



OLULISED TOIDUPATOGEENID

OHTLIKKUS , KASVUPARAMEETRID,
OHJAMISE VÕIMALUSED



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud
maapiirkondadesse

Rahastatud Euroopa Maaelu Arengu Põllumajandusfondist (EAFRD)

Autor: Professor Mati Roasto
Kirjastaja: Eesti Maaülikool
Trükkinud Vali Press OÜ
Põltsamaa 2019

ISBN 978-9949-629-96-1

Autoriõigus kuulub Mati Roastole.
Varalised õigused kuuluvad materjali tellijale.
Materjal valmis Maaeluministeriumi ning Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni
Ameti (PRIA) tellimusel.
Kõik autoriõigused on kaitstud.

SISSEJHATUS

Toidupatogeenide all mõeldakse baktereid, mikrokoopilisi seeni, nt hallitusseeni, viiruseid, prionoone ja algloomi, mis võivad erinevatel põhjustel toitu sattuda, reeglina toidus paljuneda ja/või toksiline toota ning teatud negatiivsete tegurite (nakkusdoosi olemasolu, patogeeni virulentsus, tundlik inimene jms.) realiseerumisel nakatada inimesi. Saastunud toiduga levivad haigustekitajad ning nende poolt põhjustatud haigused kergesti, mistõttu on toidutekkeliste haiguste näol tegemist ülemaailmse rahvatervise probleemiga (Martinović jt. 2016).

Maaailma Terviseorganisatsiooni (*World Health Organization, WHO*) andmetel haigestub igal aastal saastunud toidu tarbimise tagajärjel 600 miljonit inimest ehk iga kümnes inimene maailmas ning 420,000 inimest sureb, mis ühtekokku põhjustab 33 miljoni tervena elatud eluaasta (*DALY*) kadu. Ohtlike baktereid, viiruseid, parasiite ja kemikaale sisaldav toit põhjustab enam kui 200 erinevat haigust alates kergekujulisest kõhulahtisusest kuni surmavate haigusteni (*WHO, 2019*). Saastunud toit põhjustab enamasti haiguse üksikjuhtumeid, kuid sageli ka ulatuslikke toidutekkelisi haiguspuhanguid. Aastal 2017 registreeriti Euroopa Liidus (EL) 5079 toidutekkelist k.a. joogivee haiguspuhangut. Kõige enam põhjustas toidupatogeenidest haiguspuhanguid *S. Enteritidis*, millele järgnesid teised bakteriaalsed toidupatogeenid, bakterite toksiinid ja seejärel toiduga levivad viirused. Vastavalt Euroopa Toiduohutusameti 2017. aasta zoonooside aruandele (*EFSA, 2018*) jäi paljude (37,6%) toidutekkeliste haiguspuhangute puhul puhangu põhjustanud haigustekitaja kindlaks määramata, kuid kõrgeim haigustekitaja ja toiduga seonduv risk haiguspuhangute tekkes tehti kindlaks salmonellade esinemisega munades, lihas ja lihatoodetes. Lisaks salmonelladele olid haiguspuhangute tekkes olulised ka bakteriaalsed toksiinid liha- ja liitootudes, histamiin kalas ning kampülobakterid piimas ja piimatoodetes ning kampülobakterid lihas ja lihatoodetes.

Toidutekkeliste haiguste arv on tõusnud toidu kaubanduse globaliseerimisest tingituna, kuid ka seoses toortoidu tarbimist propageerivate toitumistrendide populaarsuse tõusule. Toortoitumine ning veganluse populaarsuse tõusust tingituna tuleb toidukäitlejatel vastavate suundumustega kohaneda ning vajadusel enesekontrollisüsteemides rakendada senisest rangemaid hügieenistandardeid k.a. toiduohutuskriteeriume.

Viimastel aastatel on tänu kolmanda põlvkonna sekveneerimise tehnoloogiate kasutusele võtmisega suudetud kindlaks teha üheaegselt mitmeid EL-i riike hõlmanud haiguspuhangud, näiteks *L. monocytogenes*'e haiguspuhang (2017/2018), mille põhjustajana tehti kindlaks külmutatud köögiviljade tarbimine ning *S. Enteritidis* munades ja munatoodetes (2016/2017). [Aastal 2017 esines EL-i liikmesriikides loomadelt inimesele (ja vastupidi) ülekantavatest haigustest ehk zoonoosidest kõige enam kampülobakterioosi (246,158 haigusjuhtu), salmonelloosi (91,662), jersinioosi (6,823), *Shiga*-toksiini tootva *Escherichia coli* (STEC) infektsioone (6,073) ja listerioosi (2,480).

Aastal 2017 registreeriti Eestis 347 kampülobakterenteriidi, 279 salmonelloosi, 43 *Yersinia enterocolitica* enteriidi ning 4 listerioosi haigusjuhtu (Terviseamet, 2018).

Aastal 2018 registreeriti Eestis 411 kampülobakterenteriidi, 323 salmonelloosi, 63 *Yersinia enterocolitica* enteriidi ning 28 listerioosi haigusjuhtu (Terviseamet, 2019).

Haigusjuhtumite tegelik arv ning tekkepõhjused jäävad sageli teadmata, kuid teades eelmainitud haigusi põhjustavate patogeenide tugevat seost saastunud toiduga, võib oletada, et suurem osa neist on toidutekkelised. Lisaks bakteritele võivad toidutekkelisi haigusi inimestel põhjustada viirused (nt A-hepatiidi viirus, E-hepatiidi viirus, noroviirused, rotaviirused, kalitsiviirused), ainuraksed parasiidid / algloomad (nt *Toxoplasma gondii*, *Cryptosporidium parvum*, *Giardia lamblia*), mükotoksiine tootvad (mikro)seened (nt *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, *Fusarium* spp.), prioonid ja priooni-sarnased proteiinid (nt veiste

spongiformse entsefalopaatia ja inimeste Creutzfeldt-Jakobi haiguse põhjustaja). Lähtudes haiguse tõsidusest ning haigusjuhtude arvust on patogeensed bakterid siiski ülekaalukalt kõige olulisemad toidutekkeliste haiguste põhjustajad inimestel. Viimasest tingituna käsitleb käesolev teabematerjal kõige olulisemaid bakteriaalseid toidupatogeene toidus.

Toitudes võivad esineda erinevad patogeendid. Mõned neist võivad esineda enamikes toidurühmades, nt *Salmonella* ning mõned vaid üksikutes tooterühmades, nt *Vibrio* spp. Järgnevalt on esitatud mõnedes toidurühmades olulisemaid ning sagedamini esinevaid toidupatogeene. Tuleb arvestada, et toidurühmadega seonduvate toidupatogeenide loetelu pole lõplik ning võib sõltuvalt toitude valmistusviisist ning erinevate toodete erinevast koostisest allpool esitatust veidi erineda (ICMSF, 2011).

Liha ja lihatooted: *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), *Clostridium perfringens* (*Cl. perfringens*), *Campylobacter jejuni* (*C. jejuni*), *Listeria monocytogenes* (*L. monocytogenes*), *Salmonella* spp., *Yersinia enterocolitica* (*Y. enterocolitica*).

Muna ja munatooted: *Salmonella* spp., *C. jejuni*, *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica*.

Piim ja piimatooted: *L. monocytogenes* ja *Y. enterocolitica* on pastöriseerimise järgsel saastumisel kõige ohtlikumad, kuna võivad kasvada ka madalatel temperatuuridel. Väga olulised piima ja piimatoodetega seonduvad patogeendid on *Salmonella* spp. ja *Staphylococcus* ning mõned spore moodustavad bakterid, mis pastöriseerimisel võivad ellu jääda, nt *Bacillus cereus* (*B. cereus*). Kuivpiimasegudes on olulise tähtsusega *Cronobacter* (varasemalt *Enterobacter sakazakii*).

Kala ja kalatooted: *Vibrio parahaemolyticus*, *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Cl. perfringens*, *S. aureus*, patogeenne *Escherichia coli* (*E. coli*).

Puu- ja köögiviljad (k.a. puu- ja köögiviljapõhised salatid): *Shigella* spp., *Salmonella* spp., *E. coli*, *Vibrio cholerae*, *L. monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Cryptosporidium* spp., *Cyclospora* spp., noroviirused.

Fermenteeritud ja hapendatud köögiviljad: *Clostridium botulinum* (*Cl. botulinum*), *L. monocytogenes*, *E. coli*, *Salmonella* spp.

Vürtsid: *B. cereus*, *Cl. perfringens*, *Salmonella* spp., *Aspergillus flavus* (*A. flavus*) ja *Aspergillus parasiticus* (*A. parasiticus*). Kaks viimast on hallitusseened, mis võivad toota inimese tervisele ohtlike mükotoksiine.

Teraviljad ja teraviljatooted: *A. flavus*, *A. parasiticus*, *Fusarium* spp., *B. cereus*, *Cl. perfringens*, *Cl. botulinum*, *Salmonella* spp.

Kondiitritooted, maiustused: *Salmonella* spp., *B. cereus*.

Pagaritooted, nt leivatooted: *Salmonella* spp., *S. aureus*., *B. cereus*., *L. monocytogenes*, mükotoksilised hallitusseened (perekonad *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*).

Puuviljamahlad: *Salmonella* Typhimurium, *E. coli*, *Cryptosporidium parvum*.

Konservtoidud: *Cl. botulinum*.

Järgnevalt käsitletakse kõige olulisemaid bakteriaalseid toidupatogeene esitades nende olulisuse põhjused, allikad, ülekandeteed, kasvu mõjutavad tegurid ning võimalikud ohjemeetmed.

