

Występowanie czynników zoonotycznych i innych zagrożeń mikrobiologicznych u zwierząt i w żywności oraz chorób odzwierzęcych u ludzi

mgr inż. Maciej Sosnowski
Zakład Higieny Żywności Pochodzenia Zwierzęcego
Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy

Zoonoza a czynnik zoonotyczny

- „zoonoza” oznacza chorobę i/lub zakażenie, które w warunkach naturalnych w sposób bezpośredni lub pośredni mogą być przenoszone pomiędzy zwierzętami a ludźmi;
- „czynnik zoonotyczny” oznacza każdego wirusa, bakterię, grzyba, pasożyta lub inny biologiczny czynnik, który ma duże szanse na wywołanie zoonozy;
- „monitorowanie” oznacza system zbierania, analizowania i rozpowszechniania danych o zachorowaniach na zoonozy, występowaniu czynników zoonotycznych oraz ich lekkooporności.

SCIENTIFIC REPORT

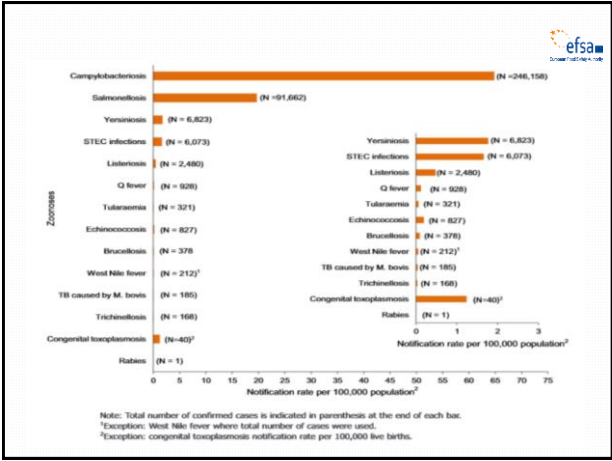


APPROVED: 19 November 2018
doi: 10.2903/efsa.2018.5500

The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017

European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control (EFSA and ECDC)

- Zanieczyszczenia mikrobiologiczne środków spożywczych są jednym z czynników wpływających na bezpieczeństwo żywności, a obecność bakterii chorobotwórczych może być powodem wystąpienia zatruc pokarmowych. Według danych Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) z powodu zatruc pokarmowych rocznie umiera około 2 milionów ludzi.
- Według raportu Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) w 2017 roku najwięcej zachorowań wywołanych było przez bakterie z rodzaju: *Campylobacter*, *Salmonella*, *Yersinia*, werotoksyczne *Escherichia coli* (VTEC) oraz *Listeria*.



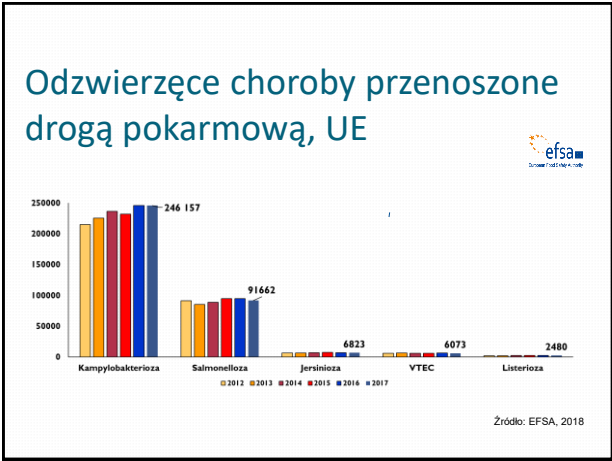
Żywność pochodzenia zwierzęcego, w tym mięso i produkty mięsne są ważnym źródłem infekcji i chorób wywoływanych przez bakterie chorobotwórcze. Występowanie bakterii patogennych jest zmienne i zależy od wielu czynników: gatunku zwierzęcia, sposobu żywienia, warunków hodowli, warunków przedubojowych, higieny uboju, czynników technologicznych jak również transportu i magazynowania żywności.

Table 2: Reported hospitalisation and case fatalities due to zoonoses in confirmed human cases in the EU, 2017

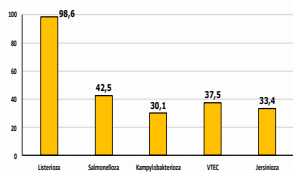
Disease	Number of confirmed ⁽¹⁾		Hospitalisation			Deaths			
	Human cases	Status available (%)	Number of reporting MS ⁽²⁾	Reported hospitalised cases	Proportion hospitalised (%)	Outcome available (%)	Number of reporting MS ⁽²⁾	Reported Deaths	Case Fatality (%)
Campylobacteriosis	246,158	27.6	17	20,810	35.5	72.8	16	45	0.34
Salmonellosis	91,662	43.1	14	16,796	42.5	67.8	17	156	0.25
Yersiniosis	6,823	27.1	14	616	33.4	65.5	15	3	0.07
STEC infections	6,073	41.0	18	933	37.5	66.1	21	20	0.30
Listeriosis	2,480	40.4	16	988	98.6	60.8	18	225	13.7
Q fever	928	NA ⁽³⁾	NA	NA	NA	56.0	10	7	7.5
Echinococcosis	827	31.2	14	140	54.3	30.1	14	1	0.40
Brucellosis	378	45.8	10	104	60.1	33.9	10	1	0.76
Tuberculosis	321	38.3	9	76	61.8	51.1	9	1	0.6
West Nile fever ⁽¹⁾	212	72.2	8	134	87.6	98.6	9	25	12.0
Trichinellosis	168	44.6	9	56	74.7	40.5	9	0	0.0
Congenital toxoplasmosis	40	57.9	3	18	NA	63.2	3	0	0.0
Rabies	1	NA ⁽³⁾	NA	NA	NA	0.0	0	NA	NA

(1): Exception: West Nile fever where total number of cases were included.
(2): Not all countries observed cases for all diseases.
(3): NA: Not applicable as the information is not collected for this disease.

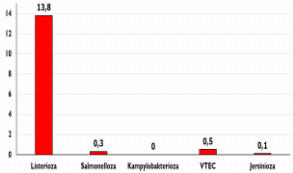
efsa
European Food Safety Authority



Hospitalizacje (%) w UE, 2017



Śmiertelność (%) w UE, 2017



Źródło: EFSA,
2018



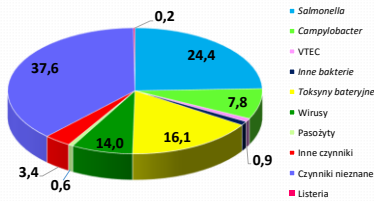
Występowanie u ludzi odzwierzęcych chorób przenoszonych drogą pokarmową w Polsce



Zoonoza	Liczba potwierdzonych przypadków (współczynnik zapadalności na 100 000 osób)				
	2017	2016	2015	2014	2013
Kampylobakterioza	674 (2,3)	773 (2,6)	653 (1,7)	650 (1,7)	592 (1,4)
Salmonelloza	8904 (23,5)	9718 (25,6)	8245 (21,7)	8038 (21,2)	7307 (19,2)
Jersinioza	191 (0,50)	168 (0,44)	172 (0,45)	215 (0,56)	199 (0,52)
VTEC	4 (0,01)	4 (0,01)	0	5 (0,01)	5 (0,01)
Listerioza	116 (0,31)	101 (0,27)	70 (0,18)	86 (0,23)	58 (0,16)
Gonorrhea Q	0	0	0	1 (0)	0
Tularemia	30 (0,08)	18 (0,05)	9 (0,02)	11 (0,03)	8 (0,02)
Brucelloza	2 (0,01)	3 (0,01)	4 (0,01)	1 (0)	1 (0)
Gruźlica (M. bovis)	0	0	0	0	0
Razem	10 141	10 786	9162	9007	8130

Źródło: EFSA,
2018

Epidemie pokarmowe w UE - 2017



Źródło: EFSA,
2018

Łącznie stwierdzono 5 079 epidemii, 43 400 zachorowań, 4 541 hospitalizacje, 33 zgony

Campylobacter

Campylobacter spp.

