

Ziektelast van voedselgerelateerde infecties in Nederland

Ingrid Friesema, Elisa Benincà, Roan Pijnacker, Maren Lanzl, Maaïke van den Beld, Lapo Mughini-Gras, Eelco Franz

Samenvatting

Voedselgerelateerde infecties leiden wereldwijd tot een aanzienlijke ziektelast. Voedselgerelateerde ziekteverwekkers kunnen niet alleen via voedsel verspreid worden maar ook via andere transmissieroutes, zoals mens-op-menscontact. Veel van de zieken blijven onopgemerkt. Alleen degenen die naar een arts gaan en getest worden, kunnen door middel van een surveillancesysteem geregistreerd worden. Aan de hand van trendgegevens over ziekteincidentie, nieuwe inzichten uit recent gepubliceerde studies, demografische ontwikkelingen en de consumentenprijsindex is de impact van voedselgerelateerde infecties geschat in termen van ziektelast en ziektekosten. In Nederland werden in 2024 naar schatting 1.891.000 personen ziek door in totaal 14 voedselgerelateerde ziekteverwekkers, van wie 559.000 door besmet voedsel. De totale ziektelast en -kosten komen daarmee uit op 12.000 *Disability Adjusted Life Years* en 566 miljoen euro. Norovirus zorgt veruit voor de meeste ziektegevallen in de algemene bevolking (930.000 ziektegevallen). De coronapandemie leidde in 2020 tot een flinke afname in het voorkomen van voedselgerelateerde infecties, met uitzondering van listeriose. Vanaf 2023 is er een sterke toename in het aantal *Salmonella* Enteritidis-infecties, grotendeels veroorzaakt door besmette eieren. Ook het aantal Shigatoxine-producerende *E. coli* (STEC)-infecties neemt toe, waarvoor nog geen oorzaken gevonden zijn. De recente toename in het aantal hepatitis A-gevallen lijkt vooral veroorzaakt door besmettingen die in het buitenland worden opgelopen.

Summary

Foodborne infections result in a significant burden worldwide. Foodborne pathogens are transmitted via food, but also through other routes, such as person-to-person contact. Many cases remain unreported, as only those seeking medical care and being tested, are captured by surveillance systems. The impact of

foodborne infections is estimated in terms of disease burden and healthcare costs using trend data on incidence, insights from recently published studies, demographic developments, and the consumer price index. In the Netherlands, an estimated 1,891,000 people became ill in 2024 due to a total of 14 foodborne pathogens, of whom 559,000 cases were caused by contaminated food. The disease burden and associated costs amount to 12,000 Disability Adjusted Life Years and 566 million euros. Norovirus accounts by far for the most cases in the general population (930,000 cases). The COVID-19 pandemic led to a sharp decline in the occurrence of foodborne infections in 2020, except for listeriosis. From 2023 onwards, a strong increase is seen in the number of *Salmonella* Enteritidis infections largely caused by contaminated eggs. The number of STEC infections is also rising, but without a clear cause. The increase in hepatitis A cases appears to be mainly due to infections acquired abroad.

Introductie

Voedselgerelateerde infecties leiden wereldwijd tot een aanzienlijke ziektelast [1-3]. Een verscheidenheid aan bacteriële, virale en parasitaire ziekteverwekkers ligt hieraan ten grondslag. Een ziekteverwekker wordt gezien als voedselgerelateerd wanneer voedsel een van de mogelijke transmissieroutes van besmetting is. Levensmiddelen kunnen daarbij op elk moment in de voedselketen, van grondstof tot en met bereiding, besmet raken. Belangrijke oorzaken van besmet voedsel zijn onhygiënische omstandigheden, te hoge bewaartemperaturen, besmette apparatuur,

Centrum voor Infectieziektenbestrijding (CIb), Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven, dr. I. Friesema, epidemioloog, dr. E. Benincà, onderzoeker, dr. R. Pijnacker, epidemioloog, dr. M. Lanzl, onderzoeker, dr. M. van den Beld, onderzoeker, prof. dr. L. Mughini-Gras, epidemioloog, E. Franz, epidemioloog. Correspondentieadres: I. Friesema (ingrid.friesema@rivm.nl).

