należy spożywać rekina, miecznika, makreli królewskiej ani płytecznika, ponieważ zawierają one wysoki poziom rtęci
- Jedz do 350 gramów (2 średnie porcje) tygodniowo różnych ryb i skorupiaków o niższej zawartości rtęci

Pięć najczęściej spożywanych ryb o niskiej zawartości rtęci to krewetki, tuńczyk w puszcze, łosoś, mintaj i sum. Inna powszechnie spożywana ryba, tuńczyk biały, zawiera więcej rtęci niż tuńczyk z puszki. Tak więc, wybierając dwa porcje z ryb i skorupiaków, można zjeść do 175 gramów (jeden średni porcja) tuńczyka białego tygodniowo.

W przypadku braku możliwości zasięgnięcia porady, należy spożywać do 175 gramów (jeden średni porcja) ryb z lokalnych wód tygodniowo, ale nie spożywać żadnych innych ryb w ciągu tego tygodnia⁴⁸.

Rtęć jest bardzo toksyczna i coraz częściej występuje w naszym środowisku i żywności, zwłaszcza w rybach. Zdecydowano, że sytuacja jest na tyle poważna, że należy ostrzec młode kobiety, aby ograniczyły spożycie ryb do nie więcej niż 2 porcji tygodniowo i całkowicie unikały niektórych rodzajów ryb, o których wiadomo, że zawierają wysoki poziom rtęci.

8.3 Trwałe zanieczyszczenia organiczne (TZO)

TZO są trwałe, utrzymują się przez lata lub dziesięciolecia, zanim ulegną degradacji. Często są wysoce toksyczne, uszkodzając ośrodkowy układ nerwowy, układ hormonalny, układ rozrodczy i inne. Odparowują i przemieszczają się na duże odległości; ponieważ zależy to od temperatury, TZO przemieszczają się z ciepłego do zimnego klimatu. Gromadzą się w tkance

⁴⁸ Tatiana Kimáková, Lucia Kuzmová, Zuzana Nevoľná, Vladimír Bencko. Ryby i produkty rybne jako czynniki ryzyka narażenia na rtęć. Ann Agric Environ Med. 2018;25(3):488-493. DOI: <https://doi.org/10.26444/aaem/84934>.

tłuszczowej; prowadzi to do "bioakumulacji" i "biomagnifikacji". W przeciwieństwie do metali, które są związkami naturalnymi, TZO zostały stworzone przez człowieka i stanowią problem "rewolucji chemicznej" XX wieku. Ta duża grupa związków ma kilka cech wspólnych. Są trwałe, ponieważ nie ulegają łatwo degradacji w środowisku. Często są wysoce toksyczne dla określonych lub wszystkich gatunków. Parują i mogą przemieszczać się w powietrzu na duże odległości, docierając do regionów świata, w których nigdy nie były produkowane ani używane, takich jak górskie jeziora w Himalajach i Arktyce. Kumulują się w tkance tłuszczowej ze względu na swoją lipofilność, co skutkuje bioakumulacją i biomagnifikacją⁴⁹.

8.3.1 Terminologia

Biomagnifikacja - stopniowy wzrost stężenia substancji zanieczyszczającej na każdym poziomie łańcucha pokarmowego. Opisuje wzrost stężenia związku w organizmie w czasie.

Bioakumulacja - to proces, w którym organizmy (w tym ludzie) mogą pobierać zanieczyszczenia szybciej, niż ich ciała są w stanie je wyeliminować. Opisuje wzrost poziomu zanieczyszczenia w łańcuchu pokarmowym.

Ludzie znajdują się na końcu łańcucha pokarmowego, więc biomagnifikacja jest dla nas bardzo ważna. DDT: przewlekłe działanie niskich dawek zmienia metabolizm hormonów, leków itp. (indukcja cytochromu P450). Przerost hepatocytów. Zaburzenia równowagi estrogenowej u ptaków - zmiany w metabolizmie wapnia - przerzedzenie skorupki jaj. Rakotwórcze (białaczka, płuca, mózg). Zmniejszony rozmiar jąder. Problemy z zajściem w ciążę i/lub jej utrzymaniem. Upośledzenie niektórych zdolności poznawczych, niska samoocena, depresja. Stosowanie DDT zostało zakazane w większości krajów w 1970 roku.

8.4 The Dirty Dozen

Konwencja Sztokholmska zidentyfikowała 12 najważniejszych związków, którymi należy się zająć, nazywając je "Parszywą Dwunastką". Patrząc na listę, można zauważyć, że 9 z nich to pestycydy. Konwencja zezwala na stosowanie kilku z nich, uznając ciągłą potrzebę stosowania tych pestycydów w pewnych sytuacjach, ale zaleca lub wymaga zdecydowanego ograniczenia ich stosowania do niezbędnego minimum. Pozostali trzej członkowie Parszywej Dwunastki to w rzeczywistości grupy związków o bardzo podobnej strukturze chemicznej. Jeden z nich, dioksyny, są produktem ubocznym produkcji chemicznej niektórych pestycydów (Agent Orange) lub niepełnego spalania, na przykład w spalarniach odpadów komunalnych. Dioksyny nigdy nie miały praktycznego zastosowania dla ludzi, ale są wysoce toksyczne.

Parszywa dwunastka: aldryna, chlordan (wyłączone w odniesieniu do niektórych konkretnych produkcji i zastosowań), diedryna (konwencja wyłącza niektóre konkretne zastosowania), endryna, heptachlor (konwencja wyłącza niektóre konkretne zastosowania), toksafen z DDT (stosowanie powinno być ograniczone), heksachlorobenzen (HCB), mireks (konwencja

⁴⁹ Hing Man Chan, Kavita Singh, Malek Batal, Lesya Marushka, Constantine Tikhonov, Tonio Sadik, Harold Schwartz, Amy Ing i Karen Fediuk. Poziomy metali i trwałych zanieczyszczeń organicznych w tradycyjnej żywności spożywanej przez Pierwsze Narody żyjące w rezerwach w Kanadzie. Can J Public Health. 2021 Jun; 112(Suppl 1): 81-96. doi: 10.17269/s41997-021-00495-7.

wyłącza niektóre konkretne produkcje i zastosowania), dioksyny (TCDD), furany, PCB (konwencja wyłącza niektóre konkretne zastosowania)⁵⁰.

8.4.1 Dioksyny

Dioksyny i związki dioksynopodobne (DLC) to grupa silnie trujących związków chemicznych będących trwałymi zanieczyszczeniami organicznymi środowiska, należących do typu chlorowanych węglowodorów aromatycznych. Grupa obejmuje ponad 400 związków, które są uwalniane do środowiska w wyniku działalności człowieka (spalanie odpadów, przypadkowe i dzikie pożary, wytopianie i rafinacja metali). Dioksyny gromadzą się w środowisku i mogą być uwalniane do produktów spożywczych, takich jak ryby i owoce morza, tłuste mięso, mleko i produkty mleczne oraz woda pitna. Ostre zatrucia dioksynami są zgłaszane niezwykle rzadko i są związane z bezpośrednim narażeniem na wysokie dawki, objawy obejmują trądzik chlorowy, przebarwienia skóry, wysypkę i umiarkowane uszkodzenie wątroby. Objawy długotrwałej ekspozycji na małe dawki i akumulacji w organizmie obejmują zaburzenia ośrodkowego i obwodowego układu nerwowego, przewlekłe alergie skórne, zwiększoną podatność na infekcje, zaburzenia hormonalne, raka płuc i wątroby, bezpłodność, uszkodzenie płodu, zwiększone ryzyko chorób sercowo-naczyniowych i cukrzycy, mniejszą wytrzymałość kości.

Jeden z efektów działania dioksyn - trądzik chlorowy - można zaobserwować na twarzy Wiktora Juszczenki w 2004 r.⁵¹. Testy potwierdziły, że pan Juszczenko został otruty TCDD, najbardziej toksyczną z grupy dioksyn.

Zmniejszenie ryzyka zakażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: usunięcie tłuszczu z mięsa i spożywanie niskotłuszczowych produktów mlecznych. Wprowadzenie zbilansowanej diety (w tym owoców, warzyw i zbóż).

8.4.2 Polichlorowane bifenyle (PCB)

Kolejną grupą związków, które znalazły się na liście Dirty Dozen są PCB. Były one i nadal są stosowane w kondensatorach i transformatorach, ale ich produkcja została zakazana w wielu krajach w latach 70. ubiegłego wieku. Uwolnione do środowiska są bardzo trwałe, ulegają bioakumulacji w tkance tłuszczowej i biomagnifikacji w łańcuchu pokarmowym. Naszą główną drogą narażenia jest spożywanie skażonej żywności, zwłaszcza ryb, ale możemy również wdychać PCB z powietrza w pomieszczeniach i na zewnątrz wokół miejsc zniszczenia i odpadów oraz skażonych budynków (PCB były używane w uszczelniaczach wokół okien i innych zastosowań). PCB przechodzą również przez barierę łożyskową i są wydalone z mlekiem matki, co sprawia, że jest to główna droga dla kobiet, aby zmniejszyć obciążenie organizmu tym zanieczyszczeniem, co niestety skutkuje potencjalnie wysokim poziomem PCB u dzieci karmionych piersią⁵².