- Bakterie *Campylobacter* to Gram-ujemne, ruchliwe pałeczki posiadające charakterystyczne komórki w kształcie litery S.
- Pałeczki *Campylobacter* bytują w przewodzie pokarmowym wielu stałocieplnych zwierząt, głównie drobiu, bydła i owiec.
- Gatunki *Campylobacter* patogenne dla człowieka to głównie gatunki termotolerancyjne: *C. jejuni*, *C. coli*, *C. lari*, *C. upsaliensis*
- Szerokie występowanie bakterii *Campylobacter* w populacji zwierzęcej niesie ze sobą ryzyko zanieczyszczenia produktów żywnościowych, głównie takich jak surowe mięso i mleko oraz woda.
- Źródłem zakażenia szczepami *Campylobacter* dla człowieka jest głównie żywność i zwierzęta, ale także środowisko gleba oraz woda.



Kampylobakterioza

- Najczęściej do zakażenia dochodzi drogą pokarmową poprzez spożycie zanieczyszczonej żywności.
- Minimalna dawka bakterii potrzebna do wywołania zachorowania wynosi **od 500 do 1000 komórek**
- Okres inkubacji trwa średnio 2-5 dni (od 1 do 10 dni). Czas trwania choroby – u 90% od 2-10 dni
- **Objawy:**
 - Biegunka 90-100%
 - Krew w kale 25-30%
 - Bóle brzucha 20-90%
 - Wymioty 25-40%
 - Śmiertelność (ok. 1 : 10 000)

Kampylobakterioza

W wyniku zakażenia może dochodzić również do powikłań.

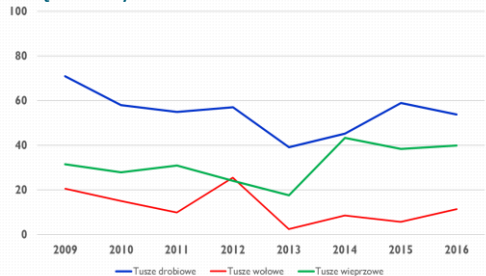
- zapalenie wątroby i trzustki
- poronienia u kobiet ciężarnych
- zaburzenia neurologiczne
- zmiany w stawach
- syndromu Guillain-Barré (okresowe, ale ostre porażenie mięśni szkieletowych, 1 : 1 000)
- bakteriemia

zdarzają się rzadko, a szczególnie narażeni są na nie pacjenci z upośledzonym układem odpornościowym

Kampylobakterioza i *Campylobacter*

- Kampylobakterioza jest obecnie najczęściej wstępującą zoonozą u ludzi. Charakteryzuje się sezonowością, ze wzrostem zachorowań w miesiącach letnich
- Przyczyną zachorowań u ludzi jest najczęściej mięso drobiowe. Około 46,7% tego mięsa jest zanieczyszczona *Campylobacter*.
- *Campylobacter* występuje u zwierząt hodowlanych, oprócz brojlerów, duży odsetek próbek dodatnich odnotowywany jest także u świń
- W 2015 r. najwięcej epidemii na tle *Campylobacter* spowodowanych było spożyciem mleka surowego

Campylobacter - badania monitoringowe tusz zwierząt rzeźnych



Campylobacter spp. w żywności

Table B: Summary of Campylobacter statistics related to major food categories and animal species, reporting Member States and non-Member States, EU, 2017

Food category	Animal species	Number of reporting (MS/non-MS)	Number of tested units ^(a) , EU	Proportion (%) of positive units, EU
Fresh Meat	Broilers	18/1	13,445	37.4
	Turkeys	10/1	1,028	31.5
	Poultry (other than Broilers and Turkey)	8/0	1,425	27.7
	Pigs	6/0	843	6.9
	Bovine animals	6/0	1,456	1.4
Meat products, RTE	Broilers	3/1	101	0
	Turkeys	1/0	11	0
	Pigs	5/0	178	1.1
	Bovine animals	2/0	16	0
	Unspecified	5/0	74	0
Milk and milk products	Milk	9/0	1,554	1.9
	Cheese	8/0	522	0.6
Animals	Broilers	4/2	10,077	12.3
	Turkeys	0/1	0	0
	Pigs	10/2	3,817	12.6
	Bovine animals	11/2	9,147	6.9
	Cats and dogs	7/2	1,176	29.3
	Other animals ^(b)	8/2	5,817	6.3

RTE: ready-to-eat; MS: Member State.
From 640 Campylobacter samples from broilers, 94% were documented as C. jejuni and the remaining 6% as C. coli.
(a): The summary statistics were obtained summing all sampling units (single and batch samples).
(b): Sheep, goat, other ruminants, birds, wild animals, other pets including exotic animals, rodents, zoo animals.



Table S: Reported human cases of campylobacteriosis and notification rates per 100,000 population in the EU/EFTA, by country and year, 2013-2017