kruisbesmetting en onvoldoende verhitte [4]. De wijze en het moment van besmetting zijn mede afhankelijk van het reservoir van de ziekteverwekker. Voor sommige verwekkers zijn dit (landbouw)-huisdieren, voor andere is de mens de enige gastheer en vindt verspreiding plaats van mens op mens. Andere transmissieroutes voor voedselgerelateerde ziekteverwekkers zijn verspreiding via het milieu (bodem/lucht/oppervlaktewater) of via direct contact met mensen, dieren en/of feces.

Voedselgerelateerde infecties omvatten verschillende ziektebeelden, met variërende duur, ernst en sterfte. Een risicogebaseerd voedselveiligheidsbeleid vereist een consistente en kwantitatieve beoordeling van de volksgezondheidsimpact van deze ziekteverwekkers, evenals van het relatieve belang van de verschillende transmissieroutes. Daarom drukken we de volksgezondheidsimpact van voedselgerelateerde ziekteverwekkers uit in zowel ziektelast als in ziektekosten. In dit artikel geven we een overzicht van de ziektelast in Nederland waarbij het jaar 2024 leidend is.

Surveillance en ziektelast

De impact van door voedsel overgedragen ziekteverwekkers wordt uitgedrukt in termen van ziektelast (*Burden of Disease*, BoD) en ziektekosten (*Cost of Illness*, CoI), waarin trendgegevens over ziekte-incidentie, nieuwe inzichten uit recent gepubliceerde studies, demografische ontwikkelingen en de consumentenprijsindex (als maat voor prijsveranderingen van goederen en diensten) verwerkt zijn. De methode die wordt gebruikt om de ziektelast (uitgedrukt in *Disability Adjusted Life Years*, DALY) en de daarmee gepaard gaande kosten te schatten, is uitgebreid beschreven in eerdere publicaties [5-7]. De volgende veertien ziekteverwekkers worden daarbij meegenomen: *Campylobacter* spp., niet-tyfoïdale *Salmonella* spp., STEC O157, *Listeria monocytogenes*; *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*; norovirus, rotavirus, hepatitis A-virus, hepatitis E-virus; *Cryptosporidium* spp., *Giardia* spp. en *Toxoplasma gondii*.

Er zijn verschillende vormen van surveillance mogelijk. Allereerst bestaat er voor een aantal infectieziekten een meldplicht. Deze is als instrument opgenomen in de Wet publieke gezondheid en schrijft voor dat artsen en medisch-microbiologische laboratoria (MML) deze infectieziekten melden aan de GGD. De GGD meldt dit vervolgens via Osiris (online registratiesysteem) aan

het RIVM. Voor de bovengenoemde ziekteverwekkers bestaat er een meldplicht voor infecties met STEC O157 (meldplicht geldt voor alle STEC), *L. monocytogenes* en hepatitis A-virus. Daarnaast kunnen ziekteverwekkers gemonitord worden via laboratoriosurveillance en/of kiemsurveillance. Belangrijke laboratoriosurveillance-systemen zijn de virologische weekstaten en Infectieziekten Surveillance Informatie Systeem-Antibiotica Resistentie (ISIS-AR) [8], waarbij respectievelijk geaggregeerde of geanonimiseerde data van een aantal ziekteverwekkers door laboratoria aan het RIVM worden verstrekt. Het gaat hierbij om *Campylobacter* spp., norovirus, rotavirus, hepatitis A-virus en hepatitis E-virus. Bij kiemsurveillance kunnen MML's isolaten ter typering naar het RIVM sturen. Dit wordt gedaan voor *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp., STEC, *L. monocytogenes* (via het Nationaal Referentielaboratorium voor Bacteriële Meningitis, Amsterdam UMC), hepatitis A-virus, hepatitis E-virus en *Cryptosporidium* spp. In het geval van *Campylobacter* en *Cryptosporidium* betreft het een sentinel-surveillance, waarbij respectievelijk zeven en drie laboratoria isolaten insturen.