⁵⁰ Tri Thanh Nguyen, Carmen Rosello, Richard Bélanger i Cristina Ratti. Los pozostałości pestycydów w przetwarzaniu odpadów owocowych i warzywnych (FVW). Foods 2020, 9(10), 1468; <https://doi.org/10.3390/foods9101468>.

⁵¹ Arnold Schechter, Linda S Birnbaum, John Jake Ryan, John D Constable. Dioksyny: An overview. Environmental Research 101(3):419-28. DOI: 10.1016/j.envres.2005.12.003.

⁵² Panithi Saktrakulkla, Tuo Lan, Jason Hua, Rachel F Marek, Peter S Thorne i Keri C Hornbuckle. PCB w żywności. Environ Sci Technol. 2020 Sep 15; 54(18): 11443-11452. doi: 10.1021/acs.est.0c03632.

Zmniejszenie ryzyka zanieczyszczenia i zatrucia jest możliwe poprzez: mycie owoców i warzyw przed ich spożyciem.

8.5 Metale ciężkie i toksyczne

8.5.1 Arsen

Arsen jest metalem ciężkim i toksycznym, występującym w wodzie, powietrzu, żywności i glebie jako naturalnie występująca substancja lub w wyniku skażenia spowodowanego działalnością człowieka. Źródłem skażenia są herbicydy, defolianty, barwniki (garbniki), szkło (pigmenty), baterie, akumulatory, zanieczyszczenia pochodzące z hut (miedzi i innych metali) oraz kopalni węgla. Ze skażonego środowiska arsen przedostaje się do produktów spożywczych: ryb (owoce morza, tuńczyk, łosoś, sardynki, makrela), drobiu, roślin (ryż i jego przetwory), grzybów, piwa i wina. Tlenek arsenu jest wykorzystywany w atakach terrorystycznych. Toksyczna dawka dla ludzi wynosi od 10 do 50 mg, pojedyncza dawka od 70 do 200 mg powoduje natychmiastową śmierć.

Objawy zależą od dawki i czasu narażenia. Ostre objawy pojawiają się od 1 do 30 godzin po narażeniu na wyższą dawkę: silne wymioty, biegunka, bóle głowy, spadek ciśnienia krwi, utrata przytomności, toksyczne uszkodzenie wątroby, krwotok śródmózgowy, wstrząs i ostatecznie śmierć. Późne objawy występujące po kilku latach (narażenie na niskie dawki przez długi okres czasu: rak nerek, skóry, płuc, wątroby, pęcherza moczowego, zapalenie skóry (rogowacenie, przebarwienia), przewlekła biegunka i wymioty, zapalenie błon śluzowych i spojówek, neuropatie czuciowe i ruchowe.

Arsen jest naturalnym składnikiem gleby i wody. Niektóre obszary mają wyższy poziom arsenu niż inne, na przykład niektóre części Teksasu i Nowej Anglii w USA lub Chile i Bangladeszu. Arsen jest główną przyczyną choroby czarnych stóp, pierwszego objawu zatrucia arsenem, który zaobserwowano w Bangladeszu po tym, jak nowe studnie dostarczyły ludności wodę obciążoną arsenem z warstw gleby o wysokiej zawartości arsenu. Arsen ma kilka przydatnych zastosowań. Obecnie arsen jest głównie wykorzystywany w pestycydach, ale w niektórych formach jest również stosowany w medycynie i przemyśle elektronicznym. Występowanie i zastosowanie: naturalny składnik gleby i wód gruntowych. Pestycydy (80% zastosowań), medycyna (trypanosomatoza, chemioterapia), chipy komputerowe, półprzewodniki, wyroby szklane, farby. Pobór: żywność (~10 µg/dzień, inne źródła szacują 1mg/dzień), woda (~10 µg/dzień, przy założeniu 5 µg/L wody). Dopuszczalne stężenie zmniejszono od 1/2006 r. do 10 µg/l. Arsen jest substancją rakotwórczą i teratogenną⁵³.

Zmniejszenie ryzyka skażenia i zatrucia jest możliwe dzięki: priorytetem jest bezpieczna woda pitna.

8.5.2 Cyna

Cyna jest związkiem metalicznym występującym naturalnie w środowisku. Źródłem zanieczyszczenia żywności są głównie konserwowane puszki z żywnością, pestycydy

⁵³ <https://pmj.bmj.com/content/79/933/391>.

cynoorganiczne, plastikowe opakowania, w których związki cyny są stosowane jako stabilizatory. Nieorganiczne związki cyny powodują różne rodzaje anemii poprzez zakłócanie tworzenia się hemu. Związki organiczne są znacznie bardziej niebezpieczne, są prawie tak toksyczne jak cyjanek, powodują uszkodzenia układu nerwowego i pokarmowego (dróg żółciowych), uszkadzają grasnicę.

Objawy: brak apetytu, biegunka, wymioty, osłabienie mięśni, drgawki, światłowstręt, zaburzenia równowagi, toksyczne uszkodzenie wątroby, zapalenie dróg żółciowych, porfiria, uszkodzenie nerek, uszkodzenie układu nerwowego, wzrost ciśnienia śródczaszkowego, uszkodzenie mózgu. Powoduje anemię, zaburzenia układu oddechowego, rumieniowe zmiany skórne i trudno gojące się rany⁵⁴.

Zmniejszenie ryzyka skażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: zaprzestanie używania konserw w nieprawidłowo wyprodukowanych puszkach (zwłaszcza pomidorów w puszkach).

9. Akrylamid

Akrylamidy to związki chemiczne, które mogą powstawać podczas gotowania lub przetwarzania niektórych produktów spożywczych zawierających skrobię. Akrylamidy mogą powodować raka skóry, przewodu pokarmowego i płuc lub uszkodzenia układu nerwowego. Akrylamidy wykryto w wielu produktach spożywczych, w tym w kawie, herbacie, smażonych lub pieczonych produktach ziemniaczanych (frytki, chipsy), produktach na bazie zbóż (słodkie herbatniki lub chleb tostowy)⁵⁵.

Zmniejszenie ryzyka zanieczyszczenia i zatrucia jest możliwe poprzez: unikanie smażonych i pieczonych produktów ziemniaczanych, nie przechowywanie ziemniaków w lodówce lub w miejscach oświetlonych, przestrzeganie zbilansowanej diety, przetwarzanie żywności poprzez pieczenie, gotowanie na parze lub podgrzewanie w kuchence mikrofalowej.

10. Cyjanek

Cyjanek jest bardzo silną trucizną, działającą szybko i gwałtownie. Najczęstszą przyczyną zatrucia jest cyjanowodór - lotny gaz o charakterystycznym zapachu gorzkich migdałów. W produktach spożywczych może występować w wyniku celowego dodania w postaci sproszkowanej (kryształki soli cyjanku potasu), powodując śmierć po kilku godzinach, jako akt terrorystyczny. Dawka śmiertelna dla człowieka wynosi 150-500 miligramów (95% śmiertelności).

Objawy zatrucia obejmują: ból głowy, szum w uszach, duszność z uciskiem w klatce piersiowej, wymioty, szybszy i słabszy puls, spadek ciśnienia krwi, śpiączkę, różowe zabarwienie skóry. Mniej specyficzne objawy to: podrażnienie błon śluzowych, uczucie drapania w gardle,

⁵⁴ Anirban Goutam Mukherjee, Kaviyarasi Renu, Abilash Valsala Gopalakrishnan, Vishnu Priya Veeraraghavan, Sathishkumar Vinayagam, Soraya Paz-Montelongo, Abhijit Dey, Balachandar Vellingiri, Alex George, Harishkumar Madhyastha i Raja Ganesan. Zanieczyszczenie metalami ciężkimi i metaloidami w żywności oraz nowe technologie ich wykrywania. Sustainability 2023, 15(2), 1195; <https://doi.org/10.3390/su15021195>.

⁵⁵ Wpływ akrylamidu w żywności na zdrowie.

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42563/9241562188.pdf;jsessionid=A6231C2DD7663E46474DB8F3E2B81C1A?sequence=1>.

pieczenie języka, zapalenie spojówek, zaburzenia rytmu serca, stany pobudzenia, rozszerzenie źrenic⁵⁶.

Zmniejszenie ryzyka skażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: gotowanie, w większości przypadków eliminuje związki cyjanku, przechowywanie produktów spożywczych w szczelnych szklanych lub metalowych pojemnikach, mycie zewnętrznej części pojemnika przed użyciem, unikanie używania produktów spożywczych, jeśli pachną, smakują lub wyglądają nietypowo.