Country	National coverage ^(a)	Data format ^(a)	2017		2016		2015		2014		2013	
			Total Cases	Confirmed cases & rates	Confirmed cases & rates	Confirmed cases & rates	Confirmed cases & rates	Confirmed cases & rates	Confirmed cases & rates	Confirmed cases & rates	Confirmed cases & rates	Confirmed cases & rates
Austria	Y	C	2,294	2,294 82.1	2,083 81.5	6,258 73.0	6,514 76.6	5,731 67.8				
Belgium	Y	A	8,640	8,640 76.2	10,055 88.9	9,066 80.7	8,098	6,148				
Bulgaria	Y	A	196	195 2.7	202 2.8	227 3.2	144 2.0	124 1.7				
Croatia	Y	C	1,054	1,050 40.6	1,524 36.4	1,393 33.0	1,647 38.8	0	0.0			
Cyprus	Y	C	20	20 2.3	21 2.5	29 3.4	40 4.7	56 6.5				
Czech Republic	Y	C	24,508	24,326 230.0	24,084 228.2	20,960 196.9	20,750 197.4	18,267 173.7				
Denmark	Y	C	4,255	4,255 74.0	4,712 82.6	4,327 76.5	3,773 67.0	3,772 67.3				
Estonia	Y	C	347	285 21.7	280 22.6	318 24.2	285 21.7	382 28.9				
Finland	Y	C	4,289	4,289 77.9	4,637 84.5	4,588 83.8	4,889 89.7	4,066 74.9				
France ^(b)	N	C	6,379	6,379 49.1	6,698 50.2	6,074 45.7	5,958 45.2	5,198 39.6				
Germany	Y	C	60,414	60,178 83.8	73,663 89.6	69,829 86.0	70,571 87.4	63,280 78.6				
Ireland	Y	C	2,788	2,779 38.1	2,511 33.1	2,453 33.0	2,393 36.3	2,288 49.8				
Italy ^(c)	N	C	1,060	1,060	1,057	1,014	1,250	1,178				
Latvia	Y	C	61	59 3.0	90 4.6	74 3.7	37 1.8	0	0.4			
Lithuania	Y	C	993	993 34.8	1,225 42.4	1,180 40.6	1,184 40.2	1,139 38.3				
Luxembourg	Y	C	613	613 103.8	518 89.9	254 45.1	873 158.8	675 125.7				
Malta	Y	C	231	231 92.2	212 88.8	248 97.8	288 67.7	246 58.4				
Netherlands ^(d)	Y	C	7,492	7,492 55.5	5,383 39.3	3,778 27.9	4,736 34.9	4,464 32.6				
Poland	Y	C	874	874 2.3	773 2.0	653 1.7	650 1.7	553 1.4				
Portugal	Y	C	498	498 2.4	517 2.6	311 1.6	256 1.3	218 1.1				
Romania	Y	C	7,057	6,946 127.8	7,623 140.5	6,949 128.2	6,744 124.5	5,845 108.0				
Slovakia	Y	C	1,408	1,408 68.2	1,642 79.3	1,338 64.8	1,181 57.4	1,027 49.0				
Slovenia ^(e)	N	C	18,860	18,860	15,542	13,227	11,881	7,064				
Sweden	Y	C	10,608	10,608 106.1	11,021 111.9	9,180 94.2	8,288 85.9	8,114 84.9				
United Kingdom	Y	C	63,394	63,394 90.2	58,611 86.1	55,797 82.2	66,710 103.7	66,382 103.9				
EU Total			246,923	246,126 64.8	246,917 66.3	233,126 62.9	236,816 66.5	214,710 61.6				
Iceland	Y	C	119	119 35.7	128 38.5	119 36.2	142 43.6	101 31.4				
Norway	Y	C	3,884	3,884 73.9	2,317 44.5	2,318 44.9	3,388 66.3	3,291 65.2				
Switzerland ^(f)	Y	C	7219	7219 85.4	7,080 84.4	7,070 84.5	7,573 93.5	7,480 92.8				



Salmonella

Salmonella spp.

- Bakterie *Salmonella* to Gram-ujemne, ruchliwe pałeczki, należące do rodziny *Enterobacteriaceae*
- Pałeczki *Salmonella* występują w przewodzie pokarmowym zwierząt domowych: bydła, trzody chlewnej, drobiu, a także gryzoni, płazów oraz gadów. Do środowiska zewnętrznego wydalone są z kałem chorych zwierząt oraz nosicieli.
- Najczęstszą przyczyną zatruc pałeczkami *Salmonella* są produkty mięsne, głównie mielone, drób, jaja, produkty z dodatkiem jaj, żywność zakażona fekaliami.
- Każdy produkt spożywczy może stanowić potencjalne źródło zakażenia pałeczkami *Salmonella*. W mięsie i przetworach mięsnych pałeczki *Salmonella* mogą przetrwać od kilku dni do 3 miesięcy, natomiast w proszku jajecznym nawet ponad rok, sprzyjające dla rozwoju bakterii są pokarmy wilgotne, wysokobiałkowe, przechowywane w temperaturze 7-46°C.



Źródła zatruc pokarmowych na tle Salmonella

- Jaja i produkty jajeczne
- Mięso wieprzowe i produkty z mięsa wieprzowego
- Produkty cukiernicze
- Mięso drobiowe i produkty z mięsa drobiowego
- Sery



Cechy zatruc na tle Salmonella

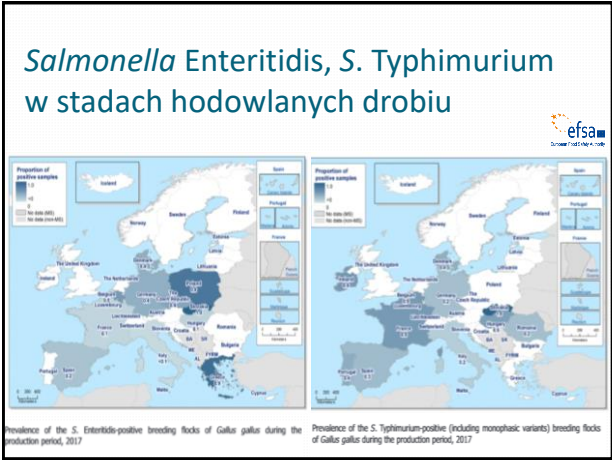
- Najwięcej zatruc odnotowywana jest w miesiącach letnich
- W niektórych krajach obserwowany jest trend spadkowy (np. Austria, Dania, Niemcy) w liczbie zatruc, w innych notuje się wzrost liczby zachorowań (Czechy, Francja, Hiszpania)
- W takich państwach jak Czechy, Niemcy, Grecja zdecydowana większość zachorowań to przypadki rodzime, natomiast w krajach skandynawskich dominują zatrucia związane z podróżami
- Obserwowany jest trend spadkowy dotyczący liczby przypadków salmonelloz wymagających hospitalizacji (34,4%), jednak w niektórych krajach sięga on 74 - 95% (np. Cypr, Grecja, Litwa, Łotwa)

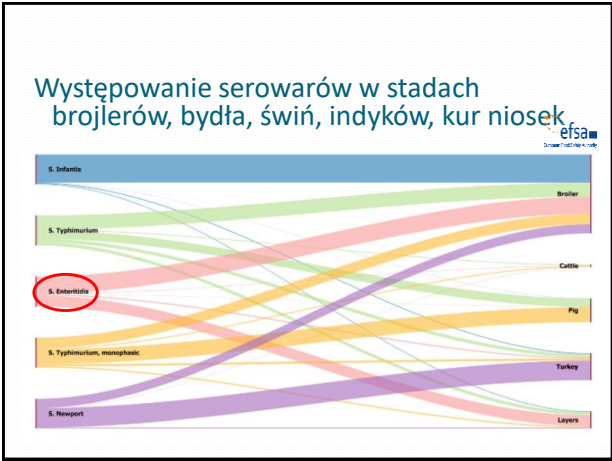
efsa

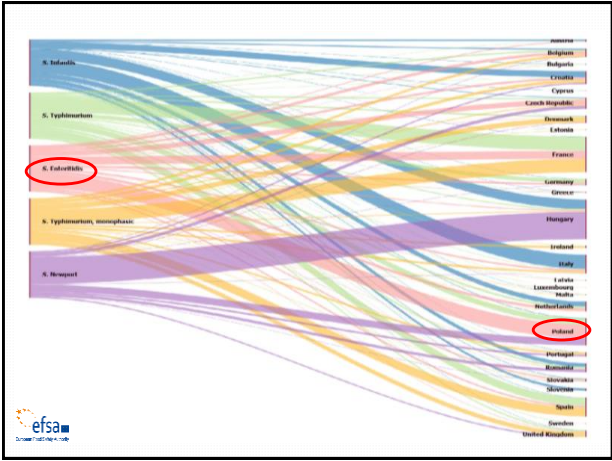
European Food Safety Authority

Table 1.1: Statistics related to the proportions of human food-borne outbreak cases caused by *Salmonella*, EU/EEA, 2017