Voor een paar ziekteverwekkers is er geen surveillance. Voor *Giardia* spp. wordt uitgegaan van een stabiele incidentie sinds 2007 (het laatste jaar waarin RIVM-laboratoriumgegevens beschikbaar waren). Aangezien de incidentie van *Giardia* een vergelijkbaar patroon volgde als die van *Cryptosporidium*, is aangenomen dat de incidentie van *Giardia* tussen 2020 en 2022 (de jaren van de COVID-19-pandemie) dezelfde trend volgde als die van *Cryptosporidium*. Voor de jaren 2023 en 2024 is aangenomen dat de incidentie van *Giardia* gelijk is gebleven aan het niveau van vóór de COVID-19-pandemie. Voor *B. cereus*, *C. perfringens*, *S. aureus* en *T. gondii* zijn geen jaarlijkse trends berekend, vanwege het ontbreken van recente nationale surveillancegegevens. Ze zijn echter nog wel opgenomen in de schattingen (gebaseerd op gegevens uit eerdere studies [5]), om de vergelijkbaarheid met eerdere jaren te behouden.

Naast voedsel zijn er nog zes andere transmissieroutes die van belang kunnen zijn voor verspreiding van de genoemde ziekteverwekkers, met name drinkwater, oppervlaktewater, overige milieupaden, waaronder aarde en lucht, diercontact, mens-op-menscontact en internationale reizen. Het aandeel van ziektegevallen per route per ziekteverwekker wordt

geschat met behulp van gestructureerde expert-beoordeling (expert-elicatie). In de afgelopen jaren werd daarvoor de elicatie uit 2008 gebruikt [9]. In 2023 is een nieuwe elicatie uitgevoerd, waarbij de nieuwe attributieschattingen worden gebruikt voor de data vanaf 2021 [10].

Resultaten

Naar schatting werden in 2024 in Nederland 1.891.000 personen ziek door voedselgerelateerde ziekte-verwekkers, van wie 559.000 door voedsel [6]. Het aantal sterfgevallen wordt geschat op 290, waaronder 91 via voedsel. De totale ziektelast en -kosten komen daarmee op 12.000 DALY's en 566 miljoen euro, en voor voedsel op respectievelijk 4700 DALY's en 192 miljoen euro. In de tien jaar ervoor (2014-2023)

fluctueerden de schattingen tussen 1.486.000 ziektegevallen in 2014 tot 1.772.000 ziektegevallen in 2023, met een dip in 2020 (963.000), wat effectief een lichte stijging is, die zich in 2024 voortzet. De bijbehorende DALY's zijn constanter met 11.000 tot 12.000 in 2014-2019, 7300 in 2020 oplopend naar 10.000 in 2022 en 11.000 in 2023.