***Salmonella* spp.**

Olulisus

Salmonella perekonda kuuluvad bakterid võivad põhjustada salmonelloosi, mis on maailmas sagedamini esinev bakteriaalne toidumürgistus. *Salmonella* serotüüpe on üle 2500, kuid inimeste salmonelloosi haigestumist põhjustab kõige sagedamini *Salmonella* Enteritidis, mida on sagedamini isoleeritud linnulihast. Lisaks eelmainitud serotüübile on Eestis salmonelloosi haigestunud inimestelt sageli isoleeritud *S. Typhimurium*´it k.a. monofaasilist *S. Typhimurium*´it (sagedamini isoleeritud sealihast) ning mõnel aastal ka *S. Infantis*´t, mida on sagedamini isoleeritud kanabroileri ja kalkuni lihast (Terviseamet, 2018; EFSA, 2017). Lisaks soolepõletikule võivad salmonellad põhjustada raske kuluga kõhutüüfust, mille tekitajaks on *Salmonella* Typhi ja *Salmonella* Paratyphi, mille levitajaks on nakatunud inimesed, kes puudulikust isikuhügieenist tingituna saastavad toitu. Eelnevast tingituna on kõige olulisemaks riskifaktoriks puudulik hügieen ja sanitatsioon. Salmonellaenteriit on peaaegu alati toidumürgistuse tagajärg ning haigusele on iseloomulik rohke vesine kõhulahtisus, kõhuvalu, palavik, oksendamine. Tavaliselt paranetakse mõne päevaga ilma ravita, kuid immuunpuudulikkusega inimestel võib haigus kulgeda väga raskelt ja lõppeda surmaga. Salmonellade sattumisel toiduainetes võivad tekkida laialdased toidutekkelised haiguspuhangud. Euroopa Toiduohutusameti andmetele tuginedes võib salmonelloosist tingitud kahju ulatuda aastas kolme miljardi euroni (EFSA, 2014).

Allikad, ülekandeteed ja seonduvad toidud

Suure vastupidavuse tõttu on salmonellad keskkonnas laialdaselt levinud, mistõttu võivad kergesti sattuda toidu tootmise, töötlemise ja tarbimise ahelasse. Toidu esmatootmise tasand, nt loomafarmid on kõige olulisemaks salmonellade leviku allikaks ning haigustekitajad säilitavad loomade väljaheidetes ning farmi keskkonnas eluvõime väga pikalt. Haigustekitajad levivad eelkõige fekaal-oraalsel teel ehk inimese nakatumise peamiseks põhjuseks on fekaalse saaste tagajärjel saastunud söök ja jook ning otsene kontakt haigustekitajaid kandvate loomade, lindude, lemmikloomade ja inimestega. *S. Typhi* ja *S. Paratyphi* B kandjateks on üksnes inimesed, kusjuures haigestunud inimesed jäävad väga pikka aega haigustekitajate kandjateks (~5 nädalat) ning osad haigestunutest (<1%) jäävad salmonellade kandjateks kogu elua jooksul. Salmonelladest on enamasti saastunud olnud loomset päritolu toidud, eriti linnuliha, sealiha, veiseliha, munad ning toorpiim ja pastöriseerimata piimast valmistatud toidud. Salmonellasid on suhteliselt sageli isoleeritud ka kaladest ning teistest mereandidest, nt koorikloomad, limused, meriteod ja molluskid. Fekaalsest saastest tingituna võivad salmonelladest saastunud olla taimsed toidud, nt toored puu- ja juurviljad.

Kasvu mõjutavad tegurid

Salmonella paljuneb nii aeroobses kui ka anaeroobses keskkonnas. Salmonellad säilitavad eluvõime külmutatud ja kuivatatud toiduainetes, munades, piimas ja joogivees (Lõivukene ja Mikelsaar, 1998). Eriti iseloomulik on salmonelladele säilitada eluvõime kuivades tingimustes, nt võivad *Salmonella* bakterid säilitada mitu kuud eluvõime šokolaadis, mille veeaktiivsus on 0,3-0,5. Pakendamine lämmastiku keskkonda ei pidurda oluliselt salmonellade kasvu. Madalatel temperatuuridel säilitavad salmonellad eluvõime väga pikalt. Vees võivad salmonellad säilitada eluvõime kuni kaks kuud ning veekogude setetes koguni neli kuud. Salmonellad on võimelised moodustama biokirmeid. Toitainete ammendumisel ning kuivades tingimustes võib *Salmonella* biokirmes eluvõime säilitada mitme kuu jooksul.

TEGUR	Kasvu optimum	Kasvu vahemik
Temperatuur (°C)	35 – 37	7 – 49,5
pH	7,0 – 7,5	3,8 – 9,5
Veeaktiivsus (a _w)	0,99	0,94 – >0,99
NaCl (%)	0,5	0 – 5
Atmosfäär	Aeroobne	Aeroobne kuni anaeroobne

Inaktiveerimine ja hävitamine

Toidu külmutamine ei ole piisav meede hävitamiseks salmonellasid toidus.

Salmonellad ei tooda toidus toksiine ning on tundlikud kõrgete temperatuuride suhtes. Pastöriseerimine hävitab haigustekitaja toidus kergesti.

Nõutav sisetemperatuur toitudele on sõltuvalt teabeallikast erinev, nt kanahakkliha puhul 74 °C / 15 sek.; kana rinnaliha 77 °C / 15 sek.; linnurümp 82 °C / 15 sek.; tükeldatud veise- ja sealihaga 63 °C / 15 sek.; kalaliha ning mereannid 63 °C / 15 sek. Toitude taaskuumutamisel peab toidu sisetemperatuur saavutama vähemalt 74 °C. Vastavalt Eesti salmonellooside tõrje eeskirjale (Põllumajandusministri 20.05.2013 määrus nr. 39) tuleb Salmonella-positiivset liha kuumtöödelda selliselt, et oleks tagatud liha sisetemperatuuri hetkeline tõus vähemalt 75 °C-ni või liha sisetemperatuuri püsimine kahe minuti jooksul vähemalt 70 °C juures.

Salmonellad on tundlikud enamike toidutööstustes kasutatavate desoainete suhtes.

Näiteid haiguspuhangutest

Enamasti on salmonelloosi haiguspuhanguid põhjustanud sealihaga ning linnuliha ja munad. Euroopa Toiduohutusameti andmetel registreeriti aastal 2017 ühtekokku 1241 toidutekkelist *Salmonella* haiguspuhangut, mille põhjustajateks olid muna ja munatooted, pagaritooted, liitoidud, liha ja lihatooted, kala- ja kalatooted, juust ja teised piimatooted, šokolaad. (EFSA, 2018).

Ennetamine ning riskide vähendamise võimalused

Salmonella kontaminatsiooni ja salmonelloosi ennetamine algab farmitasandist, kus tuleb vältida loomade ja lindude nakatumist. Häid hügieeni- ja tootmistavasid tuleb rakendada kogu toidu käitlemise ahela ulatuses. *Salmonella* esinemise suhtes tuleb proove võtta loomadelt, söödast, toidust ning seonduvast keskkonnast. Töötajad võivad olla potentsiaalsed salmonellade kandjad, mistõttu tuleb tagada isikliku hügieeninõuete range täitmine. *Salmonella* kandjad ei tohi toitu käidelda. Nakkushaiguse levimise ennetamiseks tuleb toidu käitlejatel läbida Terviseameti juhendi nõuetele vastav tervisekontroll (Terviseamet, 2017). Tuleb vältida toidu ristsaastumist, eriti toidu toorme (nt toore linnu- ja loomaliha) kokkupuutumist valmistoiduga. Kinni tuleb pidada toidu säilitamise ja kuumtöötlemise nõuetest.

Shiga toksiini tootev *Escherichia coli*

Olulisus

Escherichia coli (*E. coli*) kuulub inimese ja loomade seedetrakti normaalse mikrofloora koosseisu ning on parim fekaalse saastatuse ja võimalike patogeensete mikroorganismide esinemise indikaator toidus ja joogivees (Jay, 2000). Olgugi, et *E. coli* kuulub loomade ja inimeste sooletrakti normaalse mikrobioota hulka, esineb ka tõvestavaid *E. coli* tüvesid, mis võivad saastunud toidu ja joogivee või haigustekitaja mitte-toidupõhisel ülekandel põhjustada inimestel erineva raskusastmega, põhiliselt enteraalsete infektsioonide (Kaper jt, 2004).

Seoses võimega põhjustada inimestel raskekujulisi infektsioone peetakse *Shiga*-toksiine tootvat *E. coli*'t (STEC) kõige olulisemaks *E. coli* patotüübiks, eriti ohtlikuks peetakse *E. coli*'t O157:H7. STECi tüved võivad inimestel põhjustada harva esinevat, kuid väga raskekujulist hemolüütilis-ureemilist sündroomi (HUS), millele on iseloomulik hemolüütiline aneemia, trombotsütopeenia, äge neerupuudulikkus, mis võib lõppeda inimese surmaga (Juhanson, 2018). Enamik HUSi juhtumeid esineb pärast nakkuslikku kõhulahtisust, mis on põhjustatud *E. coli* serotüübist O157:H7 ning mille sümptomiteks on raske (sageli verine) kõhulahtisus, kõhuvalu ja oksendamine. Sageli on haigus toidutekkeline, ligi pooled STEC haigusjuhtumitest on põhjustatud saastunud toidu tarbimisest. Võrreldes teiste toidupatogeenidega on STECi mõju rahvatervisele pigem tagasihoidlik, sest tõsiste haigustagajärgede tõenäosus on väike. Samas võib STECil olla suur negatiivne mõju loomade ja toidu kaubandusele, seeläbi majandusele tervikuna.

Allikad, ülekandeteed ja seonduvad toidud

STECi põhireservuaariks on veised, ning lisaks saastunud veiselihale võivad haigustekitajad inimeseni jõuda vahetu kontakti kaudu haigustekitajat kandvate veistega (Beutin jt, 1993). Tapamajades toimub rümpade saastumine peamiselt naha ja seedekulglala eemaldamise ajal rümpade (rist)saastumise teel (Martin ja Beutin, 2011). Uuringute alusel saab kindlalt väita, et saastunud veiseliha on üks peamisi STECi poolt põhjustatud infektsioonide allikaid inimestel (Farrock jt, 2013). Lisaks alaküpsetatud veise ja väikemäletsejaliste lihale on inimeste haigestumise põhjuseks olnud ka ebapiisavalt kuumtöödeldud või toorpiimast valmistatud piimatooted ning sõraliste loomade (eriti veise) sõnnikust saastunud köögi- ja puuviljad (Söderström jt, 2008).

Kasvu mõjutavad tegurid

STEC rakud on vastupidavad toidu jahutamise ja külmutamise suhtes. Haigustekitaja säilitab eluvõime ka väga madalate (kuni 3,6) pH-de juures.

TEGUR	Kasvu optimum	Kasvu vahemik
Temperatuur (°C)	37	8 – 46
pH	6 – 7	4,4 – 9,0
Veeaktiivsus (a_w)	0,98	0,95 – 0,99
NaCl (%)	-	0 – 5 (12 °C)*
Atmosfäär	Aeroobne	Aeroobne kuni anaeroobne

*sõltub temperatuurist, nt 0 – 8,5% juhul kui temperatuur on 37 °C

Inaktiveerimine ja hävitamine

STEC rakud hävivad suhteliselt kiiresti kõrgetel temperatuuridel. Haigustekitaja hävitamiseks tuleb toitu kuumutada 70 °C juures vähemalt kaks minutit. STEC-i kuumaresistentsus on suurem rasvastes toitudes või toitudes, mis on pakendatud madala hapniku sisaldusega (<2%) atmosfääri. Haigustekitaja on tundlik UV kiirguse suhtes.