Country	ECDC				EFSA	
	Confirmed human				Food-borne outbreaks (including waterborne outbreaks)	
	Total	Travel related	Domestic	Unknown or missing	Human cases (Outbreaks)	FSO
N	N	N	N	N	N	N
Austria	1,667	307	1,355	5	106	32
Belgium	2,286	93	0	2,193	14	2
Bulgaria	796	0	0	1,167	35	4
Croatia	1,242	2	73	1,167	130	26
Cyprus	59	0	0	59	10	0
Czech Republic	11,473	356	11,207	0	479	22
Denmark	1,067	368	377	322	193	25
Estonia	205	19	246	0	14	6
Finland	1,535	1,004	312	219	55	2
France	2,993	825	737	6,431	814	132
Germany	14,052	2,220	11,832	0	817	133
Greece	672	26	533	13	114	5
Hungary	3,022	7	3,915	0	283	14
Ireland	379	140	173	66	2	1
Italy	3,347	0	0	3,347	142	27
Latvia	225	8	217	0	49	12
Lithuania	1,004	17	832	155	186	29
Luxembourg	118	20	7	91	7	2
Malta	157	1	106	0	7	3
Netherlands	954	87	867	0	89	14
Poland	8,924	41	8,741	142	2,683	253
Portugal	462	8	446	8	0	0
Romania	1,154	0	1,101	53	147	4
Slovakia	5,789	40	5,749	0	979	301
Slovenia	275	0	0	275	1,346	171
Sweden	2,380	1,439	799	42	165	5
United Kingdom	10,177	2,527	2,635	4,615	688	14
EU Total	81,692	9,884	87,682	23,340	9,699	1,243
Iceland	14	0	16	13	0	3
Norway	982	623	253	116	25	2
Switzerland	1,488	0	0	0	39	1
Albania	0	0	0	0	204	2
Former Yugoslav Republic of Macedonia, the	0	0	0	0	93	2
Serbia	0	0	0	0	0	0







Salmonella w żywności

efsa

Table 15: Summary of Salmonella monitoring results related to major meat and meat products categories, EU, 2017

Food category	Number of reporting MS	Number of sampling units tested	Percentage Salmonella-positive (%)
Fresh broiler meat	26	36,079	4.85%
RTE products from broiler meat ^(a)	14	9,215	0.14%
Fresh turkey meat	18	3,999	4.18%
RTE products from turkey meat	12	367	0%
Fresh poultry meat other than broiler meat	16	27,863	2.66%
Fresh pig meat	27	163,765	1.58%
RTE minced meat, meat preparations and meat products from pig meat	20	11,087	0.50%
Fresh bovine meat	22	35,490	0.17%
RTE minced meat, meat preparations and meat products from bovine meat	16	1,129	0.18%

Listeria monocytogenes

L. monocytogenes - charakterystyka

- *L. monocytogenes* opisana po raz pierwszy w 1926 r. przez Murraya (posocznica królików)
- Bakterie Gram-dodatnie, względnie beztlenowe, wykazujące ruch
- Katalazo-dodatnie, oksydazo-ujemne
- *L. monocytogenes* cechuje się dużą opornością na czynniki zewnętrzne. Bakterie te stanowią istotne zagrożenie zdrowia konsumentów, zwłaszcza w aspekcie dużej śmiertelności
- Niewrażliwe na pH 4,4 – 9,4
- Możliwość namnażania w obecności 30% CO₂
- Zdolność przeżywania krótkotrwałej pasteryzacji lub mrożenia
- Całkowita inaktywacja dopiero w temperaturze powyżej 75°C

L. monocytogenes - chorobotwórczość

- **Zachorowania:** osoby zdrowe lub z grupy YOPI (young, old, pregnant, immunocompromised)
- **Dawka zakaźna:** 10⁷ – 10⁹ komórek; najczęściej drogą pokarmową
- **Objawy:**
 - po 24 - 48 h od spożycia zanieczyszczonej żywności, niekiedy już po 4 h albo nawet po 70 dniach
 - **Ból stawów** (20 - 100%), **ból głowy** (15 - 88%), **słaba biegunka** (33 - 88%), **gorączka** (60 - 100%), **zaburzenia żołądkowe** (70 - 100%), **senność** (63 - 83%)
- Zwykle objawy ustępują, u niektórych osób **rozwój bakteriemii, zaburzenia narządowe, zejścia śmiertelne (do 30%)**
- Tropizm bakterii do OUN (zapalenie opon mózgowych) oraz do łożyska i płodu
- **Kobiety w ciąży:** objawy grypopodobne, ból gardła, biegunka, powracająca bakteriemia. Konsekwencje, w zależności od trymestru ciąży: I i II – **wczesne zakażenie płodu** (poronienia, martwe urodzenia, przedwczesny poród); III – **późne zakażenie płodu** (wrodzona listerioza noworodka)

Listera monocytogenes: źródła zakażenia

- gotowe sałatki
- produkty garmażeryjne
- gotowe dania np. pudding ryżowy
- mięso wieprzowe i produkty z mięsa wieprzowego



L. MONOCYTOGENES – EPIDEMIE

Miejsce	Rok	Liczba zachorowań	Liczba (%) zejść śmiertelnych	Źródło <i>L. monocytogenes</i>
Kanada	1981	51 w tym 34 kobiety w ciąży	17 (33,3%)	Surówka z białej kapusty Coleslaw
USA	1985	142	48 (33,8)	Ser meksykański
Szwajcaria	1987	122	34 (27,9)	Ser dojrzewający
Wielka Brytania	1987	350	90 (25,7)	Pasztet
Francja	1992	279	63 (22,6)	Ozorki wieprzowe
USA, 28 stanów	2011	147	33 (22,4)	Melony kantalupa
RPA	2017	750	70 (9,3)	Nieznane
Dania, Francja, Niemcy	2018	?	4	Łosoś wędzony na zimno w Polsce
Różne kraje w Europie	2018	32	6 (18,75)	Mrożona kukurydza z Węgier paczkowana w Polsce



L. monocytogenes – epidemie

- Pierwsze zakażenie o charakterze epidemiologicznym – 1981 r., Kanada
- Źródło – surówka z białej kapusty (coleslaw)
- Zakażenie - 34 kobiety w ciąży i 7 innych osób dorosłych
- *L. monocytogenes* wykryto w zamkniętych opakowaniach z surówką
- Nie stwierdzono bakterii w zakładzie pakującym
- Źródło: owcza gnojowica stosowana jako nawóz na polach kapusty



Listeria monocytogenes -
epidemia

- wywołana przez *L. monocytogenes*, serogrupa IVb, typ ST6. Najprawdopodobniej źródłem tych bakterii była mrożona kukurydza pochodząca z Węgier, a paczkowana w Polsce. Zatrucia pokarmowe ludzi odnotowano w 5 krajach m.in. w Finlandii, Austrii, Szwecji i Wielkiej Brytanii, ale ciągle zgłaszane są nowe przypadki. Do tej pory odnotowano 32 przypadki zachorowań, w tym w tym 6 zejść śmiertelnych. Do zbadania epidemii wywołanej przez *L. monocytogenes* wykorzystano technikę WGS.