11. Kadm

Kadm został po raz pierwszy odkryty w 1817 roku i w przeciwieństwie do wielu innych metali jest pierwiastkiem śladowym. Niemniej jednak stanowi on zagrożenie dla zdrowia, ponieważ kadm ulega bioakumulacji (wchłanianie większe niż wydalanie), a prawdopodobieństwo narażenia znacznie wzrosło w ciągu ostatnich dziesięcioleci, odkąd odkryto przydatność kadmu i zwiększono jego wykorzystanie w przemyśle. Kadm nie ulega korozji, co sprawia, że metal ten jest wysoce pożądany w wielu gałęziach przemysłu. Kadm jest pobierany i gromadzony w bardzo różnym stopniu w różnych roślinach. Niestety, niektóre główne rośliny spożywcze, takie jak pszenica i ryż, a także tytoń, charakteryzują się wysokim współczynnikiem wchłaniania kadmu. Jeśli rośliny te są uprawiane w glebie zanieczyszczonej kadmem, na przykład z powodu spływu z fabryki lub stosowania osadów ściekowych zawierających kadm, poziomy kadmu mogą być bardzo wysokie. Inne pokarmy, które mogą zawierać wysokie poziomy kadmu to skorupiaki i podroby (np. nerki, wątroba). Okres półtrwania kadmu (czas, w którym połowa wprowadzonego związku jest wydalana) wynosi około 10-30 lat. Niekorzystne skutki zdrowotne są spodziewane, gdy pobór w ciągu całego życia osiągnie 2000 mg. Średni pobór przez żywność, wodę i powietrze szacuje się na 10-40 µg/dzień, ale jest to szacunkowa średnia, a indywidualne pobory mogą być znacznie wyższe. Główne skutki zdrowotne kadmu to nefrotoksyczność (wpływa na nerki) i osłabienie kości u starszych kobiet (choroba itai-itai), ze względu na wysoką akumulację w tych narządach, ale wykazano również, że kadm wywołuje raka, nadciśnienie skurczowe i uszkodzenie płuc. Występowanie i zastosowanie: produkt uboczny wydobywania i wytopienia Zn i Pb. Uwalniany podczas spalania węgla. Wykorzystanie przemysłowe wzrasta od ostatnich 50 lat i nadal rośnie. Galwanizacja, cynkowanie, baterie Ni-Cd, pigmenty. Narażenie: żywność - rośliny pobierają Cd z gleby, osadów ściekowych, nawozów, depozycji w powietrzu. Wysoka akumulacja Cd przez ryż, pszenicę, tytoń. Wysokie poziomy w skorupiakach (100-1000 µg/kg). Mięso, zwłaszcza nerki i wątroba. Dzielne spożycie szacuje się na 10-40 µg/dzień. Okres półtrwania 10-30 lat. Bioakumuluje się do poziomu nefrotoksycznego. Kumuluje się w kościach.

⁵⁶ Tara B. Hendry-Hofer, Patrick C. Ng, Alyssa E. Witeof, Sari B. Mahon, Matthew Brenner, Gerry R. Boss i Vikhyat S. Bebartha. A Review on Ingested Cyanide: Risks, Clinical Presentation, Diagnostics, and Treatment Challenges. J Med Toxicol. 2019 Apr; 15(2): 128-133. doi: 10.1007/s13181-018-0688-y.

Głównymi źródłami kadmu w żywności są: ryż, ziarna zbóż, ziemniaki, warzywa, mięso (głównie wątroba i nerki)⁵⁷.

Zmniejszenie ryzyka zanieczyszczenia i zatrucia jest możliwe poprzez: stosowanie wyżej wymienionych produktów wyłącznie ze sprawdzonych źródeł.

12. Nikotyna

Nikotyna jest bardzo toksycznym, naturalnym alkaloidem, który ma działanie uzależniające. Występuje w korzeniach i liściach tytoniu. Może występować w postaci lotnej lub płynnej - bezbarwnej lub bladożółtej cieczy o ostrym, palącym smaku (czysty roztwór nikotyny jest bezbarwny i prawie bezwonny). Jest składnikiem pestycydów i insektycydów. Dawka toksyczna to 4-8 mg nikotyny jednorazowo. Dawka śmiertelna wynosi 40-60 mg dla osoby dorosłej.

Pierwsze objawy ostrego zatrucia pojawiają się od 1 do 4 godzin po narażeniu. Obserwuje się tachypnoe (przyspieszenie oddechu), ból głowy, zawroty głowy, nudności, bladość, biegunkę, pocenie się, ślinotok, tachykardię i wzrost ciśnienia krwi. Po stopniowym ustąpieniu tych objawów następuje okres osłabienia. Po dużych dawkach nikotyny występuje uczucie pieczenia w jamie ustnej, gardle, żołądku i wyżej wymienione objawy, a po ich powolnym ustąpieniu pacjent jest wyczerpany i dostaje drgawek, osłabienia układu oddechowego, zaburzeń rytmu serca, zaburzeń koordynacji ruchowej, a na koniec śpiączki. Śmierć następuje w ciągu 5 minut do 4 godzin.

Zatrucie przewlekłe charakteryzuje się tymi samymi objawami, ale rozciągniętymi w czasie. Długotrwałe zatrucie nikotyną powoduje zwiększoną zapadalność na choroby układu sercowo-naczyniowego poprzez wzrost ciśnienia krwi, gorsze ukrwienie naczyń krwionośnych i przyspieszenie procesów miażdżycowych w naczyniach krwionośnych. Zmiany naczyniowe skutkują stanami zapaści, dusznicą bolesną i niszczą układ naczyń wieńcowych. Inne objawy związane są z układem nerwowym - słaba pamięć, słaba koordynacja myśli, spowolnienie procesów myślowych, spadek energii i ogólne osłabienie⁵⁸.

Zmniejszenie ryzyka zanieczyszczenia i zatrucia jest możliwe poprzez: trzymanie wszystkich wyrobów tytoniowych, zwłaszcza produktów zawierających płynną nikotynę, z dala od produktów spożywczych, przechowywanie produktów nikotynowych w ich oryginalnych opakowaniach.

⁵⁷ Mehrdad Rafati Rahimzadeh, Mehravar Rafati Rahimzadeh, Sohrab Kazemi i Ali-akbar Moghadamnia. Toksyczność i leczenie kadmu: An update. Caspian J Intern Med. 2017 Summer; 8(3): 135-145. doi: 10.22088/cjim.8.3.135.

⁵⁸ Zatrucie nikotyną po spożyciu skażonej mielonej wołowiny --- Michigan, 2003. <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5218a3.htm>.

13. Najczęstsze radionuklidy przenoszone przez żywność

13.1 Radionuklidy

Radionuklidy lub radioizotopy to nuklidy pierwiastków chemicznych, które posiadają nadmiar energii jądrowej i z tego powodu są niestabilne. Radionuklidy wykazują rozpad promieniotwórczy (rozpad alfa, beta lub gamma). Izotopy promieniotwórcze znalazły zastosowanie w wielu dziedzinach nauki i gospodarki (konserwacja żywności, medycyna nuklearna - leczenie raka, źródło energii, datowanie radiowęglowe, badania nieniszczące, górnictwo).

Produkty spożywcze i woda pitna mogą być skażone radionuklidami pochodzenia naturalnego lub sztucznego, pochodzącymi z gleby, wody lub opadu. Źródła radionuklidów w żywności obejmują:

- Radionuklidy pochodzenia naturalnego, w szczególności radionuklidy potasu, węgla, polonu, uranu lub toru, które są obecne w środowisku
- Radionuklidy pochodzenia przemysłowego pochodzące z zatwierdzonych zrzutów z obiektów jądrowych i innych licencjonowanych obiektów (zwłaszcza z elektrowni jądrowej lub składowiska odpadów jądrowych) lub z działalności wydobywczej i przetwórczej
- Testy lub użycie broni jądrowej w latach 40-tych, 50-tych i 60-tych XX wieku (główne radionuklidy to pluton, uran, stront i cez)⁵⁹
- Przypadkowe uwolnienia w wyniku awarii w obiektach jądrowych (Windscale w 1957 r., Czarnobyl w 1986 r. i Fukushima w 2011 r.)

