

Nuwe patogene in die voedselbedryf

M.M. Ehlers en T.E. Cloete*

Departement Mikrobiologie en Plantpatologie, Universiteit van Pretoria, Pretoria, 0002

Ontvang 27 September 1995; aanvaar 17 Mei 1996

UITTREKSEL

'n "Nuwe generasie" voedselpatogene het die afgelope jare hul verskyning gemaak en kan 'n ernstige gevaar vir die voedselbedryf inhou. Hierdie organismes is uiters aanpasbaar en bestaande voedselprosesseringstegnieke, veral die verkoeling van voedsel, is nie altyd volkome effektief om hul groei te voorkom nie. *Clostridium botulinum* tipe E, enterotoksigeniese *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* en *Aeromonas hydrophila* is in staat om in voedsel by 5 °C te groei. *Campylobacter jejuni* en *Brucella* kan weer by 5 °C oorleef en 'n derde groep organismes, naamlik *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus* en *Vibrio vulnificus* kan by temperature tussen 5 °C en 12 °C groei en hul teenwoordigheid is 'n aanduiding dat die koueketting verbreek is.

Sleutelwoorde: yskastemperature, psigrotrofe, soönose.

ABSTRACT

New pathogens in the food industry

A "new generation" of food pathogens has emerged which can cause problems in the food industry. These organisms are very adaptable and existing food processing techniques are not always effective in controlling their growth, especially the refrigeration of the food. *Clostridium botulinum* type E, enterotoxigenic *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* and *Aeromonas hydrophila* are capable of growing in food below 5 °C. *Campylobacter jejuni* and *Brucella* can survive at 5 °C and a third group of organisms namely *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* may grow or survive at temperatures between 5 °C and 12 °C and their presence is an indication of the interruption of the cold chain.

Key words: refrigeration temperatures, psychrotroph, zoonoses.

1. INLEIDING

Twintig jaar gelede het die mediese professie gedink dat die meeste oorsake van infeksies geïdentifiseer, gekontroleer en selfs uitgeroei is. Dit was ten minste as waar beskou vir die ontwikkelde lande. Die maatreëls om siektes te voorkom, was relatief eenvoudig en kon feitlik op enige voedselproduk toegepas word. Ten spyte hiervan het talle epidemies sonder identifiseerbare oorsprong steeds voorgekom. Terwyl talle bekende siektes verdwyn het, het nuwes op die voorgrond getree. In 1977 het die laaste geval van pokke voorgekom maar die eerste geval van Kaposisarkoom by homoseksuele mans het verskyn.¹

Ook op die gebied van voedselproduksie het daar toenemende gevalle van siektes, geassosieer met voedsel, verskyn. Mikro-organismes, gestand aan hulle aard, het getoon dat hulle aanpasbaar en/of bestand is teen nuwe voedselprosesseringstegnieke. Van die organismes is patogene wat byvoorbeeld jaarliks in die VSA 24 - 80 miljoen akute gevalle van voedselgedraagde siektes veroorsaak.^{1,2} Afgesien van menslike lyding het dit groot ekonomiese verliese tot gevolg ten opsigte van mediese behandeling en verlies aan produktiwiteit.

Verskeie voedselprosesse word toegepas wat varieer van eenvoudige verkoeling en pasteurisasie tot droging en sterilisasie. Hierdie prosesse is so ontwikkel dat relevante mikroörganismes se groei en ensiemaktiwiteit beperk word. Dit lewer relatiewe veilige produkte terwyl maksimum voedingswaarde en smaak behoue bly. Ten spyte hiervan het talle nuwe patogene juis as gevolg van hierdie prosesse hul opwagting gemaak. Probleme veral ten opsigte van verkoelde produkte het hier op die voorgrond getree. Hierdie nuwe groep patogene sluit talle in wat ernstige siektegevaar inhou. Die patogene is egter nie nuut in die sin dat hul nog nooit voorheen waargeneem of geïdentifiseer kon word nie. Die organismes is al baie lank

bekend, maar is meestal as skadelose organismes of dierepatogene beskou.

Die nuwe groep organismes kan by temperature van 5 °C en laer groei en/of vir relatief lang tydperke by die lae temperature oorleef. Baie van hierdie bakterieë is besonder weerstandbiedend en gewone prosesseringsprosesse is nie voldoende om hul teenwoordigheid en groei in voedsel te voorkom nie. Die volgende bakterieë maak deel uit van die nuwe generasie patogene: *Clostridium botulinum* Tipe E, *Yersinia enterocolitica*, enterotoksigeniese *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Aeromonas hydrophila*, *Campylobacter jejuni* en twee *Vibrio*-spesies, naamlik *V. parahaemolyticus* en *V. vulnificus*.¹ Alle rasse van hierdie organismes is egter nie virulent nie. Virulensie word dikwels deur 'n plasmied bepaal.³

Die doel van hierdie oorsig is om 'n samevatting van hierdie groep "nuwe" patogene te gee ten opsigte van hul patogenisiteit, eienskappe, voedselbronne wat kan dien as oorsprong van kontaminasie, asook isolasie en identifikasie van die patogene.

2. DIE "NUWE" GROEP PATOGENE

Tradisioneel was die opberging van voedsel by 5 °C as voldoende beskou om die groei van voedselgedraagde patogene te voorkom. Die "ontdekking" van die sogenaamde nuwe groep voedselpatogene wat in staat is om kompetender te kan groei by 5 °C het hierdie teorie 'n nekslag toegedien. Daar is drie groepe "nuwe" patogene, naamlik die eerste groep wat insluit *Clostridium botulinum* tipe E, *Yersinia enterocolitica*, enterotoksigeniese *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* en *Aeromonas hydrophila* en wat kompetender kan groei by 5 °C.⁴ 'n Tweede groep is die wat by die lae temperatuur van 5 °C kan oorleef en sluit die volgende organismes in: *Campylobacter jejuni* en *Brucella* spp. Die derde groep patogene wat van belang

* Outeur aan wie korrespondensie gerig kan word

is, is *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus* en *Bacillus cereus* wat by temperature van tussen 5 en 12 °C kan groei.³ Hierdie organismes groei hoofsaaklik as gevolg van die onderbreking van die koue-ketting tydens vervoer en berging van die produkte. Laasgenoemde groep sal nie in detail bespreek word nie, omdat van die bakterieë ou bekende voedselgedraagde patogene is. Slegs twee *Vibrio*-spesies sal hier bespreek word, naamlik *Vibrio parahaemolyticus* en *V. vulnificus*.

2.1 Nuwe patogene wat kompetend by 5 °C kan groei

Baie van hierdie organismes was vroeër slegs as van veeartsenykundige belang beskou. As gevolg van hul aanpasbaarheid by veranderende omgewingstoestande en nuwe gashere is hulle van groot belang in die voedselbedryf.

2.1.1 *Clostridium botulinum* tipe E

C. botulinum tipe E is 'n organisme wat al vir meer as 200 jaar bekend is.¹ Mensbotulisme word hoofsaaklik deur drie tipes toksien draende spesies veroorsaak, naamlik Tipes A, B en E. Tot die vroeë sestigerjare was tipes A en B dominante voedselpatogene.¹ Onlangse uitbrake van botulisme was geassosieer met 'n wateromgewing. Die uitbrake van botulisme het nuwe belangstelling gewek in veral die groei en toksienproduksie van *C. botulinum* tipe E by lae temperatuur.³

2.1.1.1 Natuurlike habitat en voedsel wat gekontamineer word

In teenstelling met tipes A- en B-toksienproduseerders wat hoofsaaklik in grond voorkom, is tipe E, *C. botulinum*, mariene bewoners.^{3,4} *C. botulinum* tipe E spore word algemeen geassosieer met die ingewande van visse. Vis en ander seeprodukte is dus dikwels draers van hierdie organismes, asook groente, vleisprodukte en verskeie souse soos tamatiesous, slaaisouse en rissiesouse.⁴ Gepasteuriseerde melk kan ook as draer van hierdie organismes optree.³

2.1.1.2 Eienskappe van die organisme

C. botulinum tipe E is grampositiewe anaërobie se staafvormige spoorvormers.^{1,5} Die spore het 'n lae hittegevoeligheid en veroorsaak hoofsaaklik probleme by gepasteuriseerde melk en kaas waar die hittebehandeling onvoldoende was en by voedsel wat koud geëet word sonder vooraf verhitting, byvoorbeeld slaai, groente en vleisprodukte.⁴

Tipe E-stamme is nie-proteolities, in teenstelling met tipes A en B wat wel proteolities is.^{3,4} *C. botulinum* tipe E-organismes se toksien is 'n proteïen en kan deur 'n temperatuur van 80 °C vir 10 minute geïnaktiveer word.⁴ Die optimum temperatuur vir toksienproduksie is 30 °C.⁴

Tipe E-organismes kan tussen 3,3 en 45 °C groei. Toksienproduksie was in hittebehandelde beesvleis by 3,3 °C binne 31 dae waargeneem en in vars haring is groei en toksienproduksie by 5 °C binne 15 dae waargeneem.³

C. botulinum tipe E het groei en toksienproduksie getoon by 'n pH van 4 in die teenwoordigheid van giste.⁴ Lae souttoestande (onder 3%) asook hoë wateraktiwiteit ($a_w > 0,97$) is ook nodig vir bederf van voedsel.⁵ Spore wat in vis voorkom, oorleef bestraling van 0,3 Mrad met 'n Co⁶⁰-bron. Die toksien word na bestraling vinniger geproduseer deur die organisme as in niebestraalde vis.⁶ Die rede hiervoor is dat ander mikro-organismes wel gedood word en daar dus nie meer kompetisie vir *C. botulinum* tipe E is nie. Voedselprodukte wat met *C. botulinum* tipe E besmet is, toon ook geen tekens van bederf nie en kan dus nie sintuiglik waargeneem word nie en hou 'n groot gesondheidsgevaar in.⁶ Die teenwoordigheid van melksuur-

bakterieë asook gefermenteerde koolhidrate bied beskerming teen botulisme in gepreserveerde vleis⁶ (tabel 1).