Näiteid haiguspuhangutest

Haiguspuhanguid sagedamini põhjustanud toitade hulka kuuluvad: Hamburgerid (mitte piisavalt kuumutatud); saastunud joogivesi (vee saastumine veisesõnnikuga); salaamivorst (toorme saastumine, ebaefektiivsed KKP-d); jogurt (pastöriseerimise järgne saastumine); idandid, nt põld-lambalääts (seemnete saastumine); veise lihast, eriti hakklihast, valmistatud toidud (toorme saastumine, alaküpsetamine); toorpiim (toorme saastumine); toores köögivilja ja salatid (saastumine veisesõnnikuga).

Euroopa Toiduohutusameti andmetel registreeriti aastal 2017 ühtekokku 48 toidutekkelist STEC haiguspuhangut, mille põhjustajana tehti kindlaks veiseliha ja veiselihaast valmistatud tooted, juust ja teised piimatooted, liha ja lihatooted ning piim (EFSA, 2018).

Ennetamine ning riskide vähendamise võimalused

Heade hügieeni- ja tootmistavade rakendamine k.a. efektiivne seadmete, töövahendite ja pindade puhastamine ja desinfitseerimine. Sõraliste tapaloomade, eriti veiste, naha mustuse vähendamine ning fekaalse saaste vähendamine tapamajades. Köögi- ja puuviljade ning salati toormaterjali puhta voolava joogiveega hoolikas pesemine. Joogivee puhtuse tagamine, joogivees ei tohi esineda *E. coli* ja *Coli*-laadseid baktereid. Toidu kuumutamine 70 °C juures vähemalt kaks minutit.

Listeria monocytogenes

Olulisus

L. monocytogenes on saastunud toiduga inimestele ülekanduv haigustekitaja, mis võib põhjustada raskekujulist haigust - listerioosi. Listerioos on eriti ohtlik riskirühmadesse kuuluvatele inimestele nagu väikelapsed, rasedad, eakad ning immuunpuudulikkusega inimesed. *L. monocytogenes*'t peetakse töödeldud jahutatud toitade puhul üheks kõige ohtlikumaks toidupatogeeniks, kuna ta on võimeline kasvama ka madalatel temperatuuridel (-1,5 °C kuni +3 °C). Listerioosi sümptomiteks on palavik, lihasvalud ning iiveldus või kõhulahtisus. Rasedatel võib haigus kulgeda kerge kuluga gripile sarnase haigusena, kuid infektsioon võib põhjustada enneaegse sünnituse või surnultsünni. Vanuritel ja immuunpuudulikkusega inimestel võib tekkida baktereemia või meningiit.

Allikad, ülekandeteed ja seonduvad toidud

Listeeriad on looduses laialdaselt levinud – neid esineb pinnases, mullas, vees, taimedel ning imetajate soolestikus. *L. monocytogenes*'e kasvu suhtes kõrge riskiga toitudeks arvatakse kuumtöödeldud lihatooted, viinerid ja muud vorstid, mis ei vaja enne tarbimist kuumtöötlemist, pasteedid ja lihamäärdeid, suitsutatud mereannid, toorpiim, kõrge rasvasisaldusega piimatooted ning toorpiimast valmistatud pehmed lühikese valmimisajaga juustud. Eestis on enim saastunud olnud vaakumisse pakendatud viilustatud külmsuitsu ja õrnsoola kalatooted (Koskar jt, 2019). Erilist tähelepanu tuleb pöörata valmistoitudele, milles *L. monocytogenes* on võimeline säilitama eluvõime ning toidus kasvama. Valmistoit on toit, mida tootja või valmistaja on kavandanud otsetarbimiseks ja mis ei vaja kuumtöötlemist või muul viisil töötlemist asjaomaste mikroorganismide tõhusaks kõrvaldamiseks või nende taseme vähendamiseks vastuvõetava piirini. Epidemioloogilised uuringud on toidutekkelise listerioosi põhjustajana toonud esile kuumtöötlemata piima, piisavalt kuumutatamata liha, pehmed juustud ning delikatess valmistoidud.

Kasvu mõjutavad tegurid

L. monocytogenes on võimeline toidus paljunema ka madalatel temperatuuridel (-1,5 °C kuni +3 °C). Haigustekitaja talub kõrgeid ($\geq 20\%$) soola kontsentratsioone; on võimeline kasvama nii vaakumisse kui gaasikeskkonda pakendatud toodetes; talub hästi toidu külmutamist ning säilitab pikalt eluvõime ka kuivades tingimustes.

Valmistoidud, milles *L. monocytogenes* ei kasva, on toidud, mille pH $\leq 4,4$ või veeaktiivsus $\leq 0,92$; toidud, mille pH $\leq 5,0$ ja veeaktiivsus $\leq 0,94$.

TEGUR	Kasvu optimum	Kasvu vahemik
Temperatuur (°C)	37	-1,5 – 45
pH	7,0	4,4 – 9,4

Veeaktiivsus (a_w)	0,98	0,92 – (-)
NaCl (%)	-	0 – 10
Atmosfäär	Mikroaeroobne	Mikroaeroobne kuni anaeroobne

Inaktiveerimine ja hävitamine

Toidu kuumutamine sisetemperatuurini 74 °C hävitab bakteri koheselt.

Pesu- ja desoained, mille toime põhineb aldehüüdidel, alkoholidel, fenoolidel, kvaternaarsetel ammooniumi ühenditel ning peräädikhappel on orgaanilise aine puudumisel üldjuhul listeriatega vastu tõhusad.

Näiteid haiguspuhangutest

Enamik listerioosi haiguspuhangutest on põhjustatud pika säilimisajaga valmistoitude, eelkõige liha- ja kalatoodete ning juustu tarbimisest. Haiguspuhangutega on seostatud külmsuitsu liha- ja kalatooted ning graavikala. Lisaks eelmainitud valmistoitudele on haiguspuhanguid põhjustanud kapsasalat (toorme ebapiisav puhastamine); pastöriseerimata piimast valmistatud juustud; sea keele tarretis (ristsaastumine); maisisalat (ristsaastumine); kakaopiim (ristsaastumine).

Euroopa Toiduohutusameti andmetel registreeriti aastal 2017 ühtekokku kümme toidutekkelist listerioosi haiguspuhangut, mille põhjustajana tehti kindlaks juust, kala ja kalatooted, liha ja lihatooted ning juurviljad ja nendest valmistatud tooted (EFSA, 2018).

Ennetamine ning riskide vähendamise võimalused

Võimalusel tuleb toitu kuumtöödelda. Vältida tuleb toidu (rist)saastumist, eriti valmistoidu kuumtöötlemise järgset saastumist. Selleks, peavad toidukäitlejad tagama tööpindade ja seadmete puhtuse. Pestud ja desinfitseeritud seadmeid ja tööpindu tuleb võimalusel kuivatada, tuleb vältida liigniiskust. Seadmetelt ja tööpindadelt tuleb pesemise ning desinfitseerimise tõhususe ning *L. monocytogenes*'e puudumise tõendamiseks võtta pinnahügieeniproove. Tööpindadelt *L. monocytogenes*'e tuvastamise järgselt tuleb kohe rakendada korrektiivmeetmeid, nt toiduga otseselt kokku puutuvate pindade puhul tootmise peatamine, süvakoristuse teostamine ning täiendavate proovide võtmine ja analüüsimine, mis peavad tõestama korrektiivmeetmete tõhusust. Õigustatud võib olla toorainetele spetsifikatsioonide kehtestamine, mis nõuavad *L. monocytogenes*'e puudumist tooraines. *L. monocytogenes*'e kasvu suhtes kõrge riskiga valmistoitude puhul saab ohje meetmena või haigusrisiki oluliselt vähendava meetmena kasutada:

- regulaarset süvakoristust, mis hõlmab seadmete osadeks lahti võtmist ning nende põhjalikku pesemist ja desinfitseerimist;
- toidu pakendamisejärgset kuumtöötlemist;
- toidu kuumtöötlemist ning kuumtöödeldud toidu ristsaastumise välistamist;
- toidu koostises *L. monocytogenes*'e kasvu pärssivate toidu lisaainete kasutamist;
- kriteeriumi „puudub 25 grammis“ (enne, kui toode on viidud toidukäitleja vahetu kontrolli alt välja) kehtestamist;
- *L. monocytogenes*'e arvukuse ohtlikku määrani (>100 pmü/g) tõusu välistava säilimisaja kehtestamist;
- toidualase teabe esitamisega (nt pakendil) tarbijate teavitamist, et enne toidu tarbimist tuleb seda korralikult kuumutada;
- riskirühmade teavitamist, et tegemist on riskirühmadele (väikelapsed, rasedad, eakad ja immuunpuudulikkusega inimesed) tarbimiseks mittesobiliku toiduga.

***Campylobacter* spp.**

Olulisus

Campylobacter spp. (edaspidi kampülobakter) on kõige sagedasem toidutekkeliste bakteriaalsete gastroenteriitide põhjustaja Eestis ja Euroopa Liidus. Kampülobakterenteriidi tavapärased sümptomid on palavik, oksendamine, kõhulahtisus ning valusate krampidega kõhuvalu (mõnikord verine). Harva võivad kampülobakterid põhjustada liigesepõletikku, luuüdi põletikku ning vastündinuil ajukelmepõletikku.

Allikad, ülekandeteed ja seonduvad toidud

Kampülobaktereid leitakse sageli loomsest toidust, eelkõige toorest või piisavalt kuumutamata linnulihas. Enamik toidutekkelisi kampülobakterenteriidi juhtumeid on põhjustatud linnuliha ebapiisavast kuumutamisest ning saastunud linnuliha kaudu teiste toitide ristsaastumisest. Lisaks toidule on inimeste nakatumine võimalik otsesel kontaktil haigustekitajaid kandvate loomadega.

Kasvu mõjutavad tegurid

Kampülobakter säilitab eluvõime külmkapi temperatuuril (+2 kuni +6 °C) tunduvalt kauem kui toatemperatuuril (+20 °C). Kampülobakter säilib eluvõimelisena nii vaakumis kui modifitseeritud atmosfääris, kuid kasvab paremini väiksema hapnikukontsentratsiooniga keskkonnas. Aeroobses keskkonnas ($O_2 \geq 20\%$) on kampülobakteri eluvõime nõrk.