Innym sposobem skażenia produktów żywnościowych może być celowe użycie ich w akcie terrorystycznym (zabójstwo Aleksandra Litwinienki w 2006 r. lub Jasera Arafata w 2004 r.). Produkty spożywcze o wysokim ryzyku wysokiego poziomu skumulowanych radionuklidów obejmują: mleko, orzechy, grzyby leśne, ryby, skorupiaki, podroby (wątroba i nerki), ryż, zielone warzywa liściaste i owoce żywopłotowe.⁶⁰

Izotopy promieniotwórcze stanowią zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi ze względu na ich łatwą absorpcję i zdolność do akumulacji w organizmie. Radionuklidy wywołują w organizmie człowieka efekty biologiczne, które zależą od dawki i czasu oddziaływania oraz od masy ciała. Radioizotopy po spożyciu mogą powodować raka i działanie teratogenne, a w przypadku spożycia dużych dawek izotopów powodują śmierć w ciągu kilku dni. Radionuklidy mogą

⁵⁹ Nobuaki Kunii, Maya Sophia Fujimura, Yukako Komasa, Akiko Kitamura, Hitoshi Sato, Toshihiro Takatsuji, Masamine Jimba i Shinzo Kimura. The Knowledge and Awareness for Radiocesium Food Monitoring after the Fukushima Daiichi Nuclear Accident in Nihonmatsu City, Fukushima Prefecture. *Int J Environ Res Public Health*. 2018 Oct; 15(10): 2289. doi: 10.3390/ijerph15102289

⁶⁰ Shuying Kong, Baolu Yang, Fei Tuo, Tianxiang Lu. Postępy w monitorowaniu radioaktywności w żywności w Chinach i Japonii po wypadku jądrowym w Fukushima. *Radiation Medicine and Protection*, tom 3, wydanie 1, marzec 2022, strony 37-42. <https://doi.org/10.1016/j.radmp.2022.01.006>

powodować nowotwory kości, tarczycy, wątroby, płuc, nerek, białaczkę szpikową i zanik szpiku kostnego. Dzieci i zarodki są szczególnie wrażliwe na promieniowanie, nawet małe dawki promieniowania mogą powodować opóźnienie umysłowe, zahamowanie rozwoju, niepełnosprawność i raka⁶¹.

Zmniejszenie ryzyka skażenia i zatrucia jest możliwe poprzez: spożywanie żywności wyłącznie ze sprawdzonych źródeł, unikanie spożywania grzybów z regionów o wysokim poziomie promieniowania, unikanie spożywania ryb i skorupiaków z mórz znajdujących się w pobliżu elektrowni jądrowych.

⁶¹ Laurent Bodin, Florence Menetrier. Leczenie skażenia radiologicznego: przegląd. Journal of Radiological Protection, 2021, 41 (4), s. S427-S437. [ff10.1088/1361-6498/ac241bff](https://doi.org/10.1088/1361-6498/ac241bff).

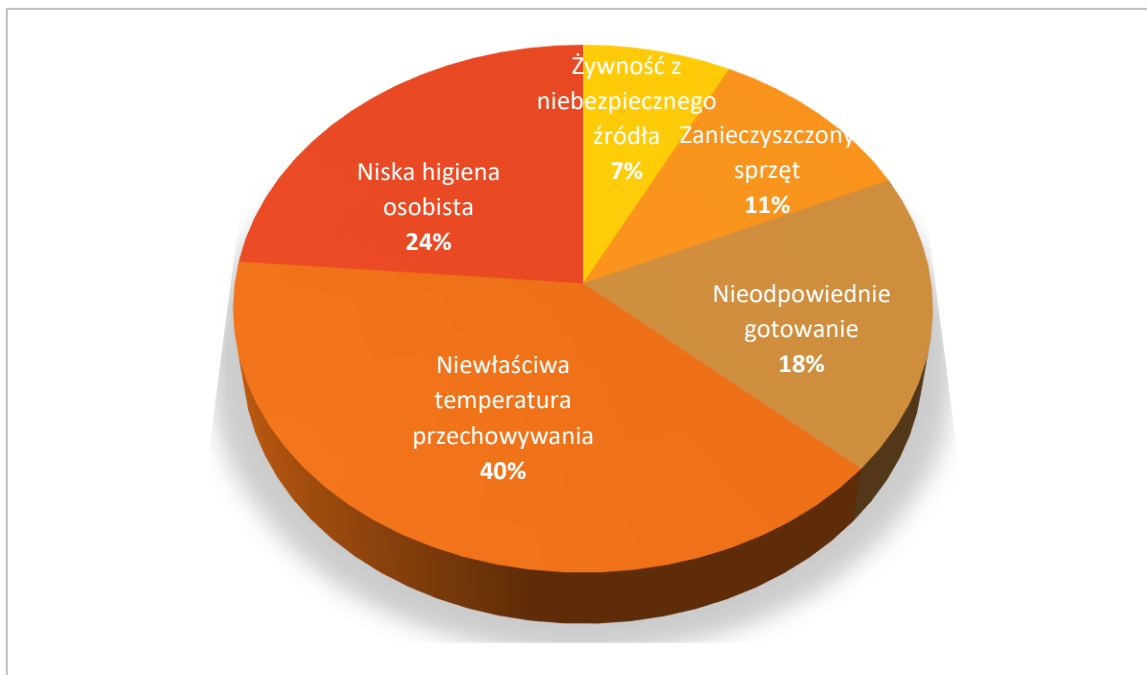
14. Czynniki chorób przenoszonych przez żywność i strategie zapobiegania - Ogólne najlepsze praktyki zapobiegania incydentom CBRN związanym z żywnością

14.1 Wykrywanie problemów związanych z żywnością

Wykrycie czynnika wywołującego chorobę w próbce żywności spożytej przez chorego. Wykrycie czynnika wywołującego infekcję może stanowić problem. Można podjąć kilka kroków, jeśli zakłada się, że choroba danej osoby jest przenoszona przez żywność. Jedną z metod jest analiza próbek żywności spożytej przez osobę chorą w celu znalezienia czynnika, który spowodował chorobę. Czasami wiele osób wykazuje te same objawy choroby w tym samym czasie. Jeśli istnieje takie skupisko przypadków choroby, przesłuchanie pacjentów dotkniętych chorobą w celu zidentyfikowania spożywanego produktu spożywczego, który jest wspólny dla wszystkich, może być wystarczające do wykrycia źródła choroby.

Typowe miejsca, w których występują takie ogniska chorób związanych z żywnością, obejmują przyjęcia z przynoszonym jedzeniem, pikniki, zjazdy rodzinne, food court itp. W tych trzech pierwszych miejscach i wydarzeniach zwykle występuje całkowicie nieuregulowany i niekontrolowany dostęp do żywności, co zwiększa ryzyko chorób przenoszonych przez żywność. Zaobserwowanie skupiska przypadków zachorowań wśród osób, które nie miały ze sobą nic wspólnego poza zjedzeniem tej samej żywności. Przeniesienie choroby przez żywność może zostać wywnioskowane, ponieważ choroba dotyczy przewodu pokarmowego i może być fałszywą wskazówką. Brak objawów ze strony przewodu pokarmowego nie dowodzi, że choroba nie została przeniesiona drogą pokarmową. Przenoszenie przez żywność można podejrzewać, gdy choroba jest znana z przenoszenia się w ten sposób. Przenoszenie przez żywność można wywnioskować, ponieważ choroba wpływa na przewód pokarmowy, ale ta wskazówka nie zawsze jest dostępna. Poszczególne osoby mogą nie mieć jeszcze żadnych objawów ze strony przewodu pokarmowego. Czasami czynnik zakaźny może powodować przede wszystkim inne objawy, takie jak gorączka lub zawroty głowy. Wreszcie, niektóre choroby są znane z tego, że mają związek z żywnością. Naturalne jest zatem rozpoczęcie poszukiwania przyczyny choroby od sprawdzenia produktów spożywczych, które zostały niedawno spożyte⁶².

⁶² B. Priyanka, Rajashekhar K. Patil i Sulatha Dwarakanath. Przegląd metod wykrywania patogenów przenoszonych przez żywność. Indian J Med Res. 2016 Sep; 144(3): 327-338. doi: 10.4103/0971-5916.198677.



Rys. 1: Czynniki przyczyniające się do chorób przenoszonych przez żywność

Strategie zapobiegania są następujące:

- Żywność z niebezpiecznego źródła → **UMYJ**
- Zanieczyszczony sprzęt → **ODDZIEL**
- Nieodpowiednie gotowanie → **UGOTUJ**
- Niewłaściwa temperatura przechowywania → **SCHŁÓDŹ**
- Niska higiena osobista → **UMYJ i ZGŁOŚ**

14.2 Objawy chorób przenoszonych przez żywność

Objawy ze strony górnego odcinka przewodu pokarmowego (nudności, wymioty) występują jako pierwsze lub dominują. Późniejsze objawy obejmują: sinicę, ból głowy, zawroty głowy, duszność, drżenie, osłabienie, utratę przytomności.