2.1.1.3 Siekte en simptome

Voedselgedraagde botulisme ontstaan as gevolg van die inneem van voedsel waarin *C. botulinum* gegroei en die toksien geproduseer is. Die toksien word geabsorbeer en onomkeerbaar aan die perifere senuwee-eindpunte gebind. Simptome ontwikkel binne 12 tot 72 uur na inneming. Simptome sluit in: naarheid, braking, moegheid, duiseligheid, hoofpyn, droogheid van die vel, mond en keel, hardlywigheid, verlamming van spiere, dubbelvisie en moeilike asemhaling.⁵ Die siekte duur 1 tot 10 dae afhangende van die gasheer se weerstand, tipe en hoeveelheid toksien ingeneem, asook die tipe voedsel betrokke. Herstel mag 'n paar weke tot maande duur met 'n mortaliteitstempo van laer as 10%.⁴

2.1.1.4 Isolاسie en identifikasie

Meer as een *Clostridium*-spesie kan op "Reinforced *Clostridium*-medium" gekweek word. Biochemiese toetse en serotipering word gebruik vir verdere identifikasie. Spoorvormers kan geselekteer word deur selle vooraf met hitte te behandel by 80 °C vir 10 minute.⁴

2.1.1.5 Voorkomingsmaatreëls

Toestande soos hoë vog, lae sout en pH (bokant 4,6) asook lae suurstofvlakke en berging van voedsel by 'n lae temperatuur van 3,3 °C bevoordeel *Clostridium botulinum* se groei. Verskeie fisiese en chemiese behandelings soos sterilisasie en preserveermiddels kan spore vernietig of groei en toksienproduksie beperk.

Voorsorgmaatreëls wat vegetatiewe selle en/of spoorkontaminasie uitsluit, is die toepassing van struikelblokteknologie, byvoorbeeld hittebehandelings soos drukkook van geblikte voedsel en lae hittebehandelings soos pasteurisasie in kombinasie of sonder preserveermiddels soos nitriete en nitrate.⁴ Nitriete en nitrate asook hoë soutkonsentrasies is effektief teen *Clostridium*-spesies.⁵ Nitriete en nitrate word in kombinasie met hittebehandelings gebruik vir laesuurprodukte (piekels, mayonnaise). Verlaging van die wateraktiwiteit (a_w laer as 0,93) en droging kan ook suksesvol toegepas word.⁴

2.1.1.6 Baba-botulisme

Nog 'n nuwe tipe botulisme is die sogenaamde baba-botulisme wat slegs voorkom by babas onder 14 maande.⁷ Dit is die eerste keer in 1976 geïdentifiseer.^{1,4} *C. botulinum* tipe A en B was meesal by uitbrake van die siekte betrokke. Die siekte is 'n infeksie van die maag van jong kinders. Om die een of ander rede is die algemene *C. botulinum* in staat om te koloniseer, te groei en toksien in die baba se maag te produseer.^{1,4} Die siekte is dus 'n infeksie met gepaardgaande toksienproduksie in die maag van jong kinders.

Tipiese simptome soos neurologiese wanfunksie kom voor, soos byvoorbeeld die onvermoë om normaal te huil, te suig en om hul koppe regop te hou. Die aantal sterftes is gelukkig laag. Antimikrobiële behandeling word nie aanbeveel nie.^{1,4}

Die bron van kontaminasie kan nog nie vasgestel word nie, maar die teenwoordigheid van spore in heuning en stroop is al geassosieer met sekere botulisme gevalle.⁴ Die rede waarom slegs jong kinders geïnfecteer word, is moontlik as gevolg van die verskil in die aard van die natuurlike bakteriële ingewandspulasie wat nog besig is om van 'n primêre na 'n sekondêre populasie te ontwikkel. Op die vatbare stadium maak die bakterieë wat die groei van *Clostridium*-spesies kan inhibeer waarskynlik nog nie deel van die ingewandspulasie uit nie.¹

2.1.2 *Yersinia enterocolitica*

Y. enterocolitica word geassosieer met 'n groot aantal water- en voedselgedraagde enteritis uitbrake. Sedert 1976 was hierdie organismes verantwoordelik vir twee uitbrake van enteritis in die VSA.¹ In Japan is dit al geassosieer met voedselgedraagde siektes waar tofu en sjokolademelk die draers van die organismes was.⁸ *Yersinia*-spesies word tans ingedeel in die familie Enterobacteriaceae. Die *Yersinia enterocolitica*-agtige spesies kan in drie afsonderlike spesies onderverdeel word naamlik: *Y. intermedia*; *Y. frederiksonii* en *Y. kristensenii*.^{5,9}

2.1.2.1 Natuurlike habitat en voedsel wat gekontamineer word

Yersinia-spesies is hoofsaaklik geïsoleer uit diere en is dus 'n soönose (dit is 'n siekte wat primêr by diere voorkom, maar ook mense kan siek maak). Die organisme is inheems aan die spysverteringskanaal van warmbloedige diere.⁵ Die meeste isolate, behalwe die geïsoleer uit varke, is nie menspatogene nie.⁶ Varke dien dus as reservoir van virulente spesies. Die organismes kom algemeen voor in mere, putte en waterstrome, wat verklaar hoe dit oorgedra word na warmbloedige diere.⁵

Voedselbronne wat tot besmetting kan lei, is rou vleis (veral varkvleis), nie gechlorineerde water, vars groente, rou vis en skulpvis.⁸ *Y. enterocolitica* kan goed groei in vleis, seekos en melk gehou by yskastemperatuur (2 tot 7 °C).⁵

2.1.2.2 Eienskappe van die organisme

Y. enterocolitica is fakultatief anaërobiese gram negatiewe, kort, staafvormige bakterieë.^{3,5} Die organismes is beweeglik onder 30 °C maar nie by 37 °C nie.^{3,5,9,10} *Y. enterocolitica* is 'n psigrotroof wat kan groei by 'n wye temperatuurreeks vanaf -2 tot 45 °C.¹³ Die groei van *Y. enterocolitica* is waargeneem in melk by temperature tussen 0 en 2 °C binne 20 dae.⁵ Die organismes kan dus goed groei by yskastemperatuur (2 tot 7 °C). Die optimum groeitemperatuur is 22 tot 29 °C.⁵

In varkvleis by 7 °C het *Y. enterocolitica* binne 10 dae vermeerder van 'n paar honderd tot miljoene per gram.⁴ Verkoeling is dus nie 'n effektiewe metode om die groei van hierdie organismes te beperk nie.

Die pH-reeks waarby die organismes kan groei, is tussen 4,6 en 9.⁵ *Y. enterocolitica* is hittegevoelig en kan binne 1 tot 3 minute by 50 °C vernietig word.⁵ In teenstelling hiermee produseer die organisme 'n hittestabiele toksien. Blootstelling aan 100 °C vir 20 minute vernietig die toksien.^{3,5,9} Die toksien is soortgelyk aan die van enterotoksigeniese *Escherichia coli*.⁹

Virulensie is belangrik by hierdie groep organismes, nievirulente spesies kom dikwels in voedselprodukte soos pluimvee en beesvleis voor. Hierdie spesies sal op die ergste 'n ligte selfbeperkende infeksie veroorsaak.⁹ Virulensie word bepaal deur die teenwoordigheid van 'n sekere plasmied. Die twee plasmiede wat vir virulensie verantwoordelik is, is van die grootteorde 42 Mdal en 82 Mdal. Daar is egter bevind dat sommige stamme wat wel die betrokke plasmiede dra, nie virulent is nie. Moontlik was die betrokke nukleotiedvolgorde vir virulensie afwesig.⁸ Die teenwoordigheid van lipase speel ook 'n rol, in die sin dat die ensiem sekere lipiedstruikelblokke vernietig. Sodoende kan die bakterieë die gasheerweefsel makliker binnedring en infekteer.⁸ Siekteveroorakende spesies is indool positief⁸ (tabel 1).