<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/sp.efsa.2018.EN-1402>

KOMUNIKAT GŁÓWNEGO INSPEKTORA SANITARNEGO W SPRAWIE MROŻONYCH WARZYW



09.07.2018
Komunikat Głównego Inspektora Sanitarnego w sprawie mrożonych warzyw

[Czytaj więcej →](#)

Główny Inspektor Sanitarny przypomina, że większość mrożonych warzyw, w tym kukurydzę słodką, należy ugotować przed spożyciem. Dotyczy to również sytuacji, gdy mrożone warzywa są dodawane do sałatek, produktów typu smoothie czy dipów.

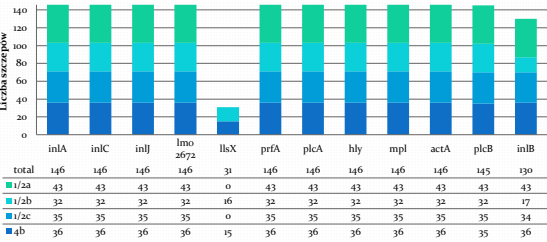
Należy zawsze przygotowywać żywność zgodnie z instrukcją zawartą na etykiecie produktu.

Mrożona kukurydza słodka jest prawdopodobnym źródłem ogniska zainfekcji listerią, które wystąpiło w pięciu europejskich krajach. *Listerioza* jest rzadką, ale poważną chorobą wywołaną przez bakterie *Listeria monocytogenes*, która jest przede wszystkim groźna dla osób o obniżonej odporności, osób starszych, kobiet w ciąży i niemowląt. Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) i Europejskie Centrum Zapobiegania i Kontroli Chorób (ECDC) przygotowały [aktualną informację na temat międzynarodowego ogniska listeriozy](#).

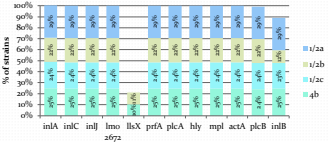
Markery chorobotwórczości

Marker genotypowy	Czynnik chorobotwórczy	Rola w patogenezie listeriozy
<i>inlA</i>	Internalina A	Adhezja do komórek gospodarza
<i>inlB</i>	Internalina B	
<i>inlC, inlJ</i>	Internalina C, internalina J	
<i>hly</i>	Listeriozyna O (LLO)	Ochrona przed fagocytozą
<i>plcA i plcB</i>	Fosfolipaza A i C	Ochrona przed fagocytozą, wspomaga działanie LLO
<i>actA</i>	Białko ActA	Przemieszczanie się bakterii w komórkach gospodarza
<i>mpl</i>	Metaloproteaza	Aktywuje białko <i>plcB</i>
<i>iap</i>	Białko p60	Adhezja do komórek gospodarza
<i>LLS</i>	Peptyd hemolityczny	Hydrolyza mureiny komórek nabłonkowych
		Warunkuje odporność względem granulocytów obojętnochnych przez co podnosi potencjał chorobotwórczy bakterii

Geny wirulencji



Źródło: M. Sosnowski, B. Lachtera, K. Wierczok, J. Osek, Antimicrobial resistance and genotypic characteristics of *Listeria monocytogenes* isolated from food in Poland, International Journal of Food Microbiology, 209, 1-6



Listerioza

Dawka infekcyjna *L. monocytogenes* jest nieznana, ale uważa się, że zależy to od szczepu i wrażliwości osobniczej. W żywności, która spowodowała zakażenie wykrywano następujące poziomy zanieczyszczenia:

Solone grzyby – 3,8 x 10⁶ cfu/g, zawartość soli 7,5%, pH 5,9;

Mexican – style ser – 10² – 10⁴ cfu/g;

Mleko czekoladowe – 10⁹ cfu/ml;

Ser typu Camembert – 10⁶ cfu/g;

Frankfurterki - > 10³ cfu/g.

Przyjmuje się, że poziom < 100 cfu/g jest poziomem bezpiecznym.

Table 22: Summary of statistics of human invasive *L. monocytogenes* infections and *L. monocytogenes* occurrence in the major RTE food categories in the EU, 2013-2017

	2017	2016	2015	2014	2013	Data source
Humans						
Total number of confirmed cases	2,480	2,509	2,183	2,217	1,883	ECDC
Total number of confirmed cases/100,000 population (notification rates)	0.48	0.47	0.43	0.46	0.40	ECDC
Number of reporting MS	28	28	28	27	27	ECDC
Infection acquired in the EU	1,635	1,532	1,450	1,498	1,298	ECDC
Infection acquired outside the EU	4	6	7	6	9	ECDC
Unknown travel status or unknown country of infection	841	971	726	713	576	ECDC
Total number of food borne outbreaks	10	5	15	13	9	EFSA
Number of outbreak-related cases	39	25	233	94	56	EFSA


© European Union, 2018

	2017	2016	2015	2014	2013	Data source
RTE food						
RTE food – occurrence (%) by detection method (number of tested samples by detection method; number of reporting MS)⁽¹⁾						
Fish and fishery products	6.0% (n = 6,780; 22 MS)	5.1% (n = 2,918; 22 MS)	3.2% (n = 4,038; 22 MS)	5.8% (n = 1,436; 18 MS)	5.1% (n = 1,479; 20 MS)	EFSA
Meat and meat products (beef, pork, broiler and turkey meat)	1.8% (n = 22,544; 19 MS)	3.3% (n = 15,161; 23 MS)	2.8% (n = 16,789; 21 MS)	2.1% (n = 62,215; 18 MS)	3.4% (n = 44,577; 21 MS)	EFSA
Soft and semi-soft cheeses made from raw or low-heat-treated milk	0.9% (n = 6,117; 17 MS)	2.6% (n = 853; 15 MS)	1.4% (n = 730; 13 MS)	1.0% (n = 2,573; 13 MS)	4.2% (n = 2,542; 13 MS)	EFSA
Hard cheeses made from raw or low-heat-treated milk	0.1% (n = 5,039; 15 MS)	1.0% (n = 509; 9 MS)	1.3% (n = 858; 11 MS)	0.2% (n = 10,175; 9 MS)	0.7% (n = 1,609; 12 MS)	EFSA
Fruit and vegetables	0.6% (n = 1,773; 17 MS)	0.7% (n = 1,043; 16 MS)	2.1% (n = 1,456; 17 MS)	3.0% (n = 1,503; 17 MS)	2.1% (n = 1,391; 15 MS)	EFSA
Salads	4.2% (n = 902; 14 MS)	1.9% (n = 1,042; 14 MS)	1.9% (n = 1,238; 13 MS)	1.1% (n = 1,154; 15 MS)	2.4% (n = 1,822; 14 MS)	EFSA