TEGUR	Kasvu optimum	Kasvu vahemik
Temperatuur (°C)	41,5	30 – 45
pH	6,5 – 7,5	4,9 – 9,5
Veeaktiivsus (a_w)	0,997	0,987 – 1,00
NaCl (%)	0,5	0 – 2
O₂ (%)	3 – 5	0 – 19
CO₂ (%)	10	-
Atmosfäär	Mikroaeroobne	Mikroaeroobne kuni aeroobne

Inaktiveerimine ja hävitamine

Kampülobakter on tundlik kõrgete temperatuuride suhtes. Temperatuuril 55 °C hävib ta 0,6 kuni 2,3 minuti jooksul ning 60 °C temperatuuril 0,3 minuti jooksul. Kampülobakterite arvukus väheneb oluliselt toidu külmutamisel. Kampülobakter hävib madalate pH-de juures. Kampülobakter on tundlik kuivamisele, kuid jahetemperatuuridel võib säilitada eluvõime mitu nädalat. Kampülobakter hävib 2% NaCl sisalduse juures ligikaudu kümne tunni jooksul. Kasvu inhibeerivad, nt askorbiinhape ning isegi toidu koostises kasutatavad vürtsid.

Kampülobakter on tundlik enamike toidutööstustes kasutatavate desoainete suhtes, nt tavapärastes kontsentratsioonides jodofoorid, kvaternaarsed ammoniumühendid, glutaaraldehüüd ning 70% alkohol hävitavad kampülobakterid kergesti.

Näiteid haiguspuhangutest

Kõige sagedamaini on kampülobakteritest tingitud haiguspuhanguid põhjustanud: linnuliha või linnulihas valmistatud toidud; kuumtöötlemata piim ja sellest valmistatud piimatooted; veise- ja sealiha; koorikloomad; saastunud joogivesi.

Euroopa Toiduohutusameti andmetel registreeriti 2017. aastal 33 tugeva tõendusega ning 362 nõrga tõendusega toidutekkelist haiguspuhangut. Tugeva tõendusega haiguspuhangute allikatena tuvastati kampülobakteritest saastunud piim, kanabroileriliha ning liha ja lihatooted (EFSA, 2018).

Ennetamine ning riskide vähendamise võimalused

Tapamaja tasandil tuleb tagada (linnu)rümpade fekaalse saaste ennetamine või selle maksimaalsele vähendamise ning rümpade efektiivne õhkjahutus.

Kõikidel toidu tootmise ja töötlemise tasanditel tuleb tagada heade hügieeni- ja tootmistavade rakendamine ning (rist)saastumine vältimine. Linnuliha külmutamine temperatuuril -22 °C 24 tundi vähendab kampülobakterite arvukust linnulihas kümnekordselt (Sampers jt, 2010). Külmutamise pikendamine ei taga kogu kampülobakterite populatsiooni hävitamist, siiski saab toidu külmutamist pidada oluliseks kampülobakteritest tingitud terviseriskide vähendamise meetmeks. Kampülobakterite hävitamiseks või arvukuse oluliseks languseks tuleb vähendada toitude veeaktiivsust ning vältida tootmiskeskonnas liigniiskust. Toore (linnu)liha pakendamine kõrge (~70%) hapniku kontsentratsiooniga atmosfääri vähendab oluliselt kampülobakterite arvukust lihas. Kampülobakterite hävitamiseks peab toidu sisetemperatuur saavutama > 65 °C, soovitatavalt 72 °C.

Yersinia enterocolitica

Olulisus

Yersinia enterocolitica (*Y. enterocolitica*) olulisus on viimastel kümnenditel tõusnud, kusjuures eelkõige jahedama kliimaga piirkondades. Enim on haigustekitaja levinud Skandinaavias ja Põhja-Euroopas. Arenenud riikides põhjustab *Y. enterocolitica* 1-4% kõikidest ägeda kuluga enteraalsetest infektsioonidest. Haigustekitaja on oluline järelinfektsioonidest tingitud komplikatsioonide tekitaja inimestel (Kapperud, 2002). Haiguse (jersinioosi) tunnusteks on enamasti kõhulahtisus ja kõhuvalu, millest viimane on väga sarnane pimesoolepõletiku sümptomitega. Soolestikuvälised infektsioonid võivad olla tõsise haiguskuluga, kuid reeglina ei ole haigus eluohtlik.

Allikad, ülekandeteed ja seonduvad toidud

Haigus on zoonootiline ehk võib kanduda loomadelt inimesele. Haigustekitaja levib eelkõige näriliste ja koduloomade kaudu, kuid on võimalik ka inimeselt inimesele ülekanne. Uuringud on tõestanud, et lemmikloomad on sageli jersiiniate kandjad, mistõttu tuleb tähelepanu pöörata lemmikloomadega kokku puutuvate inimeste, eriti väikelaste, isiklikule hügieenile (käte pesu).

Kõige olulisemaks haigustekitaja reservuaariks on kodusead, kellel jersiiniad paiknevad eelkõige suuõõnes keele ja tonsillide piirkonnas, mistõttu tuleb sellega lihakehade algtöötlemisel arvestada. Inglismaal on leitud, et lambad on inimeste jersinioosi oluliseks reservuaariks (Bari jt., 2011).

Haigus on enamasti toidutekkeline (üle 50% haigusjuhtudest) ning seondub eelkõige sealihaga ning toorpiima tarbimisega. Haigustekitajaid on isoleeritud enamike põllumajandusloomade lihast ning looduskeskkonnast tulenevast saastest tingituna salatitest ning puu- ja köögiviljadest. Viimane on tingitud sellest, et jersiiniate looduslikuks reservuaariks on muld ning maa- ja magevee ökosüsteemid. Jõgede, järvede ja teiste looduslike veekogude vee kasutamisel taimede kastmise eesmärgil satub haigustekitaja toidutaimedele ning saastunud toidutooraine ebapiisaval pesemisel taimsesse toitu. Farmides, kus veised on jersiiniate kandjateks satub haigustekitaja fekaalsest saastest tingituna piima, mistõttu võib toorpiima tarbimine põhjustada inimeste haigestumist. Kõige olulisemaks haiguse riskifaktoriks on siiski jersiiniatest saastunud sealihaga tarbimine.

Kasvu mõjutavad tegurid

TEGUR	Kasvu optimum	Kasvu vahemik
Temperatuur (°C)	25 – 37	-1,3 – 42
pH	7,2	4,2 – 10
Veeaktiivsus (a_w)	-	0,96*
NaCl (%)	-	0 – 7**
Atmosfäär	Aeroobne	Aeroobne kuni anaeroobne

* miinimum veeaktiivsus; ** kasv 5% NaCl sisalduse juures, kuid kasv puudub 7% NaCl sisalduse juures

Y. enterocolitica on võimeline kasvama madalate temperatuuride juures, kusjuures tema kasvupotentsiaal madalatel temperatuuridel võrreldes *L. monocytogenes*´ga (samuti võimeline kasvama madalatel temperatuuridel) on tunduvalt kõrgem. Haigustekitaja toksigeensed tüved võivad teatud temperatuuridel (nt piimas 25 °C juures) toota kuumaresistentset enterotoksiini, mistõttu ei pruugi pastöriseerimine alati tagada toiduohutust.

Inaktiveerimine ja hävitamine

Haigustekitaja on kuumatundlik, toidu sisetemperatuur 70 °C tagab *Yersinia* bakterite kohese hävitamise. Toidu lisaainete toime sõltub toidu pH-st. Kaaliumsorbaadi kontsentratsioon kuni 5000 ppm-i pH 6,5 juures pidurdab olulisel jersiiniate kasvu toidus, kuid pH väärtusel 5,5 piisab haigustekitaja inaktiveerimiseks juba 1000 ppm kaaliumsorbaadi kontsentratsioonist. Toidu pakendamine 100% N₂ või CO₂/N₂ gaasi keskkonda pidurdavad oluliselt jersiiniate kasvu madalatel temperatuuridel (Bari jt. 2011). Kartulite töötlemine ühe minuti jooksul osoneeritud veega vähendas oluliselt jersiiniate arvukust, mistõttu leiti, et jersiiniad on osooni suhtes tundlikud (Selma jt., 2006).

Näiteid haiguspuhangutest

Saastunud toidust tingitud *Y. enterocolitica* haiguspuhanguid on põhjustanud: värske sealiha (saastumine tapamaja tasandil, ebapiisav liha kuumtöötlemine); sealiha siseorganitest valmistatud toit (käitlemis- ja hügieeniprobleemid kodutasandil); puu- ja köögiviljad (saastunud puu- ja köögiviljade ebahoolikas pesemine); salatimaterjal (ebapiisav pesemine); joogivesi (probleemid joogivee töötlemisel); joogipiim (pastöriseerimise järgne saastumine); toorpiim (saastunud toorpiima tarbimine).

Euroopa Toiduohutusameti andmetel registreeriti aastal 2017 ühtekokku 12 toidutekkelist jersinioosi haiguspuhangut, millest mõnede põhjustajana tehti kindlaks sealiha sisaldavad toidud (EFSA, 2018).

Ennetamine ning riskide vähendamise võimalused

Sealiha tootmisega seonduvalt on kõige olulisemaks jersiiniatega seonduva saaste vähendamise meetmeks hügieenitingimuste parandamine alates farmist kuni sealiha töötlemiseni. Oluline on arvestada asjaoluga, et tapamajades algtöötlemise etappidel võivad suuõõnest ja soolesisaldisest pärinevad bakterid põhjustada lihakehade saastumise, mistõttu tuleb erilist tähelepanu pöörata hoolikale soolte eemaldamisele ning kupatamisel ja karvade eemaldamisel kasutada piisavalt kuuma vett. Välistamiseks suuõõnes paiknevate jersiiniate sattumist lihakehale/rümbale tuleb pea eemaldada koos keele, neelu ja tonsillidega ning seejärel käidelda päid eraldi. Tapajärgsed lihainspektsiooni toimingud, mis hõlmavad alalõua lümfisõlmedesse sisselõigete tegemist, tuleb teostada nii, et saaste levik ei oleks võimalik.

Loomne toit, eriti sealiha ja toorpiim, tuleb enne tarbimist korralikult kuumutada. Salatid ja puu- ning köögiviljad tuleb enne tarbimist puhta joogiveega korralikult pesta. Tuleb vältida toidu ristasaastumist ning tagada kõikidel toidu tootmise tasanditel heade hügieenitavade rakendamine.