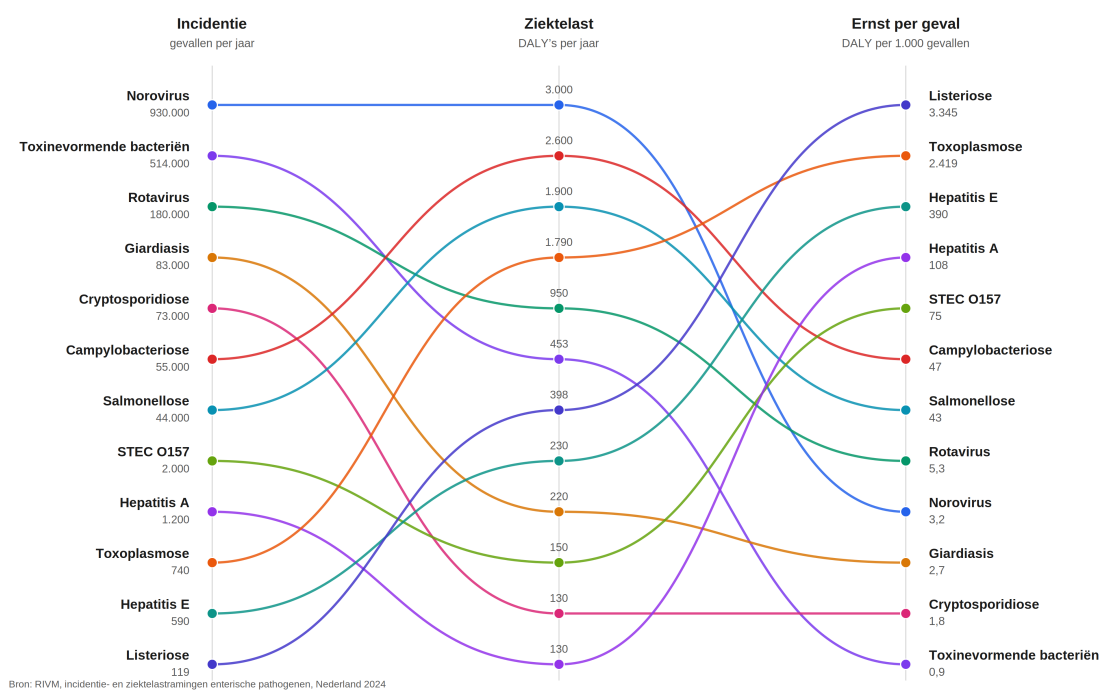
Norovirus zorgt veruit voor de meeste zieken in de algemene bevolking (930.000 ziektegevallen, zie *tabel 1* en *figuur 1*), en de meeste sterfgevallen (110), ziektelast (3000 DALY's) en ziektekosten (200 miljoen euro). *Campylobacter* (55.000 ziektegevallen) en *Salmonella* (44.000 ziektegevallen) komen een stuk minder vaak voor, maar komen wat betreft sterfgevallen (beide 45) en ziektelast (respectievelijk 2600 en 1900 DALY's) op de tweede en derde plek.

Tabel 1. Aantal patiënten via surveillance geregistreerd, gemiddeld geschatte incidentie van ziektegevallen en sterfgevallen (met 95% onzekerheidsinterval), ziektelast en -kosten, per pathogeen in Nederland, 2024.

	Patiënten in surveillance	Zieken in algemene bevolking	Zieken door voedsel	Sterfgevallen	DALY	COI (M€)	COI per geval
<i>Campylobacter</i> spp.	4.735	55.000 (7.000 -150.000)	29.000	45 (30-62)	2.600	59	1.100
<i>Listeria monocytogenes</i>			88				
Perinataal	9	9		3	310	2	256.000
Acquired	110	110		10	88	3	33.000
<i>Salmonella</i> spp.	1.665	44.000 (4.000-140.000)	21.000	45 (39-51)	1.900	32	730
STEC O157	58	2.000 (220-9.000)	1.000	4 (2-7)	150	7	3.200
<i>Bacillus cereus</i>	-	54.000 (18.000-130.000)	40.000	0 (0-0)	33	14	260
<i>Clostridium perfringens</i>	-	170.000 (58.000-380.000)	123.000	5 (0,1-20)	200	37	210
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	290.000 (130.000-560.000)	226.000	7 (0,2-28)	220	76	260
Hepatitis A-virus	238	1.200 (750-1.900)	210	4 (2-6)	130	2	2.000
Hepatitis E-virus	102	590 (350-900)	390	7 (2-14)	230	3	5.800
Norovirus	4.291*	930.000 (620.000-1.300.000)	89.000	110 (45-210)	3.000	200	220
Rotavirus	921	180.000 (86.000-320.000)	4.900	32 (10-72)	950	69	380
<i>Cryptosporidium</i> spp.	94†	73.000 (22.000-180.000)	12.000	4 (0,1-20)	130	23	320
<i>Giardia</i> spp.	-	83.000 (41.000-170.000)	11.000	2 (0,1-9)	220	20	240
<i>Toxoplasma gondii</i>			490				
Congenitaal	-	310 (160-560)		11 (7-18)	1.500	16	52.000
Acquired	-	430 (200-740)		0 (0-0)	290	2	3.500

* In de periode juli 2023-juni 2024; † Sentinel-surveillance op basis van twee laboratoria.