2.1.2.3 Siekte en simptome

Die organismes veroorsaak yersiniose, 'n ernstige gastroënteritis. *Y. enterocolitica* dring die Hela-selle van die gasheer binne.⁴ Kinders word dikwels ernstiger as volwassenes geaffekteer. Simptome sluit in: skyn appendisitis, abdominale krampe, koors,

hoofpyn, diarree en ligsensitiwiteit. Braking, meningitis en vel- en ooginfeksies kan ook voorkom.^{4,5,6} Van die organismes kan uit die uriene, stoelgang, serebrospinale vloeistof en geïnfecteerde oë geïsoleer word.⁸

2.1.2.4 Isolasië en identifikasie

Y. enterocolitica kan op MacConkey-agar en Cefsulodin-Irgason-Novobiocin (CIN)-agar geïsoleer word. Na kweking kan KOH-behandeling as verryking vir beter resultate toegepas word.⁸ Die organismes kan ook met serotipering geïdentifiseer word. Identifikasie word ook met behulp van die API 20 E-sistiem gedoen. DNA-hibridisasie is een van die nuwe tegnieke wat ook vir identifikasie toegepas word.^{6,9}

2.1.2.5 Voorkomingsmaatreëls

Y. enterocolitica is gevoelig vir hoë temperatuur asook soutkonsentrasies bo 5%.⁵ Pasteurisasie en voldoende kookprosesse sal dus die organisme vernietig.^{1,4,5} Voorkoming van kruiskontaminasie tussen rou en gaar produkte, asook kontaminasie met mens- en dierfeses is belangrik.⁴ Voordurende sanitasie en persoonlike higiëne is dus van belang.

2.1.3 Enterotoksigeniese *Escherichia coli*

E. coli is seker die algemeenste bewoner van die ingewande van die mens en is vir 'n lang tydperk as skadeloos beskou. Die organisme word ook gebruik as indikator van fekale kontaminasie in voedsel en water.^{1,3} Eers in 1971 met die uitbraak van gastroënteritis in die VSA is die organisme as 'n voedselpatogeen erken.^{3,4} In produkte soos gepasteuriseerde melk dui die organisme dikwels op onvoldoende pasteurisasie of herkontaminasie. Twee *E. coli*-serotipes is van belang, naamlik:

- i. *E. coli* 0157: H7 en
- ii. *E. coli* 027: H₂O.^{1,4,10}

Hierdie *E. coli*-stamme wat patogenies is vir mense en ander warmbloedige diere word enterotoksigeniese stamme genoem. Voedsel kan as draer van die organismes dien.³ *E. coli* betrokke by gastroënteritis kan verder in vier groepe onderverdeel word:

- a. klassieke enteropatogeniese stamme;
- b. kolohemoragiese stamme;
- c. ingewand-indringende stamme (entero-indringend);
- d. enterotoksigeniese stamme (ETEC).^{3,4,5}

Hittestabiele (ST) of hittelabiele (LT) enterotoksien kan geproduseer word.³

2.1.3.1 Natuurlike habitat en voedsel wat gekontamineer word

Die hoofbron en feitlik die enigste bron van hierdie bakterieë in die omgewing is waarskynlik feses van geïnfecteerde mense. Daar mag egter ook diere wees wat as reservoirs kan dien.⁴ Feses en onbehandelde water is die grootste bron van voedselkontaminasie.⁴ *E. coli* is tot miljoene kolonievormende eenhede (kve)/g feses teenwoordig.¹ Mense is die reservoir vir die toksigeniese en indringende stamme en die stamme beland in voedsel via feses.⁴ In teenstelling hiermee is diere (byvoorbeeld beeste, skape, varke en pluimvee) die reservoir van die hemorragiese *E. coli* (0157: H7 stamme).⁴ Die organisme koloniseer in die sekum van hoenders en in die ingewande van beeste. So beland dit in die feses wat weer voedsel en water besmet. Herkontaminasie en kruiskontaminasie kan tussen rou en gaar produkte plaasvind as gevolg van swak higiëne en sanitasie.⁴ Alle dierlike produkte asook onbehandelde water kan besmet word.

TABEL 1 Opsomming van die belangrikste eienskappe van die nuwe groep patogene

Organisme	Habitat	Voedsel wat gekontamineer word	Bykomende eienskappe	MID* kve**/ gram ¹⁵	Fakultatief aëroob/ anaëroob	Temp. (°C)	pH
<i>C. botulinum</i> tipe E	Ingewande van visse	Vis, seekos, groente, vleis-produkte, tamatie, slaat en rissiesouse, gepasteuriseerde melk	Spoortvormende stawe, gram +, nieproteolities, vorm hittelabiele toksien, benodig pH 4,2, < 3% sout en $a_w > 0,97$	> 10 ⁶ 0,1-1 µg toksien	Anaëroob	3,3 tot 45	4,2
<i>Y. enterocolitica</i>	Spysverteringskanaal van warmbloedige diere	Rou vleis (vark), water, groente, seekos	Kort stawe, gram -, beweeglik by 30 °C maar nie by 37 °C, produseer hittestabiele toksien		Fakultatief anaëroob	-2 tot 45	4,6 tot 9
Enterotoksigeniese <i>E. coli</i>	Spysverteringskanaal van mense	Water, enige voedsel	Stawe, gram -, produseer hittestabiele en labiele toksiene, $a_w > 0,97$	10 ⁵ -10 ⁷	Fakultatief anaëroob	-20 tot 45	4,05 tot 9
<i>L. monocytogenes</i>	Saprofiete in grond, diere, water, arthropoda, visse, insektlarwes, paddas, slakke, rioolslyk, kuilvoer	Suiwelprodukte, pluimvee, vleis, eiers met gekraakte doppe, vrugte, groente	Klein kok tot staaf, gram +, beweeg m.b.v. flagellum, β-hemolitiese spp geassosieer met patogenisiteit, interkalêre parasiet, oorleef 30,5% sout by 5 °C	100	Fakultatief anaëroob	3 tot 45	5 tot 9,6
<i>A. hydrophila</i>	Visse, slakke, paddas, krokodille	Sout en vars water, vis, seekos, pluimvee, vleis, melk, groente	Stawe, gram -, produseer hittelabiele enterotoksiene en hemolitiese sitotoksiene		Fakultatief anaëroob	0 tot 42	5,5 tot 9
<i>C. jejuni</i>	Spysverteringskanaal van soogdiere en voëls	Vleis, water, melk	Klein selle (0,5 tot 0,8 µm), gebuig, gram -, S- of spiraalvormig, benodig slegs 3% tot 6% suurstof	2x10 ²	Mikro-aërofiel	20 tot 42	
<i>V. parahaemolyticus</i> , <i>V. vulnificus</i>	Soutwater, seisoengebonde	Rou vis en skulpvis	Gebuigde, beweeglike stawe, gram -, gevoelig vir hitte en droging, produseer hemolisen en sitotoksien	10 ⁶	Fakultatief anaëroob	5 tot 40	4,8 tot 11

* MID: Minimum infektiewe dosis

** kve: kolonievormende eenhede

2.1.3.2 Eienskappe van die organisme

E. coli is fakultatief anaërobiese, gramnegatiewe stawe. Groei vind plaas by 'n pH van 4,4 - 9.⁵ Enterotoksigeniese stamme produseer enterotoksien wat hittestabiel of hittelabel kan wees. Eersgenoemde kan vir 15 minute by 100 °C verhit word, voor dit vernietig word en laasgenoemde vir 30 minute by 60 °C.^{4,5} Die DNA-volgorde vir toksienproduksie is op 'n plasmied geleë wat maklik na ander organismes, soos *Salmonella typhimurium* en *S. choleraesuis* oorgedra kan word.^{3,5} Die hittestabiele toksien kan selfs by 40 °C geproduseer word.⁵ *E. coli* is nie 'n ware psigrotroof nie, maar kan by yskastemperature groei.³ Swak groei vind egter by 44 - 45 °C plaas.⁵ Daar is gevind dat *E. coli* 0157:H7 in beesvleis by -20 °C kan oorleef.⁵ Hittelabiele toksien word by pH 7,5 - 8,5 geproduseer.⁵ Die ETEC-stamme produseer een of albei toksiene en bevat koloniseringsfaktore soos pili, waarmee die organisme aan die gasheer-epiteelselle heg⁵ (tabel 1).