Clostridium perfringens

Olulisus

Clostridium perfringens (*Cl. perfringens*) on bakter, millel on võime moodustada endospore. Toidumürgistused seonduvad haigustekitaja tüvedega, mis on võimelised tootma enterotoksiini. Toidutekkelise gastroenteriidiga seonduvad tüved moodustavad rohkem eoseid kui tüved, mis osalevad lihasnekroosi ja gaasgangreeni tekkes. Vastavalt toksiooni tüübile eristatakse viite tüüpi (A, B, C, D, E) *Cl. perfringens* tüvesid. Euroopa riikides on *Cl. perfringens* tüüp A üks kõige sagedasem toidutekkelise gastroenteriidi põhjustaja inimestel, kusjuures arvatakse, et vaid 5% kõikidest *Cl. perfringens*'i tüvedest omavad *cpe* geeni, mis põhjustab haiguse tekkeks vajaliku enterotoksiini tootmise. Toidutekkeline gastroenteriit eeldab suures koguses vegetatiivsete bakterirakkude sattumist inimorganismi. Soolestikus rakud sporuleeruvad ja spooride moodustumise ajal toimub enterotoksiini tootmine. Spoori kattev proteiin vabaneb soolevalendikku ja põhjustab kõhulahtisust. Tavapäraselt toidus eneterotoksiini tootmist ei toimu. *Cl. perfringens*'iga seostatud gastroenteriidi sümptomid on kõhulahtisus ja -valu, esineb ka iiveldust. Haiguse peiteperiood on ~18 tundi. Enamik kõhulahtisuse põhisümptomiga haigusjuhtumitest ei vaja ravi, sest haigus taandub iseenesest juba mõne tunni jooksul pärast sümptomite teket. Haiguse esinemine ei ole piiratud vanuseliste, sooliste ega teiste kriteeriumidega. *Cl. perfringens*'i tüüp C põhjustab toidutekkelist hemorraagilist gastroenteriiti, mida tuntakse ka suurkõhu haiguse nimetuse all. Hemorraagilise enteriidiga kaasnevad kõhulahtisus ja kõhuvalu, väljaheide on verine ja limaga kaetud. Suurkõhu haigus võib lõppeda inimese surmaga, nimelt põhjustab haigust tugevatoimeline β -toksiin, mis põhjustab ulatuslikku soolte nekroosi. Gastroenteriidi puhangute põhjustajaks on enamasti inimene ning saastumine toimub toidu valmistamisel.

Allikad, ülekandeteed ja seonduvad toidud

Cl. perfringens on üldlevinud. Haigustekitajat on isoleeritud pinnasest, taimedelt ja loomadelt, kodulindudel ning inimestelt. Kõik nimetatud keskkonnad võivad olla infektsiooni reservuaariks, levinumad on siiski inim- ja loomallikad. *Cl. perfringens*'i tüüp A-d on isoleeritud pinnasest, loomadelt, inimese fekaalidest, ürtidest ja maitseainetest ja kuivtoitudest. Pinnases ja kuivtoidus esinevad organismid tavaliselt spooridena. Kalatööstustest isoleeritud mikrobiota on sisaldanud *Cl. perfringens*'i tüüpi A, kuid kalatoodetes esinev tüüp A ei ole põhjustanud inimeste haigestumist. *Cl. perfringens*'i sage esinemine sealihhas, veiselihhas, linnulihhas ja neist valmistatud toodetes viitab sellele, et loomad on potentsiaalsed enterotoksiini tootvate tüvede allikad. Lemmikloomad võivad olla *Cl. perfringens*'i kandjad. Inimesed k.a. toidukäitlejad on *Cl. perfringens*'i oluliseks levitajaks. Kõige tõenäolisemalt *Cl. perfringens*'ga saastunud toiduained on veise-, sea-, lamba-, kana- ja kalkuniliha. *Cl. perfringens*'le on suurepäraseks kasvukeskkonnaks hautised ja teised pajaroojadega sarnased liha sisaldavad toidud. Haigusjuhtumeid on sageli põhjustanud ka erinevad kastmed ja lihaleemed. Sojajahu on bakteritele soodne kasvukeskkond ja selle lisamine lihatoodetele võib põhjustada bakterite arvukuse tõusu lihatoodetes. Toidu küpsetamisel ja taaskuumutamisel ellu jäänud spoorid temperatuuri alanedes idanevad, millele järgneb vegetatiivsete rakkude kiire paljunemine, sest osade tüvede generatsiooniaeg (pooldumisaeg) on vaid ~10 minutit. Vegetatiivsete rakkude teke on võimalik temperatuuri režiimide rikkumisel.

Kasvu mõjutavad tegurid

TEGUR	Kasvu optimum	Kasvu vahemik
Temperatuur (°C)	43	10 – 54
pH	6 – 7	5,1 – 9,7
Veeaktiivsus (a_w)	(-)	0,93 – (-)
NaCl (%)	(-)	0 – 5
Atmosfäär	Anaeroobne	Anaeroobne kuni mikroaeroobne

Cl. perfringens'i kasvu inhibeerimiseks on mõttekas kasutada erinevate tõkete (ingl. keeles *hurdle technology*) sünergismi, nt pH 6,2, NaCl 1% ja nitritsoola kontsentratsioon 50 µg/ml on koostöövõimelised edukalt bakteri kasvu pärssima.

Inaktiveerimine ja hävitamine

Mikroorganismide kasvu pärssivate erinevate tõkete oskuslik (koos)kasutamine (pH, a_w , NaCl, temperatuur jms.) toidus reeglina peatab bakterite kasvu, kuid ei suuda hävitada haigustekitajaid. Vegetatiivsed rakud hävivad temperatuuril 70 °C kahe minuti jooksul. Eoste hävitamine kõrgete temperatuuridega ei pruugi olla edukas, nt termostabiilsed eosed võivad elada üle 60 minutise kuumutamise 80 °C juures.

Cl. perfringens vegetatiivsed rakud on tundlikud enamike toiduainetööstuses kasutatavate desoainete suhtes, kuid spooride hävitamiseks on vaja kasutada kõrgemaid kontsentratsioone ja pikemat kontaktaega. Spooride vastu on tõhusamad, nt glutaar- ja formaldehüüd, kloor, vesinikperoksiid, happed ja leelised ning peroksühapped.

Näiteid haiguspuhangutest

Enamik haiguspuhangutest on olnud seotud tootlustajate poolt toitude liiga varasest ette valmistamisest ning temperatuuri režiimide rikkumisest, eriti toidu jahutamisel ning taaskuumutamisel. Haiguspuhanguid (eelkõige tootlustamise tasandil) on põhjustanud erinevad toidud, nt liha- ja kalatoidud, eriti veiselihast valmistatud toidud, lihakastmed, singid, grillitud liha, keedukartulid, tšilli.

Ennetamine ning riskide vähendamise võimalused

Cl. perfringens'st põhjustatud toidutekkeliste haiguste ennetamine sõltub otseselt toidus olevate spooride tekke ennetamisest. Toitu tuleb kuumutada korralikult. Äärmiselt oluline on toidu valmistamisel, jahutamisel, taaskuumutamisel ja serveerimisel kinni pidada temperatuuri režiimidest. Toidu valmistamisel tuleb kasutada kõrge kvaliteediga tooraineid, kusjuures eriti oluline on toorainete puhtuse ning tootmishügieeni tagamine.

Clostridium botulinum

Olulisus

Clostridium botulinum (t (*Cl. botulinum*)) on üks kõige olulisem ning ohtlikum toidupatogeen, mis põhjustab lihashalvatusega kulgevat väga raske kuluga haigust, botulismi. Botulismi põhilised esinemisvormid on toidutekkeline ehk soole vorm, kus neurotoksiin satub organismi toiduga; väikelapse vorm (imiku botulism), kus haigustekitaja bakterid koloniseerivad lapse mao-sooletrakti ning haava vorm, mis tekib haigustekitaja eoste sattumisel haava. Botulismi juhtum-surmlõppe määr hospitaliseeritud patsientidel on koguni 5-10%.

Cl. botulinum'i spoorid on toidu töötlemisel kasutatavatele toiduohutuse ohjemeetmetele (kõrged temperatuurid, madal veeaktiivsus jt.) väga vastupidavad. Haigustekitaja

vegetatiivsed rakud toodavad nn botuliini neurotoksiine, mis kuuluvad kõige tugevamate bioloogiliste närvimürkide nimistusse maailmas. Inimesele surmav neurotoksiini doos jääb vahemikku 0,1–1 ng/kg. *Cl. botulinum*’i tüved jaotatakse toodetavast toksiinist lähtuvalt kaheksasse tüüpi (A-H). Tüübid A, B, E, F ja H põhjustavad botulismi inimesel ning tüübid C ja D erinevatel loomaliikidel. Tüüp G puhul puuduvad botulismitõendid nii inimesel kui loomadel. Omakorda füsioloogilistest erisustest tingituna jaotatakse tüved nelja gruppi. Gruppi I kuuluvad tüved võivad toota A, B või F toksiooni, lõhustavad valke ning põhjustavad toidu mikrobioloogilist riknemist. Gruppi II kuuluvad tüved võivad toota B, E või F toksiooni, ei ole proteolüütiliste omadustega ning võivad esineda ka toidu riknemisele iseloomulike tunnusteta toidus. Gruppi III kuuluvad tüved toodavad C ja D toksiooni, mis on ohtlikud üksnes loomadele ning gruppi IV kuuluvad tüved toodavad vaid G toksiooni, mis ei kujuta ohtu ei inimestele ega loomadele.