Figuur 1. Incidentie (ziektegevallen per jaar), ziektelast (DALY's per jaar) en ernst per geval (DALY per 1.000 gevallen), per pathogeen in Nederland, 2024.



De kosten per ziektegeval zijn het hoogst voor perinatale listeriose (256.000 euro). Toxineproducerende bacteriën veroorzaken via voedsel naar schatting de meeste zieken in de bevolking. Het aandeel dat voedsel als transmissieroute inneemt, verschilt per ziekteverwekker.

In de afgelopen tien jaar had de coronapandemie het grootste effect op de incidenties. Door de reisrestricties en niet-farmaceutische interventies werd niet alleen de verspreiding van het coronavirus ingeperkt, maar ook dat van veel andere infectieziekten. Binnen de surveillances van bijvoorbeeld rotavirus, norovirus en hepatitis A werd in 2020 een afname van respectievelijk 81, 78 en 75 procent gezien [11]. Een uitzondering hierop vormt listeriose, waar geen afname in ziektegevallen werd gezien.

In de afgelopen jaren waren er nog een paar opvallende trends zichtbaar. In de periode 1984 tot 2020 daalde het aantal gerapporteerde patiënten met laboratoriumbevestigde salmonellose sterk van ongeveer 10.000 naar 700. Deze daling werd grotendeels bewerkstelligd door invoer van EU *Salmonella*-controleprogramma's op pluimveehou-

derijnniveau, evenals door verbeteringen in de slachthygiëne, waardoor de besmettingsgraad van varkensvlees, kippenvlees en eieren werd verlaagd.

Sinds 2023 is er echter een sterke stijging zichtbaar van *Salmonella* Enteritidis-infecties. Deze stijging startte met een uitbraak in mei 2023, en het aantal infecties bleef daarna verder stijgen met een verscheidenheid aan *S. Enteritidis*-stammen. In de eerste maanden van 2026 lijkt het aantal patiënten met een *S. Enteritidis*-infectie af te nemen.

Ook bij hepatitis A was lange tijd een afname van het aantal meldingen zichtbaar. In 2004 waren er 432 meldingen, in 2015-2016 werden er nog maar 80-81 patiënten gemeld. In 2017 was er internationaal sprake van een uitbraak onder mannen die seks hebben met mannen (MSM). Ook in Nederland leidde dit tot een sterke toename naar 372 meldingen, waarbij bij 243 patiënten een uitbraakstam kon worden aangetoond. Ongeveer twee derde van deze patiënten identificeerde zich als MSM [12]. Daarna daalde het aantal meldingen opnieuw naar 163 in 2019 en 50 in 2020. Vervolgens steeg dit van 77 meldingen in 2021 naar 153 in 2023. In 2024 en 2025 waren dit er al 238 en 240.

In het laatste kwartaal van 2024 en eerste kwartaal van 2025 kwamen er twee voedselgerelateerde uitbraken voor met voor negen patiënten als mogelijke bron druiven en 24 als bron diepvries blauwe bessen. Het grootste deel van de stijging lijkt echter vooral te worden veroorzaakt door infecties die in het buitenland worden opgelopen.

Het aantal gemelde STEC-infecties is na de dip in 2020 met 323 zieken gestegen naar 642 tot 649 in 2024-2025, terwijl dit aantal tussen 2017 en 2019 lag tussen 392 en 487 zieken. Het vinden van oorzaken voor deze stijging is lastig aangezien er tussen 2021 en 2025 voor slechts 28 tot 33 procent van de gemelde zieken een stam beschikbaar was voor verdere typering.