2.1.3.3 Siekte en simptome

Enteropatogeniese *E. coli* veroorsaak gastroënteritis.⁴ *E. coli* 0157: H7 produseer 'n spesifieke kolontoksien wat bloeding in die kolon veroorsaak.^{1,4} Simptome is soortgelyk aan die van cholera, net ligter.⁴ Die selle dring die epiteelselle van die kolon binne en veroorsaak shigellose, hemoragiese kolitis, wateragtige of selfs bloederige diarree (disenterie), ernstige abdominale pyne en krampe asook uriënweginfeksies. In ernstige gevalle kan nierversaking voorkom.⁴

2.1.3.4 Isolasië en identifikasie

Basiese isolasië vir kolivorme kan gedoen word op Violet-rooigalagar, MacConkey-agar en Endo C-agar. Serotipering van die verskillende stamme is veral belangrik vir epidemiologie. Immunofluoressensie kan gedoen word vir die pilus antigeen. Hibridisasië tegnieke kan ook gebruik word om verskillende stamme te vergelyk en te identifiseer.⁵

2.1.3.5 Voorkomingsmaatreëls

Verkoeling van produkte is nie voldoende om *E. coli* te inhibeer of om groei te voorkom nie. Voorsorg kan getref word deur die teenwoordigheid van kolivorme te beheer. Vinnige suurproduksie en lae pH-vlakke in byvoorbeeld kaas asook voldoende gaarmaak en verhitting en pasteurisasie van voedselprodukte is baie belangrike voorkomingsmaatreëls.⁴ Kruiskontaminasie moet vermy word deur te voorkom dat gaar of gepasteuriseerde voedselprodukte nie gekontamineer word deur apparaat, water of rou voedsel nie. Streng persoonlike higiëne moet toegepas word veral by geïnfecteerde werkers. Kritieke puntkontroleprosesse is handig om moontlike kolivorme-besmetting tydens prosessering op te spoor.⁴

2.1.4 *Listeria monocytogenes*

Die *Listeria*-genus bestaan uit sewe spesies met *L. monocytogenes* as die enigste dierepatogeen.⁴ Die organisme is die eerste keer in 1926 in diere waargeneem.¹¹ Sedertdien is dit in meer as vyftig soogdiere, insluitend die mens, waargeneem.^{3,11} *L. monocytogenes*-infeksies kan dus as soönoties beskou word.^{3,11} Voor die 1980's is dit slegs geassosieer met aborties en enkefalitis by skape en beeste.⁴ *L. monocytogenes* word egter dikwels deur voedsel oorgedra.⁴ 'n Belangrike eienskap van die organisme is die vermoë om by yskastemperature te groei en te vermeerder.¹² Tans word *L. monocytogenes* as 'n ernstige voedselgedraagde patogeen beskou en as gevolg van hul wye verspreiding hou hierdie organismes potensieel 'n ernstige gesondheidsgevaar in.

2.1.4.1 Natuurlike habitat en voedsel wat gekontamineer kan word

L. monocytogenes kom wydverspreid in die natuur voor waar die organismes as saprofiete in grond voorkom.¹² Plantmateriaal, kuilvoer, rioolslyk asook oppervlaktewater dien as habitat van hierdie organismes.^{1,12} *Listeria* word ook geassosieer met die ingewande van sowel mense as diere.¹² Die organismes is ook al geïsoleer uit arthropoda, visse, insektarwes, paddas en slakke.^{4,12} Ongeveer 4% van alle mense is draers van *Listeria*.⁴

In rioolslyk kan daar soveel as 10^3 - 10^4 *L. monocytogenes* kve/ml en meer voorkom en dit skep 'n groot gesondheidsgevaar, veral as hierdie slyk vir bemesting van eetbare gewasse gebruik word.⁴ In kuilvoer van 'n swak gehalte met 'n meer alkaliese pH is 12 000 kve/gram gevind, wat 10 tot 12 jaar oorleef het.¹²

Suiwelprodukte word beskou as een van die belangrikste bronne van *Listeria*.^{11,13,14,15} By verskeie uitbrake van listerioses was suiwelprodukte betrokke, hetsy by rou produkte of as gevolg van onvoldoende hittebehandelings of kruiskontaminasie. Die voorkoms van *Listeria* in rou melk was 0 tot 7% en in gepasteuriseerde melk so hoog as 21% as gevolg van herkontaminasie en onvoldoende pasteurisasie.⁴ Ander produkte soos sagte kaas en roomys is ook dikwels gekontamineer.⁴

Suiwelprodukte word maklik tydens prosessering aan kontaminasie blootgestel. Gekontamineerde melk kan die suiwelfabriek en voedsel wat van rou melk gemaak word, besmet.¹² *Listeria* kan mastitis by koeie veroorsaak en getalle so hoog as 2 000 - 20 000 kve/ml is al gevind.^{1,16} By pasteurisasiestemperature van 71,1 - 73,9 °C vir 15,4 - 16,4 s het van die organismes oorleef, maar geen organisme is waargeneem in melk wat by 80 °C vir 15,4 s gepasteuriseer was nie.^{12,17}

L. monocytogenes is 'n interkalêre parasiet en kan dus in die leukosiete in melk teenwoordig wees. Die leukosiete bied 'n mate van beskerming vir die organisme teen pasteurisasiestemperature.¹⁷ *Listeria* kan dus die minimum hoëtemperatuur-korttydhittebehandelings van 71,1 °C vir 15 sekondes oorleef en selfs 72,2 °C vir 16,45 sekondes.^{12,17}

Pluimvee en vleis is ook onderhewig aan besmetting deur *Listeria*. In die VSA is gevind dat 70% van die beesvleis, 43% vark en 48% pluimvee met *L. monocytogenes* besmet was. Ongeveer 50 tot 77% van die gevalle van listeriose kan toegeskryf word aan hierdie tipe produkte.¹²

Rou eiers met gekraakte doppe is ook bekend as draers van *Listeria*. Besmetting van eiers vind via feses plaas.^{18,19} 'n Toename van 10^2 kve/ml kan binne 2 dae by 4 °C in eiers plaasvind.¹⁸ Eiers met gekraakte doppe word dikwels as bestanddele vir ander kommersiële produkte gebruik, daarom is dit belangrik om te weet van die gevaar wat die produkte mag inhou.

Vrugte en groente word dikwels nie genoem nie maar kan ook 'n bron van kontaminasie wees. Veral produkte soos kool, blaarslaai, seldery en tamaties is al geassosieer met listeriose.¹² In gevalle van uitbrake waar kool betrokke was, was dit gekontamineer via besmette skaapmis wat as bemestingstof gebruik is. Tydens koelberging het die *Listeria*-organismes in die kool vermeerder terwyl die natuurlike mikroörganismepopulasie afgesterf het en getalle so hoog as 10^8 kve/gram is waargeneem.^{12,20} 'n Lae pH van 5,6 het die groei van *Listeria* tydens hierdie eksperimente bevoordeel.²⁰ Na sterilisasie van die kool is die groei van *Listeria* geïnhibeer, die presiese oorsaak van inhibisie kon nog nie vasgestel word nie, maar moontlik maak hittebehandeling sekere nutriënte minder beskikbaar of toksiene wat groei inhibeer word geproduseer.^{6,20}

Een tipe voedsel waaraan daar nog min aandag geskenk is, is seevoedsel. Skulpvis is filtervoeders en kan ook as bron van *Listeria* dien, as laasgenoemde in die water teenwoordig is.¹² Dit is dus duidelik dat *L. monocytogenes* in 'n verskeidenheid

voedselprodukte kan voorkom en oorleef veral tydens koelberging van produkte.

2.1.4.2 Eienskappe van die organisme

L. monocytogenes is 'n klein kok- tot staafvormige bakterie. Die organisme is grampositief, vorm nie spore nie, is beweeglik en besit 'n flagellum.^{3,4,5,14,15} *L. monocytogenes* word dikwels as gevolg van hul unieke morfologie as koryneforme kontaminante beskou.^{3,12} Die organismes is fakultatief anaëroob en slegs β -hemolitiese spesies word geassosieer met patogenisiteit.^{4,5,12,15} Die organisme self veroorsaak siektes en kom interkalêr in die gasheer voor.¹⁷

Listeria kan oor 'n wye temperatuurreeks groei.²¹ *L. monocytogenes* is 'n psigrotroof en groei tussen 3 en 45 °C, met die optimum groeitemperatuur tussen 30 en 37 °C.^{10,18} Generasietye in verskillende produkte soos sjokolademelk, geklopte room, afgeroomde melk en volroommelk by verskillende temperature is as volg: 1,2 tot 1,7 dae by 4 °C, 5,0 tot 7,2 uur by 13 °C en 0,65 tot 0,69 uur by 35 °C.²¹ *L. monocytogenes* kan selfs by 40 °C hulle getalle elke 1,5 dae verdubbel.⁴ By 10 °C in melk vermeerder die selle van $7,9 \times 10^0$ tot $5,8 \times 10^6$ kve/ml in 48 uur.¹⁴ In steriele vleis is gevind dat *Listeria* 16 tot 20 dae na inokulasie by 'n inkubasiestemperatuur van 0 °C kan groei.⁵ Die werklike minimum groeitemperatuur van hierdie organismes is nog nie vasgestel nie. Die feit dat *L. monocytogenes* 'n interkalêre parasiet is, verhoog die weerstand teen temperatuurbehandelings soos pasteurisasie.¹⁷ Wat belangrik is, is dat die organismes meer virulent is as dit by lae temperature gekweek word.³

Die minimum pH waarby hierdie bakterieë kan groei, moet nog vasgestel word. In kuilvoer van 'n goeie gehalte is *Listeria* by 'n pH van 4 en selfs laer waargeneem.^{12,18} Die organisme is weerstandbiedend teen alkaliese pH's en kan groei by pH 9,6 in vloeibare media.¹⁸ Groei van *L. monocytogenes* vind dus plaas in produkte met 'n pH reeks van 4 tot 9,5.^{4,12,18}

L. monocytogenes is ook souttolerant en kan vir 100 dae in soutkonsentrasies so hoog as 30,5% by 5 °C oorleef. By 'n temperatuur van 37 °C en 'n 30%-soutkonsentrasie het die organismes vir 5 dae oorleef.^{4,12,18}

Groei vind ook by anaërobiese toestande plaas. Verlaagde suurstofkonsentrasies asook verhoogde koolstofdioxiedvlakke bevoordeel die groei van *Listeria*.¹⁸

Nitriete inhibeer nie die groei van *L. monocytogenes* nie.¹⁸ Nisien het *Listeria*-groei in 'n studie vir 30 uur geïnhibeer, maar hierna het die organismes vinniger vermeerder.¹⁸ Dit blyk dat *L. monocytogenes* by 'n wye verskeidenheid omgewingstoestande kan groei. Die aanvanklike getal selle is belangrik. Hoe hoër die begingetalle, hoe beter die organismes se oorlewingsvermoë (tabel 1).