Objawy ze strony dolnego odcinka przewodu pokarmowego (skurcze brzucha, biegunka) występują jako pierwsze lub dominują - *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Streptococcus faecalis*, inne: w ciągu 2-36 godzin, średnio 6-12 godzin. Skurcze brzucha, biegunka, czasami nudności i wymioty. - *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia coli*, inne *Enterobacteriaceae*, *Campylobacter jejuni*: w ciągu 12-74 godzin, średnio 18-36 godzin. Możliwe skurcze brzucha, biegunka, wymioty, gorączka, dreszcze, złe samopoczucie, nudności, ból głowy. *Giardia lamblia*: w ciągu 1-6 tygodni - biegunka śluzowa (stolce tłuszczowe), ból brzucha, utrata masy ciała.

Uogólnione objawy zakażenia (gorączka, dreszcze, złe samopoczucie, bóle, obrzęk węzłów chłonnych) - *Salmonella typhi*: w ciągu 7-28 dni, średnio 14 dni. Później złe samopoczucie, bóle głowy, gorączka, kaszel, nudności, wymioty, zaparcia, bóle brzucha, dreszcze, plamica różowata, krwawe stolce. Objawy neurologiczne (zaburzenia widzenia, zawroty głowy, mrowienie, paraliż) - grzyby typu *Muscaria*: w czasie krótszym niż 1 godz. Nadmierne ślinienie,

pocenie się, zapalenie żołądka i jelit, nieregularny puls, zwężone źrenice, astmatyczny oddech - *Clostridium botulinum* i jego neurotoksyny: w ciągu 2 godzin do 6 dni, zwykle 12-36 godzin - zawroty głowy, podwójne lub niewyraźne widzenie, utrata odruchu na światło, trudności w połykaniu, mówienie, oddychanie, suchość w ustach, osłabienie, paraliż oddechowy - Rtęć organiczna: w ciągu ponad 72 godzin - drętwienie, osłabienie nóg, porażenie spastyczne, upośledzenie wzroku, ślepota, śpiączka.

Czasami objawy można łatwo pomylić ze zwykłym przeziębieniem, innym razem mogą być tak zagadkowe, a ich początek tak późny, że pacjent ma problemy z dostrzeżeniem związku.

Częstość występowania chorób przenoszonych przez żywność z WHO podaje, że w 7 przypadkach patogeny przenoszone przez żywność znajdujące się w produktach zwierzęcych powodują 3,3-12,3 mln przypadków chorób przenoszonych przez żywność rocznie (około 1 na 30). Choroby przenoszone przez żywność często objawiają się jako objawy grypopodobne, takie jak nudności, wymioty, biegunka lub gorączka, więc wiele osób może nie rozpoznać, że choroba jest spowodowana przez bakterie lub inne patogeny znajdujące się w żywności⁶³.

Częstotliwość występowania chorób przenoszonych przez żywność jest ogromna, nawet w krajach, w których chłodnie i czysta woda są wszędzie dostępne. W rzeczywistości w dziedzinie zdrowia publicznego nie ma innego problemu, który miałby tak duży wpływ na populację. Choroby przenoszone przez żywność mogą być porównywalne lub przewyższać choroby przenoszone przez wodę. Kluczowym problemem w przypadku chorób przenoszonych przez żywność jest odpowiednia sprawozdawczość, ponieważ łagodne przypadki nie będą zgłaszane, a wiele przypadków nie zostanie nawet rozpoznanych jako przenoszone przez żywność, z powodu objawów przypominających grypę zamiast typowych objawów żołądkowo-jelitowych.

14.3 Higiena żywności

Definicja: ochrona żywności przed zanieczyszczeniem

- Zapobieganie zanieczyszczeniu żywności
 - źródło, zanieczyszczenie krzyżowe, higiena osobista
- Ograniczenie wzrostu zanieczyszczeń w żywności.
 - prawidłowe gotowanie i przechowywanie

Ogólnie rzecz biorąc, higiena żywności oznacza wyeliminowanie potencjalnych źródeł zanieczyszczenia żywności. Osobista inspekcja w naszych kuchniach, pytanie, jak długo powinniśmy używać i dezynfekować gąbkę, które miejsca nie są regularnie czyszczone, co dzieje się wewnątrz naszych lodówek i inne kwestie, takie jak używanie i czyszczenie desek do krojenia. Celem jest zapobieganie zanieczyszczeniom, a także ograniczenie ich rozwoju w żywności (na przykład poprzez chłodzenie).

⁶³ <https://www.who.int/activities/estimating-the-burden-of-foodborne-diseases>.

Zanieczyszczenie w definicji oznacza obecność szkodliwych czynników: biologicznych, chemicznych, radiologicznych lub fizycznych.

Zepsucie w definicji to uszkodzenie jadalnej jakości żywności spowodowane przez drożdże, pleśń, bakterie. Obserwowane poprzez niedopuszczalny smak, zapach lub wygląd.

Zanieczyszczenie może być biologiczne, chemiczne, radiologiczne lub fizyczne i może powodować choroby. Z drugiej strony, zepsucie ma miejsce, gdy produkty spożywcze zaczynają wyglądać źle w lodówce, zazwyczaj z powodu wzrostu drożdży, pleśni i bakterii. Przykładem może być sytuacja, w której trzymaliśmy słoik dżemu w lodówce przez jakiś czas, a po jego otwarciu stwierdziliśmy, że na wierzchu tworzy się pleśń. Wiele osób może myśleć, że choroby przenoszone przez żywność są problemem ograniczonym do krajów rozwijających się, ale takie założenie jest błędne. Istnieją ogromne problemy związane z chorobami przenoszonymi przez żywność, w tym zgony, utrata czasu pracy i koszty leczenia, które każdego roku sięgają milionów. W odniesieniu do tych problemów, opublikowane niedawno dane pokazują, że problemy te są w rzeczywistości nawet większe niż początkowo podejrzewała WHO⁶⁴.

14.4 Podstawowe czynniki wzrostu bakterii

- Temperatura
- Czas
- Obojętne środowisko (pH)
- Wilgotność (aktywność wody)
- Tlen
- Żywność (składniki odżywcze)

Tylko dwa pierwsze mogą być kontrolowane codziennie.

Istnieje kilka czynników, które wpływają na wzrost bakterii w żywności. Bakterie potrzebują składników odżywczych, bez których nie będą się dobrze rozwijać. Pobierają one te składniki odżywcze po rozpuszczeniu ich w roztworze; oznacza to, że wymagana jest pewna ilość wilgoci. Potrzebne jest również dość neutralne środowisko, więc pH jest również ważne. Tlen jest wymagany, jeśli bakterie są tlenowe. Inne czynniki to czas i temperatura. Nie możemy łatwo kontrolować większości z tych czynników bez użycia specjalnych technik, takich jak odwadnianie, puszkowanie itp. z wyjątkiem czasu i temperatury⁶⁵.

14.5 Temperatura przechowywania

Na przykład: idealna temperatura dla wzrostu Salmonelli wynosi około 30°C. Każda temperatura powyżej lub poniżej 30°C spowolni wzrost. Temperatura przechowywania powinna być: niższa niż 4°C lub wyższa niż 60°C (pomiędzy tymi temperaturami znajduje się "strefa zagrożenia"). Temperatury przechowywania są ważne w obchodzeniu się z żywnością.

⁶⁴ Somnath Pal. Częstość występowania chorób przenoszonych przez żywność. US Pharm. 2017;42(12):14.

⁶⁵ Siddig Hussein Hamad. Czynniki wpływające na wzrost mikroorganizmów w żywności.

<https://doi.org/10.1002/9781119962045.ch20>

Tak więc, pogoda na zewnątrz w lecie jest często odpowiednią temperaturą dla wzrostu salmonelli. Istnieje pewien obszar temperatur, który sprzyja wzrostowi, więc temperatury przechowywania powinny być niższe lub wyższe niż ta "strefa zagrożenia". Ważne jest, aby dokładnie przestrzegać środków ostrożności, aby nie pozostawiać żywności zbyt długo w strefie zagrożenia; 2 godziny to maksymalny czas, przez jaki żywność powinna pozostawać w strefie zagrożenia 4-60°C (na przykład na stole do serwowania). 74 stopnie to temperatura, do której należy podgrzewać każdą żywność⁶⁶.

14.6 Temperatury gotowania

Górny poziom strefy zagrożenia: 60°C. Temperatury wewnętrzne wymagane do zapewnienia dezynfekcji niektórych rodzajów żywności - mięso faszzerowane, drób, wszystkie farsze 74°C, mielona wołowina 68°C, wieprzowina 65°C, surowa pieczeń wołowa 55°C. Wszystkie inne potencjalnie niebezpieczne produkty spożywcze 60°C. Wszystkie potrawy muszą zostać podgrzane do temperatury 74°C. Temperatury gotowania wymagane do zapewnienia dezynfekcji wahają się od 60 do 74 stopni Celsjusza⁶⁷.