Allikad, ülekandeteed ja seonduvad toidud

Toidutekkelise botulismiga kaasnev sündmuste jada saab alguse toidu saastumisest *Cl. botulinum*’i eostega. Saastumine toimub sageli taime kasvamise või koristamise ajal, eriti kui tooraine pärineb keskkonnast, kus on palju spore. *Cl. botulinum*’i eosed on laialdaselt levinud nii pinnases, tolmus kui veekogudes, eriti veekogude setetes. Pinnasest võivad haigustekitaja eosed sattuda taimedele ja loomadele k.a. mesilastele ning seonduvatesse toitutesse, nt köögiviljad, liha ja mesi. Algselt seostati botulismi eelkõige vorstidega, nüüdseks on botulismi juhtumitega seostatud palju enam erinevaid toiduaineid, üksikutel juhtudel isegi pähklimaitseline jogurt, juust, vaakumpakendisse pakendatud merekarbid jms. Siiski on endiselt suurimaks probleemiks kodus valmistatud hoidised. Mereveesetete uurimised on näidanud, et *Cl. botulinum* tüüp E levimus Balti mere setetes on koguni 100%. Balti mere kaladel on *Cl. botulinum* tüüp E levimus olnud 23% ning kõige sagedamini on saastunud olnud räim. Merepõhjatoidulistel kaladel on reeglina klostriidiate levimus suurem kui pelaagilistel ehk planktonitoidulistel kaladel. Soomlased on kalafarmide tasandil uurinud *Cl. botulinum*’i esinemist forellides ning leidnud, et 68% setteproovidest ning 15% kalade soolestiku proovidest osutusid positiivseks tüüp E suhtes, kusjuures ei leitud tüüpe A, B ja F. Nagu eelnevalt mainitud seonduvad botulismijuhtumid siiski eelkõige kodus valmistatud hoidistega, nt puu- ja köögivilja ning kalahoidised. Siiski on töötlemisprobleemidest, k.a pakendivigadest ning ebaõigetest säilitamistemperatuuridest tingituna botulismi haigusjuhtumeid esinenud ka tööstustoodanguga seonduvalt. Mees ja meetoodetes kujutavad *Cl. botulinum*’i spoorid unikaalset ohtu, sest imiku soolestikus on need võimelised koloniseerima soole epiteeli, mille tagajärjeks on toksiinide tootmine ning imikute botulism.

Kasvu mõjutavad tegurid

Suitsutamise, k.a kuumsuitsu, temperatuurid ei ole piisavad, et hävitada klostriidiate eoseid. Vaakumisse pakendamine ning säilitamine 3 °C kõrgemate temperatuuride juures võib hoopiski soodustada *Cl. botulinum* tüüp E poolt toksiinide produtseerimist. *Cl. botulinum*’it saab ohjata madala pH ja/või veeaktiivsusega, samuti mõnede toidu lisaainete (eelkõige nitritsool) kasutamise toidus ning bakteri kasvu pärssivate säilitamistemperatuuride rakendamise. Nitrit ja nitraat on eriti efektiivsed kui kombineeritakse madalat pH-d (kõrge happesus) ning fermentatsiooni mikrobioota kasutamist toidus. Sorbiinhappe ja tema soolade kasutamine koos madalate nitritite kogustega on samuti osutunud piisavalt efektiivseks ohjemeetmeks. Lihatoodete (nt salaami) starterkultuuridena kasutatavad piimhappebakterid tänu toodetavale orgaanilistele hapetele ja bakteriotsiinidele on võimelised *Cl. botulinum*’i kasvu oluliselt pidurdama, sama kehtib bakteriotsiin nisiini suhtes. *Cl. botulinum* kasvab reeglina vaid hapnikuvabas (anaeroobses) keskkonnas, nt suletud pakendites, millest õhk on eemaldatud (vaakumisse pakendamine) või toitutes, mis on pakendatud õlisse jms.

Pakendatud toodete pastöriseerimine ei hävita *Cl. botulinum*’i spooore, sest kuumtöötlemine on võimeline hävitama vaid vegetatiivseid bakterirakke.

TEGUR	Grupp I Kasvu optimum	Grupp I Vahemik	Grupp II Kasvu optimum	Grupp II Vahemik
Temperatuur (°C)	35 – 40	10 – 48	18 – 25	3,0 – 45
pH	(-)	4,6 – (-)	(-)	5,0 – (-)
Veeaktiivsus (a _w)	(-)	0,94* – (-)	0,98	0,97** – (-)
Atmosfäär	Anaeroobne		Anaeroobne	

*10% NaCl; **5% NaCl

Inaktiveerimine ja hävitamine

Vegetatiivsed rakud hävivad kuumtöötlemisel kergesti, nt 60 °C juures juba mõne minuti jooksul. *Cl. botulinum*’i toksiin hävib +80 °C juures 10 minutisel kuumutamisel või 85 °C temperatuuri juures kuumutamisel või keetmisel viie minuti jooksul. *Cl. botulinum* ei kasva temperatuuridel alla +3 °C ning sügavkülmutatuna säilitatud toodetes. Haigustekitaja ei kasva õhurikas keskkonnas, mistõttu on tema kasvu võimalik vältida toidu pakendamisega kõrgeid hapniku kontsentratsioone sisaldavasse gaasi keskkonda. Tavaliselt ei kasva *Cl. botulinum* toitutes, mille pH on madalam kui 5,0, kuid nii happeline keskkond (<5,0) põhjustab vegetatiivsetest rakkudest spooride moodustumise.

Uurimistööd on tõestanud vesinikperoksiidi (335 ppm, kaks minutit) efektiivsuse *Cl. botulinum*’i toksiinide hävitamisel ning leidnud, et kloor on märkimisväärselt efektiivsem madalate pH-de juures.

Näiteid haiguspuhangutest

Haiguspuhanguid on põhjustanud kodus valmistatud konserveeritud toidud, eriti vähehappelised köögivilja ja kalakonservid. Kalades *Cl. botulinum* tüüp E leidumine tähendab kõrget riski kalatoodete saastumiseks ning maailmas tervikuna on registreeritud mitmeid kala ja kalatoodetega seonduvaid botulismi puhanguid. Sageli on haiguspuhanguid põhjustanud siseelunditest puhastamata kalatoodete tarbimine (nt „vobla“). Soomes haigestus kaks inimest vaakumisse pakendatud siiakala tarbimise tagajärjel (Lindström jt, 2006). 2009. aastal haigestus Prantsusmaal kolm inimest E-tüüpi botulismi. Uuringud näitasid, et haiguspuhang oli seotud Kanada päritolu, kuid Soomest ostetud ja mitmeid nädalaid hiljem Prantsusmaal tarbitud vaakumpakendatud kuumsuitsu valgesiia tarbimisega (King jt, 2009). Mesi võib olla saastunud *Cl. botulinum*’i eostega ning on põhjustanud imikute botulismi, kuid haiguspuhanguid on esinenud väga harva.

Ennetamine ning riskide vähendamise võimalused

Kõige olulisemaks ohu minimeerimise meetmeks on heade hügieenitingimuste ning toidu valmistamiseks kasutatavate toorainete maksimaalse puhtuse tagamine.

Klostriidiade kasvu toidus saab vältida naatrium- ja kaaliumnitriti (või nitraadi) teiste tõketega kombineerimisel toitutes, kus nende kasutamine toidu lisaainena on lubatud (eelkõige töödeldud lihatooted). Sorbiinhappe ja tema soolade kombineeritud kasutamine nitritiga aitab vähendada *Cl. botulinum*’i ohjamiseks vajalikku nitriti kogust.

Vältida tuleb spooride idanemist ning sellele järgnevat vegetatiivsete rakkude paljunemist, mistõttu tuleb ennetada töötlemis- ja/või temperatuuri režiimide rikkumisi.

Alla ühe aasta vanustele lastele ei tohi söögina mett kasutada, vastav info peaks olema kirjas ka tootepakendil.

Bacillus cereus

Olulisus

Bacillus cereus (*B. cereus*) on spoores moodustav bakter, mis võib esineda paljudes toitudes. Juhul, kui spoores sisaldava toidu temperatuur jääb nn ohutsooni, võivad spoorid idaneda ning toota toitu toksine, mis sõltuvalt toksiini tüübist põhjustab inimestel oksendamise või kõhulahtisuse sümptomitega kulgevat haigust. Haigus on enamasti kerge kuluga ning iseparanev, raskemaid komplikatsioone esineb harva. Haigusele on vastuvõtlikud kõik inimesed, sõltumata vanusest ja soost.

Allikad, ülekandeteed ja seonduvad toidud

B. cereus on keskkonnas laialdaselt levinud ning esineb sageli toidu toorainetes. Enim on haigustekitajat tuvastatud tärgliserikastes teraviljatoitudes ning piimapõhistes toitudes. Kuivades toidumaatriksites, nt kuivatatud maitsetaimedes püsivad spoorid kaua eluvõimelistena. Haigustekitajat on isoleeritud mullast, tolmust, teraviljadest, taimedest, loomade karvadest. Kuigi bakterit on isoleeritud veest ja vee setetest, ei ole teda isoleeritud kaladest. Kuigi tervete inimeste soolestikus võivad *B. cereus*'e bakterid esineda, ei ole otseselt inimeselt inimesele haigustekitaja ülekandest tingitud haigusjuhtumeid seni teada.

Kasvu mõjutavad tegurid

Mõned *B. cereus*'e tüved on võimelised kasvama külmkapi temperatuuridel (kasv võimalik 4-5 °C juures), kuid psührotroosed tüved ei põhjusta reeglina inimeste haigestumist. Enamik tüvedest on mesofiilsed ning võimelised kasvama temperatuuridel 15–50 °C.

Tingimustes, kus toidu seesmised ja välised tegurid võimaldavad vegetatiivsete rakkude paljunemist, toimub reeglina ka toitu toksiinide produtseerimine. Bakter võib kasvada nii õhu olemasolul kui puudusel, kuid toksiinide tootmine toimub vaid hapniku olemasolul.

Vegetatiivsete rakkude kasvu on võimalik pidurdada enamike toidu säilitusainetega, nt sorbaatide ja bensoaatidega. *B. cereus* moodustab kergesti biokirmet, mistõttu toidukäitlejatel kellel esinevad *B. cereus* probleemid on mõttekas võtta proove ka toidukäitlemispindadelt, et teha kindlaks haigustekitaja esinemine tootmiskeskkonnas.

TEGUR	Kasvu optimum	Kasvu vahemik
Temperatuur (°C)	30 – 37*	4 – 55
pH	6 – 7	4,5 – 9,5
Veeaktiivsus (a_w)	(-)	0,93 – 0,99
Atmosfäär	Aeroobne**	Aeroobne kuni anaeroobne

*Maksimaalne emeetilise toksiini produtseerimine temperatuuril 15 °C ning toksiini tootmine toimub vahemikus 12-37 °C; maksimaalne kõhulahtisust põhjustava toksiini tootmine temperatuuril 32 °C (vahemik 10-43 °C)

**Emeetilise toksiini moodustamiseks vajab haigustekitaja aeroobset keskkonda

Inaktiveerimine ja hävitamine

B. cereus'e vegetatiivsed bakterirakud hävinevad kuumtöötlemise käigus. Spooride hävitamine eeldab kõrgendatud temperatuuride kasutamist, nt riisis 100 °C juures 1,2-7 minutit. Ebapiisav kuumtöötlemine põhjustab spooride aktivatsiooni, mille tagajärjeks on bakterite vegetatiivsete rakkude kiire paljunemine 45 °C juures.