2.1.4.3 Siekte en simptome

Die meganisme waarmee listeriose veroorsaak word, is nog baie vaag. Mense vir wie die siekte die grootste gevaar inhou, is swanger vroue, pasgebore babas en klein kindertjies, asook bejaarde persone en immuungekompromitteerde persone.²²

Nie alle persone wat in kontak met *L. monocytogenes* kom, ontwikkel die siekte nie. Sommige persone besit waarskynlik 'n inherente weerstand teen die nadelige gevolge van *Listeria*-infeksie. Tydens eksperimente met proefdiere is 'n subletale dosis *L. monocytogenes*-selle aan muise toegedien. Binne 10 minute na toediening is ongeveer 90% van die bakterieselle deur die lewer opgevang en die meeste van die res deur die milt. Na ses ure het die lewer ongeveer 90% van die lewensvatbare *L. monocytogenes*-selle wat opgevang is, vernietig. Die vernietiging van die bakterieselle word geassosieer met gespesifiseerde

weefselmakrofage, naamlik Kupfferselle. Die oorlewende lewensvatbare bakterieë begin nou logaritmes vir die volgende 48 uur in die milt en lewer vermeerder. Maksimum populasiegroei verskyn 2 - 3 dae na infeksie. Vinnige bakterie-inaktivering word geïnisieer deur selweerstand. Gedurende hierdie stadium vind vernietiging van die bakterieë deur gerigte makrofage plaas. Die gasheer herstel hierna binne 'n week of minder.²² Die karakteristieke weerstand van muise word deur 'n spesifieke dominante outosomale geen gereguleer. Uitdrukking van die geen vind plaas tydens die logaritmesiese groeifase van die bakterieselle en funksioneer deur die bakterievermenigvuldiging onder beheer te hou. Die afwesigheid van hierdie karakteristieke weerstand in die gasheer lei tot akute infeksie en selfs die dood van die dier.²²

Die ontwikkeling van simptome kan in verskeie stappe ingedeel word. Eerstens, na inname tydens indringing van die makrofage kan griepagtige simptome verskyn. Diarree en effense koors kan ook voorkom. Die enteriese fase kan simptoomloos of met ligte simptome verloop. Na binnedringing van die makrofage vermenigvuldig die selle wat verstoring van die gasheersel veroorsaak en dit lei tot sepsisemie. Gedurende hierdie stadium het die organisme toegang tot al die liggaamsdele wat die sentrale senuweestelsel, hart, oë asook die ongebore fetus insluit. Die stadium van fetusontwikkeling sal die lot van die fetus bepaal, naamlik aborsie, doodgebore of neonatale sepsis.^{1,3,4,22}

Sterftes is skaars by gesonde volwassenes, maar by immuungekompromitteerde persone, pasgebore babas en jong kinders is dit ongeveer 30%.¹⁴ Geïnfekteerde pasgebore babas sterf dikwels binne 'n paar minute of ure na geboorte. Indien die baba oorleef, ontwikkel meningitis gewoonlik, wat die baba se dood kan veroorsaak of tot permanente breinskade lei.¹ Wanneer die sentrale senuweestelsel betrokke is, is die getal sterftes ongeveer 70%.⁴ Talle ander simptome en siektes kan met *Listeria* geassosieer word, maar bogenoemde is die algemeenste.

L. monocytogenes produseer ook 'n reeks toksiene wat betrokke is by siekte-ontwikkeling, byvoorbeeld hemolitiese, lipolitiese en ekstrasellulêre hemoragiese toksiene. Hierdie toksiene veroorsaak onder andere bloedplaatjiebeskadiging, onderdrukking van limfositiese aktiwiteite en verskeie elektrokardiografiese abnormaleite.²²

Sekere strukture van die selwand speel ook 'n belangrike rol by patogenisiteit, byvoorbeeld wateroplosbare toksiese polisakkariede wat limfopenie en granulose veroorsaak. Proteïene en koolhidrate is al geëkstraheer wat antigenies en pirogenies is en gefraksioneerde glisien-lisate wat virulensie verhoog. Ander substansie is ook geïsoleer maar hul werking is nog onbekend.²²

L. monocytogenes is seker die gevaarlikste "nuwe" patogeen, omdat dit so wydverspreid voorkom, maar ook as gevolg van die ernstige graad van siektes wat dit kan veroorsaak. Indien daar nie voldoende voorsorg getref word nie, kan *L. monocytogenes* tot ernstige epidemies lei.

2.1.4.4 Isolاسie en identifikasie

Pogings om *L. monocytogenes* volgens direkte plaattellings te isoleer, was onsuksesvol. Suksesvolle isolasiemetodes sluit een of meer verrykingstappe in. Koueverryking word gebruik om te selekteer vir psigrotrofe spesies.^{4,6} Agars wat algemeen gebruik word as selektiewe media vir *L. monocytogenes* is: McBride se *Listeria*-agar en Martin se medium.⁵ Kolonies word waargeneem onder 'n sterk wit lig teen 'n hoek van 45°, kolonies vertoon blou tot blou-grys. Bevestiging kan met behulp van bloedagar gedoen word. Slegs hemolitiese spesies is patogenies.⁴ Vir die isolasie van *Listeria* uit vleisprodukte word LPM-agar aanbeveel.⁷

Vir vinnige identifikasie van *L. monocytogenes* kan die ELISA-tegniek gebruik word. Monoklonale teenliggame word teen die flagella-antigene opgewek. Verdere toetse is egter ook nodig ter aanvulling van laasgenoemde metode.^{10,23}

Ander metodes vir *L. monocytogenes*-identifikasie sluit DNS- en RNS-hibridisasietegniese in. Beta-hemolise, geenkloning asook 16S rRNS-analises word ondersoek as moonlike identifikasietodes vir *L. monocytogenes*.^{10,24,25} Verskeie eienskappe soos serotipe, faagtype, plasmiedprofiel en biotipe kan moontlike virulensie bevestig.⁹

2.1.4.5 Voorkomingsmaatreëls

Voorsorg in verband met die bekamping van *L. monocytogenes* begin by die eerste skakel in die voedselketting, naamlik die rou voedselprodukt. Die produkongewing moet vry gehou word van enige potensiële kontaminasie (byvoorbeeld besmette water en rioolslyk) veral by plantprodukte soos groente en vrugte wat sonder gaarmaak geëet word. Houers soos kartondose moet skoon en droog wees. Houers en vragmotors waarin voedsel vervoer word, moet gereeld ontsmet word.⁶

Die vloei van rou produkte en van werkers wat die produkte hanteer, moet in die fabriek beheer word om kruiskontaminasie tussen rou en gaar produkte te voorkom. Lug van potensiële gekontameneerde areas moet ook nie in aanraking kom met die klaarproduktearea nie.⁹ Die totale sanitasiesetel van die fabriek moet voortdurend geëvalueer word. Kwaliteit kontrolepunte is uiters belangrik omdat *L. monocytogenes*-toestande soos 'n wye pH-reeks, hitte, pasteurisasie en yskastemperature asook vriesing kan oorleef.

Die inaktiveringstemperatuur van *L. monocytogenes* word nog intensief bestudeer en daar kan nog nie op hittebehandelings alleen staatgemaak word as voorkomingsmaatreël nie. Struikelbloktegnologie (hurdle technology) moet dus eerder toegepas word.¹⁴

Sekere organiese sure is in 'n mate effektief teen *L. monocytogenes*; byvoorbeeld natriumbenzoaat, asynsuur en wynsteensuur. pH- en temperatuurkombinasies moet egter aangepas word vir beter werking van dié middels.²⁶

Vir die sanitasie van fabriekke blyk kwaternêre ammoniumverbindinge (QUATS) die effektiefste teen *L. monocytogenes* te wees.¹² Groot omsigtigheid en behoorlike sanitasie moet dus voortdurend toegepas word om *L. monocytogenes*-kontaminasie en verspreiding te voorkom.