14.7 Czas

W idealnych warunkach liczba bakterii podwaja się co 10-30 minut. Żywność musi być szybko schładzana i podgrzewana, aby uniknąć czasu spędzonego w warunkach zbliżonych do idealnych. Żywność należy podgrzać do temperatury 74°C w ciągu 2 godzin. Żywność należy schłodzić do temperatury poniżej 4°C w ciągu 4 godzin. Należy używać miernika temperatury umieszczonego w żywności w celu rejestrowania zmian temperatury w czasie, aby zapewnić prawidłowe chłodzenie⁶⁸.

14.8 Metody szybkiego schładzania żywności

Płytkie pojemniki, nie głębsze niż 10 cm. Nie ustawiać gorących garnków jeden na drugim. Zapewnić odpowiednią cyrkulację powietrza. Kąpiel lodowa. Wstrzymać wodę podczas gotowania, dodać lód pod koniec. Redukcja wielkości porcji. Wstępne schłodzenie składników przed mieszaniem. Istnieje kilka sposobów na przyspieszenie chłodzenia żywności. Jedną z metod jest chłodzenie; lodówki typu walk-in są często używane w restauracjach. Otwarcie drzwi i umieszczenie gorącej żywności w środku powoduje jednak chwilowe nagrzanie lodówki. Przechowywanie żywności w płytkich naczyniach (nie głębszych niż 10 cm), które zwiększają powierzchnię, pomaga szybko ją schłodzić. Nie należy ustawiać gorących garnków jeden na drugim. Aby przyspieszyć proces chłodzenia, można również stosować kąpiele lodowe⁶⁹.

⁶⁶ <https://www.statefoodsafety.com/Resources/Resources/holding-time-and-temperature-log>.

⁶⁷ <https://www.statefoodsafety.com/Resources/Resources/cooking-times-and-temperatures-poster>.

⁶⁸ <https://www.statefoodsafety.com/Resources/Resources/time-temperature-control-for-safety-tcs-foods-poster>.

⁶⁹ <https://foodsafetytrainingcertification.com/food-safety-news/cooling-food-safely-two-stage-process/>.

14.9 pH

Mikroorganizmy mające wpływ na bezpieczeństwo żywności rosną w środowisku o neutralnym pH (~7). Organizmy te nie rosną lub rosną bardzo wolno poniżej pH 4,6. Organizmy powodujące psucie się żywności mogą rosnąć przy niskim pH. Odczyn pH 7 sprzyja rozwojowi większości drobnoustrojów - stwierdzono, że pH 4,6 ogranicza wzrost drobnoustrojów.

Wartości pH:

- Warzywa 4,2 - 6,5
- Owoce 2,0 - 6,7
- Ser 4,9 - 5,9
- Ryby 6,6 - 6,8
- Mielona wołowina 5,1 - 6,2

Podczas gdy optymalne pH dla:

- Drożdże 4,0 - 6,5
- *E. Coli* 6,0 - 8,0
- *Salmonella* 6,0-7,5

Zakresy wartości pH dla różnych drobnoustrojów w odniesieniu do tych występujących w różnych produktach spożywczych. W przypadku żywności, produkty takie jak owoce będą mniej podatne na skażenie drobnoustrojami, zwłaszcza takie jak pomarańcze lub cytryny o niskim pH⁷⁰.

14.10 Wilgotność

Aktywność wody (A_w) - mikroorganizmy potrzebują wody w dostępnej formie. Substancje rozpuszczone (sole i cukry) zmniejszają ilość dostępnej wody. Aktywność wody to stosunek ciśnienia pary wodnej nad żywnością do ciśnienia pary wodnej nad czystą wodą w tej samej temperaturze (miara zawartości wilgoci). Typowe wartości aktywności wody:

- Świeże owoce i budyń 0,97 - 1,00
- Ser i świeże mięso 0,95 - 1,00
- Dżem 0,75 - 0,80
- Krakersy 0,10

Aktywność wody (A_w) jest definiowana w przypadku żywności o $A_w > 0,85$ jako "potencjalnie niebezpieczna". Metody zmniejszania aktywności wody są następujące:

- Zamrażanie
- Odwadnianie
- Mieszanie z substancją rozpuszczoną (sól lub cukier)

⁷⁰<https://extension.okstate.edu/fact-sheets/the-importance-of-food-ph-in-commercial-canning-operations.html>

- Smażenie (np. bekonu)

Aktywność wody można zwiększyć w niektórych produktach spożywczych (ryż, fasola) poprzez namaczanie. Zaleca się utrzymywanie aktywności wody na poziomie $< 0,85$, co jest dość wysoką wartością. Wszystko powyżej 0,85 sprzyja rozwojowi bakterii. W celu zmniejszenia aktywności wody można zastosować wiele technik, takich jak odwadnianie żywności, zamrażanie, smażenie lub mieszanie z rozpuszczalnikiem. Surowy boczek ma wysoką aktywność wody, ale po smażeniu staje się suchy. Jest to przeciwieństwo tego, co robimy z ryżem i fasolą, gdy je przygotowujemy, tj. moczenie, które zwiększa aktywność wody⁷¹.

14.11 Higiena osobista

Mycie rąk musi następować po każdej czynności, która stwarza możliwość pobrania zanieczyszczeń. Korzystanie z toalety. Używanie chusteczek lub chusteczek higienicznych. Dotykanie surowej żywności lub chemikaliów. Dotykanie części ciała: uszu, nosa, włosów, ust, zakażonych miejsc na ciele. Dotykanie nieczystego sprzętu. Palenie lub żucie tytoniu. Czyszczenie brudnych naczyń lub skrobanie naczyń itp. Jedzenie żywności lub picie napojów. Higiena osobista sprowadza się głównie do mycia rąk i nawyków, takich jak nie dotykanie nosa i nie kichanie do jedzenia. Może się to wydawać trywialne, ale każdy, kto przez krótki czas obserwuje siebie, zdaje sobie sprawę, jak często nieświadomie dotykamy twarzy, uszu, włosów itp. Osoba chora nie powinna pojawiać się w pracy - znowu zdrowy rozsądek, ale bardzo często łamana zasada. Wiele osób nie zdaje sobie sprawy z tego, jak łatwo jest przenieść zanieczyszczenie z jednego produktu spożywczego lub brudnego naczynia na inne, więc mycie rąk podczas obchodzenia się z różnymi produktami spożywczymi często nie jest uważane za konieczne, co jest błędnym założeniem⁷².

14.12 Mycie rąk

Procedura: użyj bardzo ciepłej wody. Tak ciepłej, jak to tylko możliwe. Namydlić skórę aż do łokcia. Szorować między palcami, grzbiet dłoni i pod paznokciami. Pocierać dłonie przez 20 sekund. Dokładnie spłukać. Osuszyć jednorazowym ręcznikiem. Zakręć wodę za pomocą ręcznika. W przypadku mycia rąk, 20 sekund to magiczna liczba dla pocierania dłoni. Najważniejsze jest mechaniczne usuwanie drobnoustrojów poprzez pocieranie i przepływ wody. Zastąpienie mydła i bieżącej wody roztworem alkoholu skutecznie zabija większość bakterii, ale niektóre zarodniki mogą przetrwać. Po umyciu, zakręcenie wody za pomocą ręcznika, który został użyty do osuszenia rąk, zapobiegnie ponownemu zanieczyszczeniu rąk. Metoda osuszania rąk jest bardzo ważna i jest przedmiotem dyskusji. Istnieje kwestia ręczników papierowych w porównaniu z suszarkami elektrycznymi. Debata dotyczy tego, czy suszarki elektryczne pomagają odkazić nasze ręce bardziej niż mechaniczne suszenie ręcznikami papierowymi⁷³.

⁷¹ Chiachung Chen. Związek między aktywnością wody a zawartością wilgoci w miodzie kwiatowym. Foods 2019, 8(1), 30; <https://doi.org/10.3390/foods8010030>

⁷² <https://www.health.vic.gov.au/food-safety/personal-hygiene-for-food-handlers>

⁷³ <https://www.cdc.gov/handwashing/handwashing-kitchen.html>

14.13 Zanieczyszczenie krzyżowe

W uproszczeniu - separacja. Praktykowanie dobrych nawyków higienicznych: na przykład: czyszczenie i dezynfekcja sprzętu między surową a gotowaną żywnością oraz między pracą z różnymi gatunkami mięsa. Prawidłowe przechowywanie surowego mięsa i żywności gotowej do spożycia: na przykład: rozmrażaj mięso pod innymi produktami, aby soki nie ściekały na dół. Właściwe przechowywanie toksycznych produktów: na przykład: wybielacze i pestycydy nie powinny znajdować się w kuchni. Jeśli chodzi o zanieczyszczenie krzyżowe, konieczne są dobre nawyki higieniczne i właściwe nawyki przechowywania. Na przykład mrożone produkty mięsne mogą zanieczyścić inne produkty spożywcze w lodówce podczas rozmrażania, jeśli są przechowywane na wyższej półce, a soki kapią na żywność znajdującą się poniżej. Podczas przygotowywania żywności używanie innego sprzętu lub odkażanie sprzętu między przygotowywaniem surowej i gotowanej żywności również ograniczy zanieczyszczenie krzyżowe. Innym możliwym źródłem zanieczyszczenia toksynami są chemikalia przechowywane w kuchni. Aby uniknąć takiej możliwości, toksyczne chemikalia, takie jak wybielacze, pestycydy przeciwko karaluchom lub mrówkom itp. nigdy nie powinny być przechowywane w kuchni⁷⁴.