Emeetiline toksiin on toidu kuumutamisele resistentne. Kõhulahtisust põhjustav toksiin on tunduvalt kuumatundlikum, nt inaktiveerub toksiin temperatuuril 56 °C viie minuti jooksul.

Sarnaselt listeriatega ja jersiiniatega on *B. cereus* võimeline moodustama tootmispindadele biokirmet. Pesu- ja desoainteteks sobivad kemikaalid, mis on võimelised lõhustama biokirmet, nt peräädikhappel põhinevad desoained. *B. cereus*'e vegetatiivsed rakud on

tundlikud enamike toiduainetööstuses kasutatavate desoainete suhtes, kuid spooride hävitamiseks on vaja kasutada kõrgemaid kontsentratsioone ja pikemat kontaktaega. Spooride vastu on tõhusamad, nt glutaar- ja formaldehüüd, kloor, vesinikperoksiid, happed ja leelised ning peroksühapped.

Näiteid haiguspuhangutest

Haiguspuhangud on enamasti olnud tingitud tärkliiserikastest taimsetest toitudest, nt riis, pastatoidud, kartulid, makaronitoidud (nuudlid, spagetid) ja kondiitritooted.

Ennetamine ning riskide vähendamise võimalused

Toitudes, mis seonduvad *B. cereus*'e saastumisega, tuleb tagada võimalikult madal haigustekitaja arvukus, mis eeldab kõrget toorainete kvaliteeti ning hügieenilisi tootmistingimusi. Lõpptoodetes peaks *B. cereus*'e arvukus olema võimalikult madal, sest igasugused temperatuurirežiimide rikkumised võimaldavad nende kiiret paljunemist. Ohu ennetamiseks on oluline toidu nõuetekohane kuumsäilitamine või kuumtöödeldud toitade kiire mahajahutamine. Rangelt tuleb kinni pidada toidu kuumtöötlemise ja jahutamise režiimidest.

Staphylococcus aureus

Olulisus

Staphylococcus aureus (*S. aureus*) on oluline seetõttu, et võib toota enterotoksiine, mis põhjustavad sageli toidumürgistusi. Inimeste haigestumine toimub toksiinidest saastunud toidu söömise tagajärjel. Haiguse sümptomid tekivad keskmiselt 2 kuni 4 tundi pärast toksiini(de)ga saastunud toidu söömist ning avalduvad tavaliselt iivelduse, oksendamise, kõhuvalu ja kõhulahtisusena.

Allikad, ülekandeteed ja seonduvad toidud

S. aureus enterotoksiini tootmise oluliseks eeltingimuseks on toidu valmistamise ja säilitamise temperatuuride rikkumine. *S. aureus* toidumürgistust on kõige sagedamini põhjustanud kuumtöödeldud lihatooted ja lihapõhised toidud, kastmed, piimatooted (nt pastöriseerimata piimast valmistatud juustud), erinevad salatid (kartuli-, kana-, makaroni- jt.), võileivad, täidisega pagaritooted ja kreemikoogid. Sageli toimub toidu saastamine haigustekitajaid kandvate toidukäitlejate vahendusel.

Kasvu mõjutavad tegurid

TEGUR	<i>S. aureus</i> kasvu optimum	Vahemik	<i>S. aureus</i> enterotoksiini tekkimise optimum	Vahemik
Temperatuur (°C)	37	7 – 48	40 – 45	10 – 48
pH	6 – 7	4 – 10	7 – 8	4 – 9,6
Veeaktiivsus (a _w)	0,98	0,83 – 0,99	0,98	0,85 – >0,99
NaCl (%)	0	0 – 20	0	0 – 10
Redokspotentsiaal (E _h)	> +200 mV	< -200 – > +200 mV	> +200 mV	< -100 – > +200 mV
Atmosfäär*	Aeroobne	Aeroobne kuni anaeroobne	Aeroobne	Aeroobne kuni anaeroobne

*Bakterite kasv on võimalik nii aeroobsetes kui anaeroobsetes tingimustes, kuid O₂ puudumisel on kasv aeglasem.

Inaktiveerimine ja hävitamine

S. aureus´e rakud hävivad temperatuuril 60 °C 0,43 kuni 8 minuti jooksul. *S. aureus*´e enterotoksiinid on äärmiselt termostabiilsed, kuid hävivad temperatuuril 121 °C 3 kuni 8 minuti jooksul. *S. aureus*´e rakud ja enterotoksiinid on väga vastupidavad nii kuivamise, jahutamise, külmutamise kui ka kõrgete NaCl ja nitriti kontsentratsioonide suhtes. *S. aureus* on tundlik enamike toiduainetööstuses kasutatavate desoainete suhtes, kuid tootmiskeskonda sattudes säilitab *S. aureus* pikalt eluvõime ning võib kujuneda oluliseks (rist)saastumise allikaks ettevõttes.

Näiteid haiguspuhangutest

Haiguspuhangud on põhjustatud enterotoksiinidega saastunud toitude söömisest. *S. aureus*´e enterotoksiinide tootmine toitu on olnud võimalik temperatuuri ja aja režiimide rikkumisest toidu valmistamisel, kuumsäilitamisel, jahutamisel ja taaskuumutamisel. Haiguspuhanguid on põhjustanud erinevad toidud, nt singi ja kalkuniliha võileivad, kanasalat, lasanje, toitlustusasutuses valmistatud jogurt.

Ennetamine ning riskide vähendamise võimalused

Riskide vähendamiseks peavad toidukäitlejad:

- rakendama häid hügieenitavasid, eriti õigeid käte pesemise tehnikaid;
- vältima valmistoitude paljaste kätega käsitlemist;
- keelama toidu käitlemist töötajatel, kelle kätel on nahainfektsioonid;
- tagama toiduohutussüsteemi tõhususe, k.a. aja ja temperatuuri režiimide kinnipidamist;
- tagama toidu ja tootmishügieeni mikrobioloogilistele kriteeriumitele vastavuse.

Cronobacter sakazakii

Olulisus

Cronobacter spp. on spoore mitte moodustav bakter, mis võib põhjustada nii täiskasvanute kui väikelaste haigestumist. Kõrgeim risk haigestumiseks on vastsündinutel ja imikutel, eriti alakaalulisena sündinud ning immuunpuudulikkusega vastsündinutel. Sageli põhjustab haigustekitaja nekrootilist jämesoole põletikku, mille põhisümptomiks on tõsine kõhulahtisus, kuid järelhaigusena võivad esineda kõrge palavikuga kulgevad septitseemia ja meningiit. Haigusesse suremus imikute seas on väga kõrge.

Allikad, ülekandeteed ja seonduvad toidud

Kronobaktereid on isoleeritud mullast, tolmust, veest, taimedest, mudast ning isegi tolmuimejatest. Haigustekitaja allikaks võivad olla ka inimesed, kärbsed ja närilised. Toidutekkelisi haigusjuhtumeid on põhjustanud eelkõige imikute kuivtoidusegud (PIF, *powdered infant formula*). Aastal 2017 Tšehhis analüüsitud 126-st piimatoodete proovist (k.a. piima- ja vadakupulbrid) osutusid 38 (31%) *Cronobacter sakazakii* suhtes positiivseteks (EFSA, 2018). Kronobaktereid on isoleeritud ka juustudest, kuivatatud maitsetaimedest, riisi seemnetest, lehtsalatist, veisehakklihast, juurviljadest, idanditest, kuid teadaolevalt ei ole need põhjustanud inimeste haigestumist. Väikelaste kuivtoidu segudesse võivad bakterid sattuda saastunud koostisainete kaudu enne pakendamist, eelkõige põhikoostisainete kuivatamisele järgneva täiendavate koostisainete lisamisega. Teine võimalus saastumiseks on kuivtoidusegu toiduks ettevalmistamise käigus, nt kuivtoidusegu lahustamine ja muu seonduv käitlemine,

kus saastumine võib toimuda haigustekitajakandjast toidukäitleja või saastunud toidunõude (nt lutipudelid) vahendusel. Lisaks kuivtoidusegudele on imikutel haigust põhjustanud ka mõned teised toidud, mida enamasti ei ole suudetud kindlaks määrata. Teada on üks juhtum, kus imiku nakatumine toimus emapiima kaudu.

Kasvu mõjutavad tegurid

TEGUR	Kasvu optimum	Kasvu vahemik
Temperatuur (°C)	39	5,5 – 45
pH	5 – 9	3,9 – (-)
Veeaktiivsus (a _w)	(-)	0,93 – 0,99
NaCl (%)	(-)	(-) – 9,1
Atmosfäär	Aeroobne	Aeroobne kuni anaeroobne

Talub hästi kuivtoidusegude külmutamist, kuid ei kasva söötmiseks ette valmistatud (lahustatud) imikutoitudes kui neid säilitada temperatuuril 4 °C. Säilitab eluvõime vähese niiskuse sisaldusega keskkonnas, nt kuivtoidusegudes veeaktiivsuse 0,2 juures. Tõkke-efekti rakendamine ei ole efektiivne. Erinevad tüved on erineva temperatuuri taluvusega, kusjuures esineb ka termoresistentseid tüvesid. Kuivtoidusegude lahustamisel tuleks kasutada ≥ 70 °C vett, kuid kuivtoidusegude tootjad soovitavad toitainete säilitamiseks toidu lahustamiseks alternatiivina kuumale veele kasutada maha jahutatud keedetud joogivett.

Lisaks pastöriseerimisele on efektiivseks osutunud ka kõrge hüdrostaatilise rõhu rakendamise tehnoloogia.

Inaktiveerimine ja hävitamine

Pastöriseerimine või samalaadse efektiga toidu töötlemistehnoloogiate kasutamine.

Näiteid haiguspuhangutest

Toidutekkeliste haiguspuhangute allikatena on tuvastatud väikelaste kuivtoidusegud.

Ennetamine ning riskide vähendamise võimalused

Heade hügieeni- ja tootmistavade rakendamine kõigil tasanditel, mis puudutab nii imikute kuivtoidusegude tööstuslikku tootmist kui ka hilisemat valmissegude käitlemist. Imikute valmissegude käitlemisel tuleb erilist tähelepanu pöörata kätehügieenile ning kasutatavate nõude puhtusele.