Listerioza

Listeria
monocytogenes

Chorobotwórcze *Escherichia coli*

Escherichia coli

- Bakterie *E. coli* to Gram-ujemne, ruchliwe pałeczki należące do rodziny *Enterobacteriaceae*.
- Głównym miejscem bytowania pałeczek *E. coli* jest przewód pokarmowy zwierząt i ludzi, odgrywa tam rolę symbionta syntetyzując ważne dla życia gospodarza związki egzogenne (witaminy z grupy B, K i C).
- Obok szczepów *E. coli* będących komensalami istnieją także patogenne szczepy, które powodują zatrucia pokarmowe i są odpowiedzialne za powodowanie poważnych, niekiedy śmiertelnych chorób.
- Pod względem oddziaływania na organizm człowieka oraz przebiegu infekcji rozróżnia się 6 szczepów *E. coli*:
 - Enterotoksyczne *E. coli* (ETEC);
 - Enteroinwazyjne *E. coli* (EIEC);
 - Enteropatogenne *E. coli* (EPEC);
 - Enterokrwotoczne *E. coli* (EHEC, VTEC, STEC);
 - Enteroagregacyjne *E. coli* (EAEC);
 - Martwicowe *E. coli* (NTEC)



STEC (VTEC)

- E. coli* posiadające zdolność wytwarzania toksyny (toksyn) Vero (Shiga)
- Kilkaset serotypów należących do werotoksycznych *E. coli* (ponad 100 chorobotwórczych dla człowieka)
- Bardzo niska dawka zakaźna u ludzi: ≤ 100 komórek bakteryjnych**
- Rezerwuuar VTEC:** bydło, owce, kozy; izolowane również od koni, świń, psów, kotów, drobiu
- Werotoksyczne pałeczki *E. coli* stanowią często przyczynę ognisk epidemicznych, nawet o zasięgu międzynarodowym, z licznymi przypadkami śmiertelnymi. Zakażenie pałeczkami VTEC wiąże się z dużym ryzykiem wystąpienia bardzo groźnych powikłań, w postaci zespołu hemolityczno – mocznicowego, krwotocznego zapalenia okrężnicy czy małopłytkowej plamicy zakrzepowej. Powikłania te występują nie tylko u osób z obniżoną odpornością, u małych dzieci czy starszych osób, ale również u osób dorosłych bez deficytów odporności.

Źródła zakażenia ludzi VTEC

- Surowe lub niedogotowane mięso (głównie wołowe)
- Surowe, niepasteryzowane mleko
- Sery z niepasteryzowanego mleka
- Warzywa (w tym kielki), owoce
- Woda
- Bezpośredni kontakt ze zwierzętami (nosicielami) lub z chorym człowiekiem
- Sezonowość zakażeń, dotyczy wszystkich grup wiekowych
- Bardzo niska dawka infekcyjna u ludzi: ok. 100 CFU.
- Dotyczy wszystkich grup wiekowych.



Obraz kliniczny zakażeń –VTEC

Bezobjawowe zakażenia – 30%

Biegunka – 40%

Krwotoczne zapalenie okrężnicy (HC) – 18%

- okres inkubacji: 1 - 9 dni, trwa 3-7 dni
- biegunka sekrecyjna ⇒ krwawa, skurcze i bóle brzucha, gorączka, zmiany zakrzepowe w naczyniach jelita grubego

Hemolityczny zespół mocznicowy (HUS) – 8%

- 2 - 7% przypadków powikłań HC, 3 - 10% zejść śmiertelnych
- niewydolność nerek, trombocytopenia, anemia hemolityczna, zmiany zakrzepowe w naczyniach nerkowych

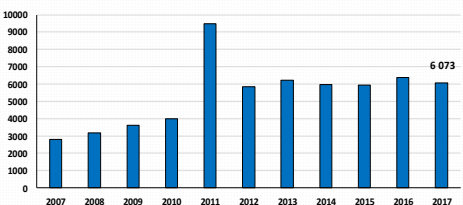
Małopłytkowa plamica zakrzepowa (TTP) – 4%

- zwykle osoby dorosłe z HUS, śmiertelność - ok. 5%
- objawy neurologiczne, uszkodzenia nerek, anemia hemolityczna, trombocytopenia, zmiany zakrzepowe w narządach wewnętrznych

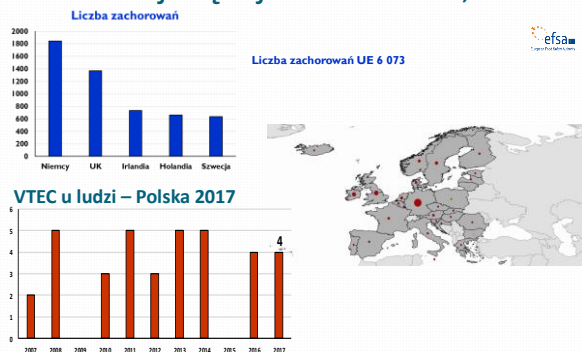
Dane epidemiologiczne dotyczące VTEC

Rok	Szczep	Liczba zachorowań (zgonów)	Źródło zakażenia	Kraj
2014	O121	19 (0)	kiełki koniczyny	USA
2013	O157	13 (0)	rukiew wodna	UK
2011	O104:H4	3842 (53)	kiełki kozieradki	Niemcy i inne kraje Europy
2009	O157:H7	80 (0)	ciastka	USA
2006	O157:H7	205 (3)	szpinak	USA
1996	O157:H7	503 (20)	wołowina	UK
1996	O157:H7	8576 (3)	kiełki rzodkiewki	Japonia
1995	O111:H	161 (1)	fermentowane kiełbasy	Australia
1993	O157:H7	731 (4)	hamburgery	USA
1992	O157:H7	243 (4)	woda	USA

VTEC u ludzi - UE



VTEC – najwięcej zachorowań, 2017



Yersinia

Yersinia

Gram-ujemne bakterie należące do rodziny *Enterobacteriaceae*, obecnie znanych jest 12 gatunków, z których najważniejsze to:

- *Yersinia pestis* – wywołująca dżumę
- *Yersinia enterocolitica* – wywołująca jersiniozę
- *Yersinia pseudotuberculosis* – wywołująca rodencjozę

Cechy charakterystyczne:

- ziarniako-przecinkowce Gram-ujemne z charakterystycznym dwubiegunowy wybarwieniem (wygląd „agrafki”)
- względnie beztlenowe
- katalazododatnie
- nieruchliwe
- rosną najlepiej w temperaturze 2-8 °C, kolonie powstają po 2-5 dniach

Yersinia enterocolitica - występowanie

- Są szeroko rozpowszechnione w środowisku. Ich rezerwuarem są zwierzęta domowe i wolnożyjące takie jak: świnie, bydło, gryzonie, owce, psy oraz koty,
- Y. enterocolitica występuje także w glebie, wodzie i na powierzchni roślin,
- Bakterie należące do tego gatunku i chorobotwórcze dla człowieka pochodzą zwykle od świń, psów oraz kotów. Objawy kliniczne u zwierząt występują jednak rzadko.