14.14 Zanieczyszczenia krzyżowych - deski do krojenia

Problem związany z nacięciami i rowkami na powierzchni, które mogą być siedliskiem bakterii. Najlepiej używać oddzielnych desek do surowej i gotowanej żywności. Twarde tworzywa sztuczne można sterylizować w zmywarkach do naczyń. Deski do krojenia są głównym źródłem zanieczyszczeń krzyżowych. W związku z tym należy używać różnych desek do krojenia surowej i gotowanej żywności lub należy je odpowiednio dezynfekować w zmywarkach między kolejnymi użyciami. Ponadto, deski do krojenia z dużą ilością rowków umożliwiają rozwój bakterii, dlatego należy je regularnie wymieniać⁷⁵.

14.15 Podejście wielobarierowe

Bariera temperaturowa spowalniająca wzrost. Gotowanie w wysokich temperaturach lub utrzymywanie żywności w niskich temperaturach przez cały okres przygotowywania. Właściwa higiena osobista osób zajmujących się żywnością oraz odpowiednio wyczyszczone i zdezynfekowane naczynia. Minimalizowanie możliwości zanieczyszczenia krzyżowego. Konieczna jest bariera temperaturowa, aby spowolnić rozwój drobnoustrojów, na przykład poprzez gotowanie w wysokich temperaturach i utrzymywanie żywności w niskich temperaturach przez cały okres przygotowywania. Kolejna bariera obejmuje dobrą higienę osobistą wśród osób zajmujących się żywnością, a także odpowiednio oczyszczone i odkażone przybory kuchenne, aby zminimalizować zanieczyszczenie krzyżowe podczas przygotowywania żywności. Dostosuj pH (jeśli to możliwe). Komercyjny majonez ma niższe pH niż domowy. W celu obniżenia pH można dodać sok z cytryny. Wiele barier może również obejmować dostosowanie pH, jeśli to możliwe, oraz kwestie związane z serwowaniem.

⁷⁴ <https://www.food.gov.uk/safety-hygiene/avoiding-cross-contamination>

⁷⁵ <https://totalfood.com/avoid-cross-contamination-cutting-boards/>

Obejmuje to zminimalizowanie czasu serwowania poprzez utrzymywanie gorących potraw w cieple, a zimnych w chłodzie przez cały czas⁷⁶.

14.16 Kwestie związane z obsługą

Zminimalizuj czas serwowania. Przechowywać przez cały czas w stanie gorącym lub zimnym (60°)⁷⁷.

14.17 Gruntowny program sanitzacji żywności

Gruntowny program sanitzacji żywności obejmuje stałe zaopatrzenie w czystą wodę, odpowiednie usuwanie śmieci i odpadów, prawidłowe odprowadzanie ścieków i kanalizacji, skuteczną kontrolę owadów i gryzoni. Podczas inspekcji bezpieczeństwa żywności, na przykład w restauracji, inspektorzy sprawdzają możliwe źródła problemów, przeglądając długą listę kontrolną elementów związanych z tymi pojęciami⁷⁸.

14.18 Metody kontroli populacji gryzoni

Zwalczanie gryzoni może obejmować eliminację ich źródeł pożywienia, co można osiągnąć poprzez kontrolę odpadów/śmieci i zminimalizowanie dostępu do wody (stojąca woda może być jej źródłem). Inną metodą jest zabezpieczenie budynków przed szczurami. Szczury mogą przedostać się przez otwory o średnicy zaledwie 12 mm, a myszy przez otwory o średnicy 6 mm, czyli ćwierć cala. Oznacza to, że każdy otwór równy lub większy od tych wymiarów powinien zostać uszczelniony. Zazwyczaj stare budynki, które są puste, mają wiele gryzoni. Zalecenia dotyczące ochrony przed szczurami obejmują uszczelnianie rur blachą lub betonem oraz umieszczanie kanałów pod drzwiami (tak, aby znajdowały się blisko ziemi)⁷⁹.

14.19 Programy zwalczania

Obejmuje to stosowanie pułapek, trucizn lub fumigację budynku bromkiem metylu (wykonywaną ostrożnie, ponieważ jest szkodliwa). Przykładem trucizny na szczury jest warfaryna. Jest ona dobrze znana i stosowana, ale szczury rozwinęły na nią pewną odporność. Trwają prace nad innymi truciznami. Głównym problemem jest to, że muszą one być atrakcyjne dla szczurów, ale nie dla innych zwierząt. Edukacja i organizacja mają kluczowe znaczenie; jedno bez drugiego nie jest wystarczająco dobre; szczególnie edukacja bez

⁷⁶ Ian Young¹ i Lisa Waddell. Bariery i ułatwienia w bezpiecznym obchodzeniu się z żywnością wśród konsumentów: Przegląd systematyczny i synteza tematyczna badań jakościowych. PLoS One. 2016; 11(12). doi: 10.1371/journal.pone.0167695.

⁷⁷ <https://www.cdc.gov/foodsafety/serving-food-safely.html>.

⁷⁸ Leslie H. Bond. Warunki sanitarne są częścią dobrego zarządzania żywnością: Solidny program sanitarny opiera się na wiedzy kierownictwa na temat zagrożeń bakteryjnych i na egzekwowaniu dobrych praktyk sanitarnych. <https://doi.org/10.1177/001088046000100113>.

⁷⁹ <https://www.slcgrouponline.com/food-safety-and-pest-control-several-ways-to-prevent-food-poisoning/>.

organizacji, ponieważ jeśli w kompleksie mieszkalnym tylko połowa mieszkańców próbuje radzić sobie z gryzoniami, to nie może to być skuteczna interwencja⁸⁰.

14.20 Metody kontroli stawonogów

Oprócz gryzoni, stawonogi stanowią poważny problem zdrowotny dla ludzi. Stawonogi to najliczniejsza gromada w królestwie zwierząt pod względem liczby gatunków i osobników. Wszystkie stawonogi mają twardy egzoszkielet i oddychają tchawkami. Cykl życiowy większości stawonogów obejmuje cztery etapy: od jaja do larwy, następnie nimfę, a na końcu dorosłego osobnika (pełna metamorfoza u much, motyli itp.), podczas gdy inne są tylko w trzech etapach (bez stadium larwalnego, niepełna metamorfoza; karaluchy, wszy itp.). Zwalczanie może być stosowane na każdym z tych etapów. Samce można również uczynić bezpłodnymi, aby nie doszło do zapłodnienia jaj.

Dwie klasy w obrębie gromady stawonogów, które budzą nasze największe obawy w odniesieniu do ludzkiego zdrowia, to owady (*Insecta*) i pajęczaki (*Arachnida*). Różnica między owadami a pajęczakami. Owady mają głowę, tułów i odwłok, podczas gdy pajęczaki (pająki) mają jeden lub dwa segmenty ciała. Pajęczaki mają proste oczy i 4 pary odnóży, ale nie mają skrzydeł i obejmują pająki, skorpiony, kleszcze. Owady mają tylko 3 pary odnóży i zazwyczaj jeden lub dwa zestawy skrzydeł w wieku dorosłym (ale nie zawsze). Pięć szóstych wszystkich gatunków na Ziemi to owady, w tym karaluchy, muchy, wszy, pchły, osy, motyle, chrząszcze, pszczoły i mrówki. Obie grupy są bardzo elastyczne. Mogą żyć w wodzie słonawej, słodkiej, słonej i w różnych warunkach glebowych. Mogą również żyć na lub w roślinach i zwierzętach. Obie z powodzeniem konkurują z innymi pasożytami i mają bardzo dobrze rozwinięty system sensoryczny. Mogą wykrywać ludzi poprzez wyczuwanie ciepła ciała lub wydychanego dwutlenku węgla lub w inny sposób. Karaluchy to starożytny gatunek. Istnieją w niemal niezmienionej formie od 400 milionów lat. Istnieje wiele różnych rodzajów. Przykładami są karaluchy niemieckie, karaluchy amerykańskie, karaluchy orientalne itp. Omawiane głównie w odniesieniu do alergenów, są one również dobrym źródłem endotoksyn i bakterii.