Discussie

Veel van de zieken blijven onopgemerkt in de algemene bevolking. Alleen degenen die naar een arts gaan en getest worden, kunnen in een surveillancesysteem terecht komen. Op basis van deze meldingen en door gebruik van studies naar het voorkomen van infecties in de algemene bevolking, kan een jaarlijkse schatting gemaakt worden van het daadwerkelijke aantal ziektegevallen. Met ruim een half miljoen ziektegevallen door voedsel per jaar en bijna 1,9 miljoen voor deze ziekteverwekkers inclusief de overige transmissieroutes, geven voedselgerelateerde infecties een aanzienlijke ziektelast in Nederland. Zelfs in het geval van milde verschijnselen waarbij geen gebruikgemaakt wordt van de gezondheidszorg, leidt het nog steeds in de meeste gevallen tot ziekteverzuim van werk of school. In geval van kinderen moet daarnaast vaak een ouder verlof regelen om voor het kind te zorgen. De kosten worden dan ook geschat op zo'n 566 miljoen euro per jaar.

De stijging van *Salmonella* Enteritidis-infecties startte met een uitbraak in mei 2023. *S. Enteritidis* heeft een primair reservoir in pluimvee, vooral leghennen. Uitbraakonderzoek leidde naar kippenvoer waarin eierschalen waren verwerkt [13]. De eierschalen waren onvoldoende behandeld om eventuele aanwezige *Salmonella* af te doden. Gebruik van dit kippenvoer in de leghensector zorgde vervolgens voor besmette tafeleieren in de supermarkt. Tussen mei 2023 en september 2025 behoorden 227 patiënten op basis van *whole genome sequencing* (WGS) tot de uitbraak, waaronder 151 patiënten in 2023. Na interventie door de NVWA bij de voerproducent nam het aantal

patiënten met deze specifieke uitbraakstam af. Het aantal leghenbedrijven dat in een jaar positief was voor *S. Enteritidis* lag tussen 2012 en 2022 altijd onder de door de EU gestelde wettelijke grens van twee procent. In 2023 was dit 3,5 procent, en het aantal steeg verder in 2024 en 2025 naar 4,0 en 4,8 procent. Eind 2025 werden extra bestrijdingsmaatregelen getroffen: bij leghennen jonger dan 65 weken werd de testfrequentie verhoogd van elke 15 weken naar acht weken, en bij leghennen van 65 weken en ouder van acht weken naar vier weken. Daarnaast krijgen koppels tussen 50 en 60 weken een boostervaccinatie tegen *Salmonella*. Tot slot is er een hygiëneprotocol opgesteld met aandacht voor hygiëne op de boerderij en bioveiligheid. In de eerste maanden van 2026 lijkt zowel het aantal besmettingen binnen bedrijven als het aantal patiënten met een *S. Enteritidis*-infectie af te nemen. Niet alleen voor *Salmonella* maar ook voor STEC en *L. monocytogenes* worden WGS-data uitgewisseld. Het gaat hierbij om isolaten verzameld uit niet-humane bronnen (onder andere voedsel) en van patiënten tussen Wageningen Food Safety Research (WFSR), die de laboratoriumtesten namens de NVWA uitvoert, en het RIVM. Binnen de *Listeria*-surveillance leidt dit tot het regelmatig detecteren van links tussen voedselproducten en patiënten [14]. De NVWA kan hier vervolgens op acteren met gericht advies en waar nodig acties bij de betreffende productielocaties. De data hebben inzichtelijk gemaakt dat persistentie van stammen in productielocaties regelmatig voorkomt, maar dat deze stammen alsnog geëlimineerd kunnen worden. Er is eenzelfde database voor STEC. Hier is echter weinig overlap tussen de humane en niet-humane isolaten, waardoor er zelden aanwijzingen zijn voor een verband tussen besmette producten en zieken [15]. Mogelijke verklaringen variëren van nog onbekende bronnen van STEC, invloed van andere transmissieroutes zoals reizen en mens-op-menscontact en kortdurende besmettingen, tot problematiek rondom detectie en isolatie van STEC. Op Europees niveau worden jaarlijks de incidentiecijfers van voedselgerelateerde ziekteverwekkers verzameld. Daartoe zijn per ziekteverwekker gestandaardiseerde criteria opgesteld [16]. De wijze en uitvoering van surveillance worden echter bepaald door de individuele lidstaten, en zijn mede afhankelijk van de diagnostische mogelijkheden en de organisatie van de gezondheidszorg en volksgezondheid. Een vergelijking van het aantal laboratoriumbevestigde