Jersinioza

- Objawy kliniczne występują zwykle po 7 dniach i mogą trwać do 3 tygodni lub dłużej
- Do najczęstszych postaci yersiniozy należą formy jelitowe i rzekomowyrastkowe (ropne zapalenie węzłów chłonnych krezkowych)
- Formy jelitowe to: zapalenie jelit, w tym zapalenie jelita cienkiego i okrężnicy z takimi objawami jak: biegunka, wymioty, gorączka, bóle brzucha
- Rzadziej występujące postaci yersiniozy to forma posocznicowa, rumień guzowaty czy inne zmiany skórne, mogą pojawiać się zmiany ropne o różnej lokalizacji



Yersinia enterocolitica - źródła zakażenia

Do zakażenia człowieka pałeczkami Y. enterocolitica dochodzi zwykle drogą pokarmową przez zjedzenie :

- surowego lub niedogotowanego mięsa wieprzowego
- niepasteryzowanego mleka
- produktów roślinnych
- produktów gotowych do spożycia długo przechowywanych w warunkach chłodniczych
- W 2015 r. nastąpił wzrost liczby przypadków jersiniozy w krajach EU o 8,7% w porównaniu z rokiem 2014 r. W 99,5% przypadków, w których określono gatunek Yersinia za chorobę odpowiedzialną była Y. enterocolitica.

Głównym źródłem Yersinia dla ludzi jest trzoda chlewna i mięso wieprzowe. Z 952 próbek mięsa wieprzowego w 11,3% i z 2 050 świń w 11,0% stwierdzono obecność tych drobnoustrojów.

Kategoria żywności	UE	
	Liczba próbek analizowanych	Odstek wyników dodatnich (%)
Świeże mięso wieprzowe	529	8,3
RTE z mięsa wołowego	32	6,3
Żywność pochodzenia roślinnego	166	2,4

Gronkowce i enterotoksyny gronkowcowe

Koagulazo-dodatnie *Staphylococcus* spp.

- Występują powszechnie w środowisku (w wodzie, glebie, kurzu, w powietrzu)
- Naturalny składnik flory bakteryjnej skóry i błon śluzowych człowieka (20 – 80% ludzi – bezobjawowi nosiciele)
- **Okolo 30%** koagulazo-dodatnich szczepów *S. aureus* wytwarza enterotoksyny gronkowcowe wywołujące zatrucia pokarmowe
- Enterotoksyny są odporne na czynniki środowiskowe (przyczyna intoksykacji pokarmowych u ludzi)
- Źródło zakażenia: nosiciele biorący udział w przygotowaniu lub produkcji żywności (niedostateczna higiena)
- Objawy intoksykacji: gwałtowne wymioty, bóle brzucha, biegunka (zwykle trwają 24 – 48h)
- Śmiertelność 0,03% przypadków

- Według raportu Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) dotyczącego występowania chorób odzwierzęcych (zoonoz) u ludzi oraz ich czynników etiologicznych, epidemie wywołane przez enterotoksigeniczne *Staphylococcus aureus* znajdują się na czwartym miejscu po epidemiach wywołanych przez bakterie z rodzaju *Salmonella* spp., wirusy oraz bakterie z rodzaju *Campylobacter*.
- Ten sam raport stwierdza, że w 2006 roku niemal połowę (48,8%) zatruc pokarmowych wywołanych przez toksyny bakteryjne, wywołanych było przez enterotoksyny gronkowcowe, co stanowi 4% wszystkich czynników wywołujących zatrucia pokarmowe.
- W Polsce zatrucia pokarmowe na tym tle zajmują od lat drugie miejsce za salmonellozami, z wzrastającą tendencją. Około 30% koagulazo-dodatnich szczepów *Staphylococcus aureus* wytwarza termooporne enterotoksyny gronkowcowe.

MRSA – meticillin-resistant *Staphylococcus aureus*

- oporność na metycylinę, oznacza oporność na wszystkie stosowane antybiotyki β-laktamowe (głównie na skutek szerokiego stosowania tych antybiotyków)
- szczepy MRSA stanowią poważny problem, ponieważ niezależnie od oporności na β-laktamy wykazują oporność na wiele innych antybiotyków oraz środków przeciwbakteryjnych, a niejednokrotnie mogą być przyczyną epidemii.
- jest coraz częściej izolowany z gospodarstw produkujących mleko oraz z mleka zbiorczego
- nie odnotowano epidemii wywołanych przez MRSA znajdującym się w surowym mleku

OBJAWY

(po 30 min. – 8 godz.)

- gwałtowne wymioty
- biegunka
- nudności

Czas trwania objawów : 24 - 48h

(Śmiertelność 0,03% przypadków)

Cronobacter sakazakii

Cronobacter sakazakii

- Ponad 30 lat temu mikroorganizmy te wyodrębniono jako nowy gatunek – **Enterobacter sakazakii** (obecnie *Cronobacter sakazakii*)
- Występuje w środowisku naturalnym – w wodzie, glebie, ściekach
- Występują w żywności: mleko, mleko w proszku, sery, warzywa, mięso, wędliny, ryby, ryż, herbata, przyprawy
- Są szczególnie niebezpieczne dla dzieci do 6 m-ca życia – źródłem infekcji może być mleko w proszku i preparaty mlekozastępcze do początkowego żywienia oraz osoby dorosłe z zaburzeniami układu immunologicznego
- Mogą być obecne w surowcach wykorzystywanych do produkcji tych preparatów, dlatego szczególnie ważna jest właściwa kontrola mikrobiologiczna zarówno surowca jak i gotowego produktu. Do zanieczyszczenia może dojść również podczas produkcji (suszenia oraz napełnianie opakowań); izolowano także z butelek używanych do karmienia



Clostridium

Clostridium perfringens



- *Clostridium perfringens* to beztlenowe laseczki, bytujące w różnych warunkach środowiskowych (w glebie, ściekach, wodzie słodkiej/morskiej, produktach zwierzęcych i roślinnych, ale również w przewodzie pokarmowym ludzi i zwierząt)
- Powszechne występowanie sprzyja kontaminacji różnego rodzaju żywności. dodatkowo zdolność wytwarzania ciepłoopornych przetrwalników znacznie zwiększa przeżywalność tych drobnoustrojów
- Przetrwalniki *C. perfringens* są trudne do inaktywacji przy zastosowaniu obróbki cieplnej. Spory izolowane z przypadków zatrucia pokarmowych cechują się także wysokim stopniem oporności na różne czynniki środowiskowe (stres osmotyczny, zmienne pH, przedłużone mrożenie oraz wysokie ciśnienie hydrostatyczne). Tłumaczy to wysoką przeżywalność zarodników w żywności
- Obraz zmian chorobowych: objawy zatrucia pokarmowego – wymioty, biegunka, ból głowy, osłabienie, może rozwinąć się martwicowe zapalenie jelit

Vibrio parahaemolyticus

Charakterystyka bakterii Vibrio parahaemolyticus

- Głównym rezerwuarem *V. parahaemolyticus* jest środowisko morskie. Drobnoustroje te stanowią naturalną florę bakteryjną wód przybrzeżnych i ujść rzek, mogą również przylegać do chityny skorupiaków i zooplanktonu. Izolowane były od mięczaków, ryb morskich i słodkowodnych, a nawet od morskich ssaków. Opisano również przypadki ich występowania w wodach rzek i jezior, które, jak się przypuszcza, musiały posiadać wysoką koncentrację chlorku sodu, niezbędna do przeżycia bakterii. Ponad 99% bytujących w środowisku naturalnym *V. parahaemolyticus* to szczepy niepatogenne dla ludzi.
- Bakterie te nie wytwarzają zarodników, rosną zarówno w warunkach tlenowych, jak i beztlenowych, w zakresie temperatur 5-45°C i pH środowiska 4,8-11. Są drobnoustrojami halofilnymi, rozwijającymi się w odpowiednim stężeniu chlorku sodu (0,5-10%). W optymalnych warunkach, czyli w temperaturze 37°C, przy pH środowiska 7,8-8,6 i 3% stężeniu NaCl przejawiają niezwykle szybki wzrost, czas generacji wynosi tylko 9-12 minut. W warunkach chłodniczych szybko ulegają inaktywacji, zwłaszcza przy niedostatecznej zawartości chlorku sodu w środowisku.