Podejścia do kontroli stawonogów obejmują odpowiednie warunki sanitarne: stosowanie ekranów, kontrolę odpadów i podstawowe środki zdrowia publicznego. Można stosować środki owadobójcze, ale czasami wiążą się one z ryzykiem, dlatego należy je stosować rozsądnie i ostrożnie. Zmiany środowiskowe obejmują usunięcie opon i innych produktów gromadzących wodę. Można również spróbować sterylizacji samców za pomocą promieniowania. Najważniejszy jest tutaj zintegrowany plan ochrony przed szkodnikami⁸¹.

⁸⁰<https://inspection.canada.ca/preventive-controls/preventive-control-plans/the-food-safety-enhancement-program/eng/1525869691902/1525869759693>.

⁸¹Lina Bernaola, Jocelyn R Holt. Włączenie zrównoważonego i technologicznego podejścia do zwalczania szkodników inwazyjnych gatunków stawonogów. *Annals of the Entomological Society of America*, tom 114, wydanie 6, listopad 2021. <https://doi.org/10.1093/aesa/saab041>.

14.21 Zintegrowana ochrona przed szkodnikami

Zintegrowana ochrona przed szkodnikami uwzględnia cały cykl życia stawonogów. Następnie można zbadać szereg różnych podejść do rozwiązania problemu. Odbywa się to z uwzględnieniem słabości niektórych szkodników. Czasami zamiast stosowania środków owadobójczych można wykorzystać możliwości środowiskowe⁸².

14.22 Skuteczny program kontroli zakażeń w miejscu pracy

Identyfikacja ryzyka zakażeń i opracowanie środków kontroli. Edukacja pracowników w zakresie kontroli zakażeń i osobistej odpowiedzialności. Koordynacja personelu kontroli zakażeń w celu skutecznego monitorowania przypadków i kontrolowania ognisk. Struktura administracyjna monitorująca zgodność i skuteczność programu. Zapewnienie opieki zdrowotnej i doradztwa pracownikom, którzy ulegli narażeniu lub zachorowali na choroby zakaźne. Edukacja pracowników na temat infekcji i osobistej odpowiedzialności jest ważnym elementem ich kontrolowania. Jest to bardzo ważne w przypadku niektórych rodzajów chorób, takich jak te, które mogą zagrażać życiu. Środki kontroli zakażeń w miejscu pracy są skuteczne tam, gdzie: pracownicy są skoncentrowani, siła robocza jest dobrze zorganizowana, zagrożenia infekcyjne są rozpoznane, dostępne są zasoby w celu zapewnienia kontroli fizycznej, programów szkoleniowych, nadzoru, poufności.

Metody kontroli zakażeń obejmują odpowiedni system wentylacji, mycie rąk i środki ochrony osobistej, np. rękawiczki⁸³.

14.23 Ognisko epidemii, a incydent

Czasami "ognisko" i "incydent" są używane zamiennie, ale konkretnie ognisko występuje, gdy zachoruje grupa dwóch lub więcej osób, podczas gdy termin "incydent" jest zwykle używany w odniesieniu do pojedynczego przypadku. Prawdopodobieństwo wykrycia epidemii zależy od czujności i aktywności lekarzy i pracowników służby zdrowia. Czasami epidemia pozostaje niewykryta w społeczności z wieloma lekarzami, ponieważ poszczególni pacjenci udają się do różnych lekarzy i żaden z nich nie widzi wystarczającej liczby przypadków, aby zdać sobie sprawę, że wystąpiła epidemia, ponieważ nie informują się nawzajem o tych przypadkach.

14.24 Komunikacja z opinią publiczną

- Dlaczego się komunikujemy?
- Kim są nasi odbiorcy?
- Co chcą wiedzieć nasi odbiorcy?
- Co chcemy przekazać?
- Jak będziemy się komunikować?
- Jak będziemy słuchać?
- Jak zareagujemy?

⁸² <https://www.food-safety.com/articles/2462-food-safety-calls-for-an-integrated-pest-management-plan>.

⁸³ <https://www.qcs.co.uk/infection-control-policy-importance-risk-assessment/>.

- Kto i kiedy zrealizuje założone plany?
- Na jakie problemy lub bariery jesteśmy przygotowani?
- Czy odnieśliśmy sukces?⁸⁴

Jak informować opinię publiczną o ryzyku? Przez długi czas nie było formalnych przemysłów na temat tego, jak komunikować ryzyko. Niektórzy ludzie są w tym naturalnie dobrzy, podczas gdy inni są okropni. Ogólnie rzecz biorąc, lepiej jest mieć dużo komunikacji, ale czasami nie jest to dobre. Czas jest ważny i należy wziąć pod uwagę, kim są odbiorcy, co mogą chcieć wiedzieć i co chcemy przekazać. Inne ważne czynniki, które należy wziąć pod uwagę, to jaki jest ich poziom wykształcenia? Zazwyczaj w tym celu najlepiej jest założyć średnią 7 klasy szkoły podstawowej. Podczas spotkania należy pozostawić wystarczająco dużo czasu na pytania i odpowiedzi, a ważne jest, aby pozwolić ludziom wypowiedzieć się na temat wszelkich odczuć, jakie mogą mieć, a nawet jeśli nie masz odpowiedniej odpowiedzi, możesz dać im znać, że sympatyzujesz z ich obawami i że uzyskasz informacje, których potrzebują w określonym czasie. Najważniejsze jest zaangażowanie społeczeństwa jako prawowitego partnera, w przeciwieństwie do wcześniejszej koncepcji rządu, w której społeczeństwo było postrzegane jako przeszkoda. Obecnie słuchanie konkretnych obaw opinii publicznej i bycie z nią szczerym i otwartym, odpowiednia koordynacja z wiarygodnymi źródłami i spotkania z mediami (wiąże się to z odpowiednim przygotowaniem do dialogu z nimi) są normalne. Wypowiadając się na ten temat, należy to robić ze współczuciem i w języku społeczności, do której się zwracamy.

⁸⁴ C Chess, BJ Hance, PM Sandman. Poprawa dialogu ze społecznościami: krótki przewodnik dla rządowej komunikacji ryzyka

15. Wnioski

Nasza długość życia wzrosła, więc zaczęliśmy bardziej martwić się mniejszymi zagrożeniami. Innym sposobem powiedzenia tego jest to, że staliśmy się bezpieczniejszym społeczeństwem z lepszymi lekami i mniejszymi obawami o zagrożenia (innymi słowy, lepiej zapobiegamy zgonom). Jesteśmy teraz bardziej zaniepokojeni innymi rodzajami ryzyka. Wiemy, że ryzyko śmierci z powodu obrażeń wynosi 610 na milion osób. Są to ryzyka mierzone (aktuarialne), a znajomość tego rodzaju ryzyka jest tym, w czym firmy ubezpieczeniowe są bardzo dobre. Z drugiej strony, przewidywanie ryzyka jest trudniejsze względem takie rzeczy jak chemikalia, dla których nigdy nie przeprowadzono oceny narażenia ludzi, a zatem oszacowanie prawdopodobieństwa opiera się na danych z badań toksykologicznych na zwierzętach. Ryzyko zależy od toksyczności i narażenia, więc jeśli nie ma narażenia, nie ma ryzyka. Na przykład, jeśli założymy, że oспа prawdziwa (która nadal istnieje, choć tylko w laboratoriach) jest kontrolowana i ograniczona, to nie będzie narażenia, a zatem nie będzie ryzyka. Prawo akceptowalnego ryzyka Starra stanowi, że: społeczeństwo jest skłonne zaakceptować ryzyko związane z dobrowolnymi działaniami około 1000 razy większe niż ryzyko związane z działaniami niedobrowolnymi, które zapewniają ten sam poziom korzyści. Akceptowalny poziom ryzyka jest odwrotnie proporcjonalny do liczby narażonych osób (wynika to z faktu, że jeśli ryzyko jest powszechnie podzielane przez wiele osób, to nie jest uważane za znaczące). Poziom tolerancji ryzyka związanego z dobrowolnie akceptowanymi zagrożeniami jest podobny do ryzyka związanego z chorobami zakaźnymi⁸⁵. Nadal uważamy, że żywność spożywana zwłaszcza w miejscach publicznych, np. restauracjach, punktach gastronomicznych (np. centrach handlowych) jest bezpieczna. Jednak miejsca te są idealne do niezamierzonego lub celowego zanieczyszczenia żywności, co stwarza poważne zagrożenie dla zdrowia publicznego. Przedstawione w niniejszym raporcie najlepsze praktyki zapobiegania incydom CBRN mają kluczowe znaczenie dla zminimalizowania tej możliwości.

⁸⁵ Baruch Fischhoff, Paul Slovic, Sarah Lichtenstein, Stephen Read, Barbara Combs. Jak bezpieczne jest wystarczająco bezpieczne? A Psychometric Study of Attitudes Towards Technological Risks and Benefits. Policy Sciences 9(1978), s. 127-152.