gevallen per 100.000 inwoners in Nederland met die in België, Denemarken, Duitsland en Frankrijk laat hogere incidenties voor campylobacteriose en listeriose zien in de ons omliggende landen in de afgelopen jaren (2022-2024) [17]. Salmonellose komt in Duitsland in ongeveer dezelfde mate voor als in Nederland, terwijl de incidenties in België, Denemarken en Frankrijk opnieuw hoger liggen. Het aantal STEC-infecties lag hoger in België, Denemarken en Duitsland in 2024, maar was lager in België (2023 en 2022) en Duitsland (2022) ten opzichte van de incidenties in Nederland in deze jaren. Dat is opvallend aangezien het aantal STEC-infecties in Nederland in de afgelopen jaren alleen maar gestegen is. In Europa als geheel is ook een stijging in de incidentie van STEC-Infecties te zien in de jaren na de coronapandemie [17].

Een deel van de stijging in STEC-infecties in Europa is te verklaren door de overstap van traditionele kweek naar moleculaire methoden [17]. In Nederland is PCR echter al de standaardmethode bij de diagnostiek voor STEC, en dit kan de recente stijging dus niet verklaren. Door het lage percentage van ongeveer 30 procent van de cases binnen de STEC-surveillance waarvoor een isolaat beschikbaar is voor sequencing, is het extra lastig om clusters te detecteren, bronnen te vinden en trends te zien. Door het dalende aantal MML's dat STEC kweekt na een positieve PCR, is het sinds 2023 ook mogelijk om STEC-positieve feces in te sturen naar het RIVM, waar de kweekstap voor sequencing wordt uitgevoerd.

Niet alle infectieziekten worden gemonitord via surveillancesystemen. Daardoor is er bijvoorbeeld weinig informatie beschikbaar over het voorkomen van de toxine-producerende bacteriën *B. cereus*, *C. perfringens* en *S. aureus*. Bijbehorende ziektebeelden worden gekenmerkt door acute, maar kortdurende symptomen en zijn zelflimiterend. Als gevolg daarvan wordt zelden een arts geraadpleegd en is de kans dat diagnostiek wordt aangevraagd navenant lager. Dergelijke ziekteverwekkers zijn daarmee lastig via surveillance te volgen. Een andere categorie waarvoor weinig tot geen surveillance bestaat, zijn de parasieten waaronder *T. gondii*, *Giardia* spp. en *Cryptosporidium* spp. Lange tijd was er weinig aandacht voor parasitaire voedselgerelateerde ziekteverwekkers. Recent is er een onderzoek gestart om retrospectief te kijken naar de incidentie van een aantal parasieten in Nederland, waaronder de drie bovengenoemde. Voordat een

nieuwe surveillance wordt opgezet, moet echter eerst uitgezocht worden of de baten (onder andere handelingsperspectief, voorkómen van ziekten, detectie van uitbraken, monitoring van ernstige ziekte) opwegen tegen de lasten (tijd, geld, beschikbare middelen en personeel).

Dankbetuiging

De data gepresenteerd in dit artikel worden voornamelijk verkregen door analyse van surveillance-data waaraan vele organisaties, laboratoria en individuen een bijdrage hebben geleverd. De auteurs willen daarom de medisch-microbiologische laboratoria (MML's) die participeren in nationale surveillanceactiviteiten voor entero-intestinale infecties bedanken voor hun medewerking, evenals artsen en GGD'en die informatie verzamelen in het kader van de meldplicht.