2.1.5 *Aeromonas hydrophila*

A. hydrophila word tans onder die familie Vibrionaceae geklassifiseer. Die organisme word lankal as 'n patogeen van visse, slakke, paddas en krokodille herken.^{3,10} *A. hydrophila* is met verskerpte aandag ondersoek, nadat dit geassosieer is met verskeie gevalle van diarree by mense.³ *A. hydrophila* maak deel uit van die natuurlike bakteriebevolking van varke.³ Verskeie uitbrake van voedselvergiftiging in Australië en Thailand is geïdentifiseer as *A. hydrophila*-verwant. Hierdie organisme is dus een van die "nuwe" patogene wat groot kommer wek.^{10,27}

2.1.5.1 Natuurlike habitat en voedsel wat gekontamineer word

A. hydrophila kom wydverspreid in die natuur voor en veral in water, vis, visprodukte en vars groente.^{3,10} Die organisme word meer algemeen met soutwater as vars water geassosieer.⁶ Voedsel wat gekontamineer word, is vis, seekos, pluimvee, rou vleis en rou melk.^{3,27} *A. hydrophila* is in feitlik enige voedsel teenwoordig, dikwels tot soveel as 10^5 kve/ml.²⁷

2.1.5.2 Eienskappe van die organisme

A. hydrophila is 'n fakultatief anaërobe gramnegatiewe, staafvormige bakterie.^{5,27} Die organisme is 'n psigrotroof en kan groei tussen 0 en 10 °C. Die optimum temperatuur is nog nie goed gedefinieer nie.¹⁰ Groei is al by 'n veel hoër temperatuur, naamlik 42 °C waargeneem.^{3,10,27} By 4 °C is groei van 10^3 kve/ml tot meer as 10^8 kve/ml binne 14 dae waargeneem en by 5 °C kan die getalle binne 7 dae 10 tot 1 000 maal vermeerder.³ Vakuumverpakking en berging van voedsel by 5 °C vertraag nie die groei van *A. hydrophila* nie.³ Die pH-reeks vir groei is tussen pH 5,5 en 9.⁵

Virulente stamme produseer enterotoksien en hemolitiese sitotoksien. Die enterotoksien word laat in die logaritmiese fase geproduseer. Die molekulêre gewig van die enterotoksien is vanaf 15 000 tot 20 000 en het 'n isoëlektriese punt van 4,0 - 5,7. Die toksien is hittelabel. Hierdie toksien is nie verwant aan die cholera enterotoksien of die enterotoksien van *E. coli* nie.⁵ *A. hydrophila* is relatief sensitief vir bestraling. Vir tellings van 10^2 tot 10^5 kve/ml is dosisse van 125 - 150 Krad voldoende om die organismes in voedsel te elimineer²⁷ (tabel 1).

2.1.5.3 Siekte en simptome

A. hydrophila word geassosieer met diarree, endokarditis, meningitis en sagteweefsel infeksies by die mens. Die sitotoksiese toksien veroorsaak verronding en induseer steroïdogenese in die Y-1 adrenale selle.⁵ Die hoofsimptoom wat deur *A. hydrophila* veroorsaak word, is egter diarree.

2.1.5.4 Isolasië en identifikasie

'n Nuut ontwikkelde styselampisillienmedium word gebruik vir die isolasië van *A. hydrophila*.³ Dit is effektief vir die isolasië van die bakterieë vanuit enige voedsel.

2.1.5.5 Voorkomingsmaatreëls

Gewone hittebehandelings soos pasteurisasie dood *A. hydrophila* en vernietig die hittelabiele toksien.¹⁰

2.1.6 *Campylobacter jejuni*

Studies die afgelope dekade het oortuigende bewyse gelewer dat *C. jejuni* 'n belangrike maagdermpatogeen is.²⁸ Alhoewel die organisme al 70 jaar gelede waargeneem is, het hulle assosiasies met menssiekte nou eers bekend geword.²⁹ *C. jejuni* is vir meer as 40 jaar as slegs 'n dierepatogeen beskou.²⁹ Die bakterieë was voorheen as *Vibrio*-spesies geklassifiseer, naamlik *Vibrio fetus* en *Vibrio jejuni*.⁴ In 1963 is gevind dat hierdie organisme biochemies en serologies van die klassieke cholera-vibrio's verskil.^{4,29} Die groep organismes is hierna *Campylobacter* (gebuijgde stawe) genoem.²⁹ Die hoofspesies is: *C. coli*, *C. intestinalis* en *C. jejuni*, waarvan laasgenoemde die algemeenste menspatogeen is.^{5,30} Ongeveer 32 000 gevalle van enteritis deur *C. jejuni* veroorsaak, is gedurende 1989 in die VSA aangemeld. \$9 miljoen is bestee aan medisyne en verloor weens laer produktiwiteit.³⁰

2.1.6.1 Natuurlike habitat en voedsel wat gekontamineer word

C. jejuni kom algemeen in die ingewande van soogdiere en voëlspeesies voor.^{14,28,29,30,31} Ongeveer 30 tot 100% pluimvee, 40 tot 60% beeste en 60 tot 80% varke is draers van die bakterieë.⁴

Daar is drie hoofroetes waarlangs oordrag kan plaasvind, naamlik vleis, melk en water. Besmetting kan op 4 verskillende maniere plaasvind. Eerstens deur direkte kontak tussen gekontameneerde karkasse en onbesmette karkasse, van persoon tot persoon en deur perinatale oordrag (van moeder na baba), tweedens deur 'n algemene draer byvoorbeeld pluimvee, ongekookte of halfgaar vleis en pluimveeprodukte, ongepas-

teuriseerde suiwelprodukte en kruiskontaminasie tussen rou en gaar produkte. Dertens vind oordrag deur die lug, water of grond plaas.²⁹ Dit is belangrik om te onthou dat alle soönotiese infeksies oorgedra word deur geïnfecteerde diere se feses of geïnfecteerde diereweefsel.²⁹ Kontaminasie vind gewoonlik tydens die slagproses plaas.^{30,33} Rou melk is die algemeenste draer van hierdie bakterieë.^{4,33}

Direkte kontaminasie kan via melk soos in die geval van brucellose plaasvind.⁴ *C. jejuni* kan nie in melk groei nie, maar kan vir lang periodes daarin oorleef.⁴ In die VSA is gevind dat 30% pluimvee, 4 tot 5% vark, 3 tot 5% beesvleis en 8% lamsvleis *C. jejuni* en/of *C. coli* bevat.⁴ *Campylobacter* kan verder vir solank as 15 dae in water oorleef.³⁰

2.1.6.2 Eienskappe van die organisme

C. jejuni is 'n gramnegatiewe mikro-aërofiel. Die bakterieselle is klein (0,5 tot 0,8 µm), vorm nie spore nie en is S- of spiraalvormig gebuig.^{28,29} Beweging is vinnig, pylagtig en kurktrekervormig.²⁹ Feitlik alle spesies kan by 3 tot 10% suurstof groei.^{4,5,28,29}

C. jejuni kan na inokulasie in steriele melk en beesvleis by temperatuur van 20 - 42 °C oorleef maar *C. jejuni* groei nie onder 25 °C nie en groei stadig selfs onder optimale temperatuur en nie goed in die teenwoordigheid van ander mikroörganismes nie.^{34,5} Die bakterieë is baie gevoelig vir droging, normale atmosferiese toestande, berging by kamertemperatuur, 'n suur omgewing, ontsmettingsmiddels en hitte.^{4,34} Maagsure kan die organismes dood, terwyl sekere medisyne wat die werking van maagsure teenwerk, die groei en oorlewing van *C. jejuni* bevoordeel.³⁰ Die organisme produseer ook 'n hittelabele enterotoksien soortgelyk aan die van *Vibrio cholerae* en *E. coli*⁵ (tabel 1).

2.1.6.3 Siekte en simptome

Akute enteritis is 'n algemene simptome van *C. jejuni*-infeksies. Die aantal selle wat ingeneem word, bepaal die graad van die siekte. Honderde tot selfs duisende selle is nodig vir die ontwikkeling van simptome. By vrywilligers is gevind dat 1 000 tot 100 000 bakterieselle simptome tot gevolg het, terwyl 100 miljoen selle nodig is om 'n mens ernstig siek te maak.³⁰

By 'n uitbraak waar melk die draer was, was egter slegs 500 organismes voldoende vir simptome.³⁰ Simptome verskyn binne een dag tot een week. Gedurende die inkubasietydperk kom simptome soos koors, hoofpyn, spierpyn en 'n gevoel van swaakteit voor, wat 12 - 24 uur of selfs tot 48 uur duur, voordat intestinale simptome verskyn.^{1,28,29,30} In ernstige gevalle mag bloederige diarree voorkom.⁵ Die siekte kan effektief met antibiotika soos eritromisien en tetrasiklien behandel word.^{28,30}