Źródło: Łopatek M., Wiecezorek K., Osek J., „Vibrio parahaemolyticus – potencjalne zagrożenie dla zdrowia konsumentów”, 2018

- Do zakażenia człowieka dochodzi najczęściej drogą pokarmową, głównie po spożyciu surowych lub poddanych niedostatecznej obróbce termicznej ryb i owoców morza, które filtrując duże ilości wody, mogą kumulować chorobotwórcze szczepy *V. parahaemolyticus*. Bardzo ważnym czynnikiem w epidemiologii zatrąć pokarmowych na tle *V. parahaemolyticus* jest istniejący w wielu krajach zwyczaj jedzenia surowych ryb i mięczaków. Japonia jest krajem, w którym stwierdzono największą liczbę infekcji pokarmowych o charakterze epidemii po spożyciu surowej żywności pochodzenia morskiego. Pozajelitowe zakażenia *V. parahaemolyticus* są stosunkowo rzadkie i występują w postaci infekcji przyrannych. Do zakażeń tych dochodzi najczęściej podczas obróbki ryb i owoców morza, a także na skutek bezpośredniego kontaktu uszkodzonej skóry z zanieczyszczoną drobnoustrojami wodą.



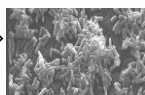
- Chorobotwórcze szczepy *V. parahaemolyticus* powodują ostre zapalenie przewodu pokarmowego, w przebiegu którego może dojść do rozwoju posocznicy, kończącej się niekiedy śmiercią.
- W Europie przypadki zatruc po spożyciu żywności pochodzenia morskiego, zawierającej chorobotwórcze szczepy *V. parahaemolyticus*, występują najczęściej sporadycznie, niemniej odnotowano też kilka zachorowań o charakterze epidemicznym. W lipcu 2004 r. w jednej z hiszpańskich restauracji wykryto duże ognisko chorobowe. Hospitalizowano wówczas 80 gości weselnych, u których wystąpiły objawy ostrego zatrucia pokarmowego. W latach 2004-2005 w Wielkiej Brytanii zanotowano 57 zachorowań wywołanych przez *V. parahaemolyticus*, z czego w większości przypadków do zakażenia doszło podczas podróży na tereny endemiczne.

Biofilmy

Biofilmy

- Badania prowadzone w czasie ostatnich dziesięciu lat wskazują, że biofilmy bakteryjne, to jedno z najgroźniejszych zjawisk zakłócających cykl produkcyjny i zagrażających bezpieczeństwu produktów
- Biofilmy powstające w warunkach przemysłowych stanowią wielogatunkowe zespoły mikroorganizmów tworzące błony biologiczne zlokalizowane zwykle w miejscach trudno dostępnych dla środków myjących.

6 h



2 dni

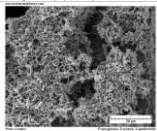
Źródło: Królaski J., Srožland-Faltn A., Paziak-Domańska B., Bartodziejska B. „Skuteczność wybranych enzymów w usuwaniu biofilmów bakteryjnych z powierzchni stali nierdzewnej”. 2015

Biofilmy

- Składnikami biofilmów mogą być zarówno bakterie saprofityczne, jak i chorobotwórcze. Wiele danych literaturowych wskazuje na powszechność powstawania na powierzchniach produkcyjnych wchodzących w kontakt z żywnością biofilmów złożonych z bakterii patogennych przenoszonych drogą pokarmową. Bogate dane dotyczą biofilmów *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica* i *Campylobacter jejuni*.
- Zależnie od rodzaju stosowanych surowców jak również czynników fizycznych (temperatura, aktywność wody, ciśnienie hydrostatyczne) bądź chemicznych (stabilizatory, konserwanty, dodatki do żywności wzmacniające smak i zapach) niszczących komórki podczas produkcji, następuje selekcja mikroorganizmów, a tworzące się biofilmy znacząco różnią się składem jakościowym. W środowisku produkcji przetworów mięsnych elementami biofilmu są powszechnie występujące na powierzchni mięsa bakterie *Pseudomonas* spp., *Brochothrix thermosphacta*, *Lactobacillus* spp., *E. coli*, *Acinetobacter* spp., *Moraxella* spp., *Leuconostoc* spp. *Enterococcus* spp. oraz patogeny *S. enterica*, *L. monocytogenes*. W produkcji przetworów mlecznych na wewnętrznych powierzchniach linii pasteryzacji powstają biofilmy, gdzie dominują *Bacillus cereus*, *E. coli*, *Shigella* spp. i *S. aureus*. W zakładach przetwórstwa rybnego dominują biofilmy złożone z *Neisseriaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas* spp., *Vibrio* spp., *Listeria* spp. i *Serratia liquefaciens*.

Biofilmy

- Powszechnie uznaje się, że powstawanie biofilmów podnosi oporność patogenów i zwiększa prawdopodobieństwo ich przeżycia w warunkach chłodzenia i zamrażania, pasteryzacji, w środowiskach o niskiej kwasowości, w środowiskach o wysokim zasoleniu, czy w obecności środków dezynfekcyjnych. Mechanizm oporności jest złożony, a proponowane hipotezy wskazują na wielokierunkową odpowiedź układu na czynniki stresu środowiskowego. Uważa się, że zewnątrzkomórkowe substancje polimerowe (EPS, ang. extracellular exopolymeric substances), lipopolisacharydowe endotoksyny bakteryjne (LPS, ang. lipopolysaccharides) oraz struktury zewnątrzkomórkowe takie jak fimbrie, pili i rzęski stanowiące matrix biofilmu, są fizyczną barierą ograniczającą dyfuzję substancji toksycznych w obrębie biofilmu.



Biofilmy

- Tworzenie biofilmów powoduje trudności w utrzymaniu higieny produkcji, a trudne do eradykacji biofilmy bakteryjne stanowią rezerwuár komórek zanieczyszczających wytwarzane produkty. Biofilmy mogą również powodować problemy technologiczne w produkcji żywności.
- Nowoczesne przetwórstwo żywności sprzyja tworzeniu biofilmów i selekcjonowaniu się bakterii wykazujących tendencje do budowania tej struktury na powierzchniach abiotycznych. Złożoność linii technologicznych, masowe wytwarzanie produktu, długie cykle produkcyjne oraz ogromne powierzchnie kontaktu z żywnością stwarzają warunki do niezakłóconego tworzenia i rozwoju biofilmu bakteryjnego.