Referenties

1. Chlebicz A, Slizewska K. Campylobacteriosis, Salmonellosis, Yersiniosis, and Listeriosis as Zoonotic Foodborne Diseases: A Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(5). doi:10.3390/ijerph15050863.
2. Kirk MD, Pires SM, Black RE, et al. World Health Organization Estimates of the Global and Regional Disease Burden of 22 Foodborne Bacterial, Protozoal, and Viral Diseases, 2010: A Data Synthesis. *PLoS Med*. 2015;12(12):e1001921. doi:10.1371/journal.pmed.1001921.
3. Newell DG, Koopmans M, Verhoef L, et al. Food-borne diseases - The challenges of 20 years ago still persist while new ones continue to emerge. *Int J Food Microbiol*. 2010;139(Suppl. 1):S3-S15. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2010.01.021.
4. Lund BM. Microbiological Food Safety for Vulnerable People. *Int J Environ Res Public Health*. 2015;12(8):10117-32. doi:10.3390/ijerph120810117.
5. Havelaar AH, Haagsma JA, Mangen MJ, et al. Disease burden of foodborne pathogens in the Netherlands, 2009. *Int J Food Microbiol*. 2012;156(3):231-8. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2012.03.029.
6. Friesema I, Beninca E, Pijnacker R, et al. Voedselgerelateerde en overige enterale infecties in Nederland. Jaarrapportage 2024. Bilthoven: RIVM 2025. Rapportnummer: 2025-0098. doi:10.21945/RIVM-2025-0098.
7. Mangen MJ, Bouwknegt M, Friesema IH, et al. Cost-of-illness and disease burden of food-related pathogens in the Netherlands, 2011. *Int J Food Microbiol*. 2015;196:84-93. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2014.11.022.
8. Altorf-van der Kuil W, Schoffelen AF, de Greeff SC, et al. National laboratory-based surveillance system for antimicrobial resistance: a successful tool to support the control of antimicrobial resistance in the Netherlands. *Euro Surveill*. 2017;22(46). doi:10.2807/1560-7917.ES.2017.22.46.17-00062.
9. Havelaar AH, Galindo AV, Kurowicka D, Cooke RM. Attribution of foodborne pathogens using structured expert elicitation. *Foodborne Pathog Dis*. 2008;5(5):649-59. doi:10.1089/fpd.2008.0115.
10. Wijnen LJ, Nane GF, Beninca E, et al. Source attribution of foodborne pathogens in the Netherlands using structured expert

elicitation. *Int J Food Microbiol*. 2026;454:111735. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2026.111735.

11. Pijnacker R, Mughini-Gras L, Verhoef L, van den Beld M, Franz E, Friesema I. Impact of non-pharmaceutical interventions during the COVID-19 pandemic on pathogens transmitted via food in the Netherlands. *Epidemiol Infect*. 2024;152:e130. doi:10.1017/S0950268824000815.

12. Friesema IH, Sonder GJ, Petrignani MW, et al. Spillover of a hepatitis A outbreak among men who have sex with men (MSM) to the general population, the Netherlands, 2017. *Euro Surveill*. 2018;23(23):pii=1800265. doi:10.2807/1560-7917.ES.2018.23.23.1800265.

13. Adriaansens DL, van den Berg OE, Lanzl MI, et al. The role of contaminated eggshells used in poultry feed in a diffuse nationwide outbreak of *Salmonella* Enteritidis, the Netherlands, 2023 to 2025. *Euro*

Surveill. 2026;31(9). doi:10.2807/1560-7917.ES.2026.31.9.2500603.

14. Friesema IHM, Verbart CC, van der Voort M, et al. Combining whole genome sequencing data from human and non-human sources: tackling *Listeria monocytogenes* outbreaks. *Microorganisms*. 2023;11(11). doi:10.3390/microorganisms11112617.

15. Friesema IH, van der Voort M, Wit B, et al. Cross-sectoral genomic surveillance reveals a lack of insight in sources of human infections with Shiga toxin-producing *Escherichia coli*, the Netherlands, 2017 to 2023. *Euro Surveill*. 2024;29(49). doi:10.2807/1560-7917.ES.2024.29.49.2400264.

16. ECDC. EU case definitions 2025 [cited 22 april 2026]. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/all-topics/eu-case-definitions>.

17. EFSA, ECDC. The European Union One Health 2024 Zoonoses Report. *EFSA Journal*. 2025;23:e9759. doi:10.2903/j.efsa.2025.9759.