2.1.6.4 Isolاسie en identifikasie

Campylobacter-spesies vermenigvuldig stadiger as die gewone maagdermorganismes en kan dus nie sonder die hulp van selektiewe tegnieke vanuit fekale monsters geïsoleer word nie. Hierdie organismes is ook kieskeurig ten opsigte van hul nutriëntvereistes.^{29,30} Verrykingsmedia soos Preston-media en voedingsop asook selektiewe groeimedia wat antibiotika bevat, blyk die effektiefste te wees omdat ander organismes se groei onderdruk word.^{5,29,30} Verskeie media soos Skirrow se medium, Butzler en Campy-BAP en variasies van hierdie media word gebruik vir die isolasie van *Campylobacter*.^{29,30} Skirrow se medium is 'n bloedmedium wat die volgende antibiotika bevat: vankomisien, polimiksien en trimethoprim asook kefalosporien, 'n antifungusmiddel.³⁰ Die verskillende spesies van *Campylobacter* word deur middel van die API-tegnieke en serotipering van mekaar onderskei.²⁹

2.1.6.5 Voorkomingsmaatreëls

C. jejuni is gevoelig vir omgewingstoestande en dit maak beheer en doding van hierdie patoögeen maklik.¹ Voldoende pasteurisasie en kook en die voorkoming van kruiskontaminasie van voedsel is belangrike voorsorgmaatreëls.^{28,29,30} Alhoewel die organisme nie goed in voedsel oorleef nie, laat verkoeling *C. jejuni* langer oorleef. Bevriesing kan die aanvanklike bakteriegetalle verlaag, maar van die selle mag vir 'n hele aantal maande dormant bly.⁴

2.1.7 *Vibrio parahaemolyticus* en *Vibrio vulnificus*

In Japan is die voorkoms van *V. parahaemolyticus* algemeen.^{1,4} Die eerste uitbrake buite Japan het eers vanaf 1971 plaasgevind.¹ Tans is *V. parahaemolyticus* verantwoordelik vir 50 tot 70% van die gevalle van enteritis in Japan.⁴

V. vulnificus is sedert 1971 as 'n voedselpatoögeen bekend.¹ Sterftes van persone wat deur hierdie organisme geïnfecteer word, is hoog, naamlik 61% vir pasiënte met sepsis en 22% in die geval van wondinfeksies.¹ Mense met lewersiekte of immuungekomplimiteerde persone is hoërisikogevall.^{1,4}

2.1.7.1 Natuurlike habitat en voedsel wat gekontamineer word

V. parahaemolyticus en *V. vulnificus* is seisoengebonde en kom voor gedurende die warm maande by temperature bo 20 °C.^{1,4,5} Rou vis en skulpvis word hoofsaaklik deur hierdie organismes gekontamineer.

2.1.7.2 Eienskappe van die organismes

V. parahaemolyticus en *V. vulnificus* is beweeglike gekromde basille. Die organismes is fakultatief anaëroob en sensitief vir hitte en droging.⁵ *V. parahaemolyticus* groei tussen 30 en 40 °C met 35 °C as die optimum groeitemperatuur.⁵ Groei tussen 5 en 9 °C is al waargeneem by pH 7,2 - 7,3.⁵ Hierdie bakterieë groei dus wanneer die koueketting verbreek word.

By 'n 7%-soutkonsentrasie is *V. parahaemolyticus* meer bestand teen hitte.⁵ Die bakterieë kan by 'n pH van tussen 4,8 en 11,0 groei met die optimum pH tussen 7,6 en 8,6.⁵ Tydens optimum groeitoestande is hul generasietyd tussen 9 en 13 minute.⁵ 'n Hemolisien en sitotoksien word geproduseer. Die hemolitiese toksien is hittestabiel met 'n molekulêre massa van 42 000. Toksienproduksie vind tussen pH 5,5 en 5,6 plaas⁵ (tabel 1).

2.1.7.3 Siekte en simptome

V. parahaemolyticus veroorsaak akute gastroënteritis. Relatief hoë getalle is nodig vir infeksie. Simptome sluit in: naarheid, vomering, abdominale krampe en waterige of bloederige diarree. Die siekte is gewoonlik selfbeperkend.¹

V. vulnificus word geassosieer met ernstige wondinfeksies en sepsis.^{1,4,5} Infeksie vind plaas deur die eet van gekontamineerde seevoedsel, veral rou oesters.¹ Die ander vorm van die siekte is die gevolg van beserings opgedoen tydens die skoonmaak van vis of die oes van oesters en krappe.¹ Hierdie infeksies kan tot amputasies lei.^{1,4}

2.1.7.4 Isolاسie en identifikasie

Daar is nie 'n medium wat werklik geskik is vir *Vibrio*-isolاسie nie.⁴ Serotipering word algemeen gebruik om tussen die spesies te onderskei.⁴

2.1.7.5 Voorkomingsmaatreëls

Die organismes is baie hittegevoelig en voldoende hittebehandelings (byvoorbeeld gaarmaak van voedsel) vernietig *V. parahaemolyticus* en *V. vulnificus*. Die eet van rou seekos moet tydens die warm maande vermy word.⁴ Vars seekos moet dadelik

op ys geplaas word. Persone met lewersiektes en immuungekom-promitteerde mense moet die eet van rou seekos vermy.⁴

3. GEVOLGTREKKING

Alhoewel voedselgedraagte siektes slegs 'n gedeelte van die totale aantal siektes uitmaak, kan die uitbreek van 'n epidemie tot groot ekonomiese verliese lei. Voedselgedraagte siektes impliseer nie dat voedsel inherent onveilig is nie; swak hantering van voedsel deur mense veroorsaak oor die algemeen dat goeie voedsel onveilig word.

Voedselgedraagte siektes is gewoonlik voorkombaar, daarom is korrekte ontsmetting en sterilisasieprogramme in voedsel-fabrieke asook voldoende opleiding van personeel uiters belangrik. Geld gespanneer aan opleiding en navorsing sou slegs 'n klein deeltjie uitmaak van die koste verbonde aan die uitbreek van 'n epidemie. Groot en langdurige skade kan aan 'n voedsel-bedryf veroorsaak word wanneer dit gekoppel sou word aan 'n voedselgedraagte siekte.

Die spreekwoordelike "voorkoming is beter as genesing" is seker die beste leuse om in die voedselbedryf te handhaaf. Bykomende voorsorg veral rakende die "nuwe groep" patogene is baie belangrik, omdat sommige van hierdie organismes uiters gehard en bestand is teen algemene voedselprosesse wat veronderstel is om voedsel "veilig" vir die verbruiker te maak. Die risiko van patogene kan tot die minimum beperk word deur alle aspekte van voedselveiligheid voortdurend in gedagte te hou en toepaslike veiligheidsmaatreëls te tref.

Summary

Twenty years ago the medical profession thought that most causes of infections had been identified, under control or even extinct. The prevention of illness was relatively simple and the control of pathogens was easily achieved for food products.

In the food industry, illness associated with food has nevertheless become more common in recent years. Micro-organisms have been able to adjust to and/or survive refrigeration, pasteurization, drying and other processing and preservation techniques. As a result, so called "new pathogens" have emerged. This new group of food pathogens includes several bacterial species which can cause severe illness.

Traditionally the refrigeration of food at 5 °C was considered to be sufficient to prevent the growth of food-borne pathogens. The discovery of the "new generation" of food pathogens which were able to grow competitively at 5 °C, showed that refrigeration or chilling of food was not sufficient to prevent the growth of pathogens. The new group of pathogens is not new in the sense that they did not exist or had not been identified before, but they are new in the food industry because they were previously thought to be harmless, or pathogens only present in animals.

The first group of these pathogens that can grow competitively at 5 °C, includes the following organisms: *Clostridium botulinum* type E. This is a marine bacterium, which causes food poisoning by producing a non-proteolytic toxin at low temperatures. Fish, seafood, vegetables, meat as well as pasteurized milk products are mostly sources of contamination of *C. botulinum* type E. *C. botulinum* type E produces spores which are heat sensitive and are responsible for problems with pasteurized products. *C. botulinum* type E can grow between 3,3 to 45 °C. Contaminated food cannot be observed by sensory means. Another type of botulinum is "infant botulinum" which causes

stomach infection in babies under 14 months of age. The source of this infection is still unknown. *Yersinia enterocolitica* infection is a zoonosis (zoonosis is an illness that is associated primarily with animals but, can also occur in humans) and is commonly associated with the digestive track of mammals. Raw meat, especially pork, has been associated with outbreaks of *Yersinia*-gastro-enteritis. Pigs are the reservoir for virulent species which produce a heat resistant toxin. Fresh vegetables, raw fish, shellfish and un-chlorinated water can also be sources of contamination. *Y. enterocolitica* can grow at 2 - 7 °C, but the organisms are heat sensitive and are destroyed at 50 °C. Enterotoxigenic *Escherichia coli* produces both a heat resistant and heat labile toxin which causes diarrhoea, dysentery or cholera-like symptoms. The two species which are of importance are *E. coli* 0157:H7 and *E. coli* 027:H₂O. *E. coli* serotypes able to produce enterotoxins are called enterotoxigenic strains. *E. coli* is used as an indicator organism of faecal contamination of water and food. Untreated water, human beings and mammals are the main sources of these organisms as well as cross contamination between raw and prepared food due to improper sanitation and hygiene. *Listeria monocytogenes* is probably the most dangerous new pathogen in the food industry, because it can cause meningitis and is found in almost any food source including fruit, vegetables, dairy products, meat and eggs. *L. monocytogenes* is associated with the gastro-intestinal tract of humans and animals. Approximately 4% of all humans are carriers of this organism. Furthermore, it was found that *L. monocytogenes* can survive in almost any environment. *L. monocytogenes* is a foodborne pathogen which can multiply in the host and produces several toxins eg. haemolytic, lipolytic and entero-haemorrhagic toxins. *L. monocytogenes* can grow between 3 to 45 °C, and can even survive pasteurization temperatures of 73,9 °C. The pH range for *L. monocytogenes* is between 4 and 9,5 and the organisms can survive a 30,5% salt concentration. This organism can grow under anaerobic conditions and is not affected by nitrite or nisin. *Aeromonas hydrophila* is classified under the family Vibrionaceae and is considered a pathogen which appears in fish, snails, amphibians and crocodiles.