Vibrio spp.

Olulisus

Teada on väga palju *Vibrio* sugukonda kuuluvate vibrioonide liike ning mitmed neist on inimpatogeensed, nt *V. cholerae*, mis põhjustab raske kuluga haigust, koolerat. Põhja- ja Balti riikides seonduvad vibrioonidest inimpatogeenidega toidus *V. parahameolyticus* ja *V. vulnificus*. Toiduga organismi sattudes põhjustavad vibrioonid toidumürgistusi, mille põhisümptomiteks on kõhulahtisus, kõhuvalu, iiveldus, oksendamine, palavik ja peavalu. Haigustunnused kestavad 3-4 päeva ning on tõsise kuluga vaid immuunpuudulikkusega inimestele. *V. vulnificus* võib põhjustada ka haavanakkust või septitseemiat, mis mõlemad võivad olla väga raske kuluga ning lõppeda surmaga.

Allikad, ülekandeteed ja seonduvad toidud

Vibrio spp. on laialdaselt levinud nii kaladel kui nende elukeskkonnas. Enam esineb vibrioone soojadel kuudel. Mitmed *Vibrio* liigid põhjustavad kalade haigusi. Inimesed haigestuvad eelmainitud *Vibrio* liikidega saastunud kala, koorikloomade ja vähkide söömise tagajärjel. Haigustekitajaid on isoleeritud nii mere- kui magevee kaladelt. Inimesele patogeenseid vibrioone leidub sagedamini kaladel, kes elutsevad soojades ning madala soolasusega vetes. Kala ja kalatooted võivad saastuda transpordil, kalade esmatöötlemisel, nt seedeelundkonna eemaldamise ning ristsaastumise käigus. Enamasti on inimeste haigestumise põhjuseks olnud piisavalt kuumtöötlemata kala ja kalatoodete tarbimine.

Kasvu mõjutavad tegurid

TEGUR	Kasvu optimum	Kasvu vahemik
Temperatuur (°C)	37*	5 – 43
pH	7,8 – 8,6	4,8 – 11
Veeaktiivsus (a _w)	(-)	0,94 – 0,99
NaCl (%)	3	0,5 – 10
Atmosfäär	Aeroobne	Aeroobne kuni anaeroobne

*Optimaalsetel temperatuuridel on vibrioonide kasv väga kiire

Üle 5 °C temperatuuridel on vibrioonid võimelised kalas ja kalatoodetes paljunema määradeni, mis võivad põhjustada inimese haigestumise. Reeglina säilitatakse värskaid mereande nullilähedasel temperatuuril ning vajaliku (jahe)säilitusrežiimi tagamisel vibrioonid ei paljune.

Inaktiveerimine ja hävitamine

Madalatel temperatuuridel (0-5 °C) organism hukkub. Haigustekitaja allub kergesti kuumtöötlemisele, nt hävivad vibrioonid paari minuti jooksul toidu sisetemperatuuril 65 °C. Vibrioonid väga tundlikud kuivamise suhtes. Sorbiinhappe madalad kontsentratsioonid (alates 0,1 %) pärsivad oluliselt vibrioonide kasvu. Kloori- ja jodofooripõhised desoained hävitavad vibrioonid kergesti.

Näiteid haiguspuhangutest

Vibrioonidest on kõige sagedamini haiguspuhanguid põhjustanud *V. parahaemolyticus*. Haiguspuhanguid on põhjustanud vibrioonidest saastunud kala ja kalatoodete ning teiste mereandide, nt krevettide ning toorete või kuumtöödeldud austrite tarbimine.

Ennetamine ning riskide vähendamise võimalused

Vibrioonidest potentsiaalselt saastunud kala- ja kalatooted ning mereande tuleb kuumutada 70 °C juures vähemalt 15 minutit. Toorete mereandide käitlemisel kasutada ühekordseid kindaid ning pidada kinni kätepesu reeglitest. Vältida valmistoitude kokkupuutumist toorete mereandidega.

Kasutatud kirjandus

- Bari, L., Hossain, M.A., Isshiki, K., Ukuku, D. 2011. Behavior of *Yersinia enterocolitica* in foods. *Journal of Pathogens*, doi: 10.4061/2011/4200732, 1-13.
- Beutin, L., Geier, D., Steinruck, H., Zimmermann, S., Scheutz, F. Prevalence and some properties of verotoxin (Shiga-like toxin)-producing *Escherichia coli* in seven different species of healthy domestic animals. *Journal of Clinical Microbiology*, 1993, 31, 2483-2488.
- EFSA, European Food Safety Authority. 2014. EFSA explains zoonotic diseases. *Salmonella*. Doi: 10.2805/61217. ISBN: 978-92-9199-608-7.
- EFSA, European Food Safety Authority. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017. *EFSA Journal*, 2018, 16(12), 5500.
- Farrock, C., Jordan, K., Auvray, F., Glass, K., Oppegaard, H., Raynaud, S., Thevenot, D., Condrón, R., De Reu, K., Govaris, A., Heggum, K., Heyndrickx, M., Hummerjohann, J., Lindsay, D., Miszczycha, S., Moussiegt, S., Verstraete, K., Cerf, O. Review of Shiga-toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) and their significance in dairy production. *International Journal of Food Microbiology*, 2013, 162, 190–212.
- ICMSF, International Commission on Microbiological Specifications for Foods. *Microorganisms in Foods 8*, Springer Science and Business Media, LLC 2011, DOI: 10.1007/978-1-4419-9374-8_7, pp. 63-354.
- Jay, J.M. Indicators of Food Microbial Quality and Safety. In: M.J. Jay (Ed.) *Modern Food Microbiology*. 2000. An Aspen Publication, USA, Maryland, pp. 387-406.
- Juhanson, R. Hemolüütilis-ureemiline sündroom. *Eesti Arst*, 2018, 97(8), 417-423.
- Kapperud, G. 2002. *Yersinia enterocolitica*. In: D.O. Cliver and H.P. Riemann (Eds.) *Foodborne Diseases 2nd Edition*. Academic Press, Elsevier Science, pp. 113-118.
- King, L.A., Niskanen, T., Junnikkala, M., Moilanen, E., Lindström, M., Korkeala, H., Korhonen, T., Popoff, M., Mazuet, C., Callon, H., Pihier, N., Peloux, F., Ichai, C., Quintard, H., Dellamonica, D., Cua, E., Lasfargue, M., Pierre, F., de Valk, H. Botulism and hot-smoked whitefish: a family cluster of type E botulism in France, September 2009. *Eurosurveillance*, 2009, 14(45), pii: 19394.
- Koskar, J., Kramarenko, T., Meremäe, K., Kuningas, M., Sögel, J., Mäesaar, M., Anton, D., Lillenberg, M., Roasto, M. 2019. Prevalence and numbers of *Listeria monocytogenes* in various ready-to-eat foods over a 5-year period in Estonia. *Journal of Food Protection*. 4, 597-604.
- Lindström, M., Vuorela, M., Hinderink, K., Korkeala, H., Dahlsten, E., Raahenmaa, M., Kuusi, M. Botulism associated with vacuum-packed smoked whitefish in Finland, June-July 2006. *Eurosurveillance*, 2006, 11(29), pii: 3004.
- Lõivukene, K., Mikelsaar, M. 1998. Sooleinfektsioonid. *Raamatus Kliinilise Mikrobioloogia Käsiraamat (Autorid Marika Mikelsaar ja Reet Mändar)*, lk. 157-176.
- Martinović, T., Andjeković, U., Gajdošik, M.Š., Rešetar, D., Josić, D. 2016. Foodborne pathogens and their toxins. *Journal of Proteomics*, 147, 226-235.
- Roasto, M., Tamme, T., Juhkam, K. 2006. Toiduohutuse põhitõed. *Raamatus: Toiduhügieen ja -ohutus (M. Roasto, T. Tamme ja K. Meremäe)*. Eesti Maaülikool, ISBN: 9985-9582-0-9, lk. 34-71.
- Roasto, M., Meremäe, K., Elias, P., Elias, T., Elias, A. *Toidu mikrobioloogia*. M. Roasto, M. Breivel ja P. Dreimann raamatus *Toiduainetööstuse tootmishügieen*. Tartu, 2011, lk. 155-215.
- Sampers, I., De Zutter, L., Dumoulin, A., Uyttendaele, M. 2010. Survival of *Campylobacter* spp. in poultry meat preparations subjected to freezing, efrigeration, minor salt concentration, and heat treatment. *International Journal of Food Microbiology*, 137, 147-153.
- Selma, M.V., Beltran, D., Chacon-Vera, E., Gil, M.I. 2006. Effect of ozone on the inactivation of *Yersinia enterocolitica* and the reduction of natural flora on potatoes. *Journal of Food Protection*, 69, 2357-2363.
- Söderström, A., Österberg, P., Lindqvist, A., Jönsson, B., Lindberg, A., Blide Ulander, S., Welinder-Olsson, C., Löfdahl, S., Kaijser, B., De Jong, B., Kühlmann-Berenzon, S., Boqvist, S., Eriksson, E., Szanto, E., Andersson, S., Allestam, G., Hedenström, I., Ledet Muller, L., Andersson, Y. A large *Escherichia coli* O157 outbreak in Sweden associated with locally produced lettuce. *Foodborne Pathogens and Disease*, 2008, 5, 339-349.
- Terviseamet. 2017. Juhend tervisekontrolli läbiviimiseks nakkushaiguste suhtes. https://www.terviseamet.ee/sites/default/files/content-editor/vanaveeb/Nakkushaigused/meedikutele/Tervisekontrolli_juhend.pdf Allikat kasutatud: 23.05.2019.
- Terviseamet. 2018. Nakkushaigustesse haigestumine Eestis 2017. [file:///C:/Users/matiro/AppData/Local/Temp/Rar\\$DIa0.718/NH_haigestumine_Eestis_maakondade_kaupa_12_2017.pdf](file:///C:/Users/matiro/AppData/Local/Temp/Rar$DIa0.718/NH_haigestumine_Eestis_maakondade_kaupa_12_2017.pdf) Allikat kasutatud: 13.04.2019.
- Terviseamet. 2019. Nakkushaigustesse haigestumine Eestis 2018. <https://www.terviseamet.ee/et/nakkushaigused-menuu/tervishoiutootajale/nakkushaigustesse-haigestumine> Allikat kasutatud: 18.03.2019.
- WHO, World Health Organization. 2019. Food Safety. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety> Allikat kasutatud: 18.03.2019.