A. hydrophila has also been associated with several outbreaks of diarrhoea in Australia and Thailand. This organism is commonly found in salt water, but it can contaminate a wide range of food products like fish, seafood, poultry, raw meat and milk. Virulent strains of *A. hydrophila* produce entero-toxins as well as a haemolytic cytotoxin which is not related to the cholera or *E. coli* toxins. *A. hydrophila* can grow between 0 and 42 °C.

The second group of pathogens includes *Campylobacter jejuni* and *Brucella* species which can survive at 5 °C. *C. jejuni* is associated with the gastro-intestinal tract of mammals and birds. *C. jejuni* was previously classified as *Vibrio jejuni* and produces heat labile entero-toxins such as *V. cholera* and *E. coli*. Outbreaks of enteritis due to *C. jejuni* have most frequently been associated with poultry. This organism cannot multiply at 5 °C, but it can survive for up to 15 days in water at this temperature. Growth does not occur below 25 °C. *C. jejuni* is heat sensitive and can be eliminated during pasteurization and/or cooking of food products.

The third group of pathogens can grow at temperatures between 5 and 12 °C. This group includes *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *V. vulnificus* and *Bacillus* species. *V. parahaemolyticus* is responsible for acute gastro-enteritis because of haemolysin and cytotoxin production. These toxins are produced at pH 5,5 to 5,6. *V. parahaemolyticus* grows between 5 and 40 °C and at a pH of 4,8 to 11. The main source of contamination is by eating raw

fish and seafood, especially oysters. *V. vulnificus* is responsible for wound infections and septic conditions which may lead to amputations of limbs which may occur because of injuries during the handling of seafood. *V. parahaemolyticus* and *V. vulnificus* are heat sensitive and proper heating and cooking of food will eliminate the bacteria. Eating of raw fish and other seafood must be avoided during the warm months. Seafood should be stored on ice as soon as possible after harvesting.

The "new generation" food pathogens include several bacteria that can cause severe illness and even death. To guarantee safe food products prevention is better than cure. By implementing an efficient sanitation program and maintaining good quality control, pathogen-free food can be produced. This article is an overview on the "new generation of pathogens" in the food industry.

LITERATUURVERWYSINGS

1. Foster, E.M. (1986). New bacteria in the news, *Food Technology*, August, 16-26.
2. Archer, D.L. (1988). The true impact of foodborne infections, *Food Technology*, July, 53-58.
3. Palumbo, S.A. (1986). Is refrigeration enough to restrain foodborne pathogens?, *Journal of Food Protection*, 49, 1003-1009.
4. Oblinger, J.L. (1988). Bacteria associated with foodborne diseases, *Food Technology*, April, 181-200.
5. Jay, J.M. (1986). In *Modern Food Microbiology*, 3rd edition (Van Nostrand Reinhold, New York).
6. Moustafa, M.K., Altmed, A.H. & Marth, E.H. (1983). Occurrence of *Yersinia enterocolitica* in raw and pasteurized milk, *Journal of Food Protection*, 46, 276-278.
7. Lovett, J. (1988). Isolation and enumeration of *Listeria monocytogenes*, *Food Technology*, April, 172-175.
8. Aulisio, C.C.G., Stanfield, J.Y., Weagant, S.D. & Hill, W.E. (1983). Yersiniosis associated with tofu consumption: Serological, biochemical and pathogenicity studies of *Yersinia enterocolitica* isolates, *Journal of Food Protection*, 46, 226-230.
9. Stern, N.J. (1982). *Yersinia enterocolitica*: Recovery from foods and virulence characterization, *Food Technology*, March, 84-87.
10. Lechowich, R.V. (1988). Microbiological challenges of refrigerated foods, *Food Technology*, December, 84-89.
11. Hird, D.W. (1987). Review of evidence for Zoonotic Listeriosis, *Journal of Food Protection*, 50, 429-433.
12. Brackett, R.E. (1988). Presence and persistence of *Listeria monocytogenes* in food and water, *Food Technology*, April, 162-164.
13. Bradshaw, J.G., Peeler, J.T. & Corwin, J.J. *et al.* (1985). Thermal persistence of *Listeria monocytogenes* in milk, *Journal of Food Protection*, 48, 743-745.
14. Donnelly, C.W. & Briggs, E.H. (1986). Psychrotrophic growth and thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* as a function of milk composition, *Journal of Food Protection*, 49, 994-998.
15. Donnelly, C.W., Briggs, E.H. & Donnelly, L.S. (1987). Comparison of heat resistance of *Listeria monocytogenes* as a function of milk composition as determined by two methods, *Journal of Food Protection*, 50, 14-17.
16. Lovett, J., Francis, D.W. & Hunt, J.M. (1987). *Listeria monocytogenes* in Raw milk: Detection, Incidence, and Pathogenicity, *Journal of Food Protection*, 50, 188-192.
17. Doyle, M.P., Glass, K.A., Beery, F.T., Garcia, G.A., Pollard, D.J. & Schultz, R.D. (1987). Survival of *Listeria monocytogenes* in milk during high-temperature, short-time pasteurization, *Applied and Environmental Microbiology*, 53, 1433-1438.
18. Doyle, M.P. (1988). Effect of environmental and processing conditions on *Listeria monocytogenes*, *Food Technology*, April, 169-171.
19. Learson, S.B. & Foegeding, P.M. (1989). *Listeria* species in commercially broken raw liquid whole egg, *Journal of Food Protection*, 52, 777-780.
20. Beuchat, L.R., Brackett, R.E., Hao, D.Y.Y. & Conner, D.E. (1986). Growth of thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* in cabbage and cabbage juice, *Journal of Food Protection*, 32, 791-795.
21. Rosenow, E.M. & Marth, E.H. (1987). Growth of *Listeria monocytogenes*, in skim, whole and chocolate milk, and in whipping cream during incubation at 4, 8, 13, 21 and 35 °C, *Journal of Food Protection*, 50, 452-459.
22. Marth, E.H. (1988). Disease characteristics of *Listeria monocytogenes*, *Food Technology*, April, 165-168.
23. Farber, J.M. & Spiers, J.I. (1987). Monoclonal antibodies directed against the flagella antigens of *Listeria* species and their potential in EIA-based methods, *Journal of Food Protection*, 50, 476-484.
24. Klinger, J.D. & Johnson, A.R. (1988). A rapid nucleic acid hybridization assay for *Listeria* in foods, *Food Technology*, July, 66-70.
25. Ludwig, W., Schleifer, K.H. & Stackebrandt, E. (1984). 16S rRNA analysis of *Listeria monocytogenes* and *Brochothrix thermosphacta*, *FEMS Microbiology Letters*, 25, 199-204.
26. El-shenawy, M.A. & Marth, E.H. (1989). Inhibition or inactivation of *Listeria monocytogenes* by sodium benzoate together with some organic acid, *Journal of Food Protection*, 52, 771-776.
27. Palumbo, S.A., Jenkins, R.K., Buchanan, R.L. & Thayer, D.W. (1986). Determination of irradiation D-values of *Aeromonas hydrophila*, *Journal of Food Protection*, 49, 189-191.
28. Blaser, M.J. (1982). *Campylobacter jejuni* and food, *Food Technology*, March, 89-92.
29. Franco, D.A. (1988). *Campylobacter* species: Considerations for controlling a foodborne pathogen, *Journal of Food Protection*, 51, 145-153.
30. Jones, K. & Telford, D. (1991). On the trail of a seasonal microbe, *New Scientist*, April, 36-39.
31. Bryan, F.L. (1982). Epidemiology of milk-borne diseases, *Journal of Food Protection*, 46, 637-649.
32. Genigeorgis, C., Hassunch, M. & Collins, P. (1986). *Campylobacter jejuni* infection on poultry farms and its effect on poultry meat consumption, *Journal of Food Protection*, 49, 895-903.
33. Mamanus, C. & Lanier, J.M. (1987). *Salmonella*, *Campylobacter jejuni* and *Yersinia enterocolitica* in raw milk, *Journal of Food Protection*, 50, 51-55.
34. Doyle, M.P. & Roman, D.J. (1982). Sensitivity of *Campylobacter jejuni* to drying, *Journal of Food Protection*, 45, 507-510.
35. Eley, A.R. (1992). *Microbial Food Poisoning*, 1st edition (Chapman & Hall: London).