

COMMISSION DU CODEX ALIMENTARIUS

F



Organisation des Nations Unies
pour l'alimentation
et l'agriculture



Organisation
mondiale de la Santé

Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italie - Tél: (+39) 06 57051 - Courrier électronique: codex@fao.org - www.codexalimentarius.org

Point 8 de l'ordre du jour

CX/FH 22/53/8
Septembre 2022

PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES

COMITÉ DU CODEX SUR L'HYGIÈNE ALIMENTAIRE

Cinquante-troisième session

San Diego, États-Unis d'Amérique

29 novembre – 2 décembre 2022 et 8 décembre 2022

DOCUMENT DE TRAVAIL SUR LA RÉVISION DES DIRECTIVES SUR L'APPLICATION DES PRINCIPES GÉNÉRAUX D'HYGIÈNE ALIMENTAIRE À LA MAÎTRISE DES VIRUS DANS LES ALIMENTS (CXG 79-2012)

(Préparé par le Canada et les Pays-Bas)

Les membres et observateurs du Codex qui souhaitent formuler des observations au sujet du présent document de travail sont invités à le faire conformément aux recommandations établies dans la lettre circulaire CL 2022/50/OCS-FH disponible dans la rubrique Lettres circulaires 2022 sur le site Internet du Codex

INTRODUCTION

1. Lors de la cinquante et unième session du Comité du Codex sur l'hygiène alimentaire (CCFH)¹, le plan de travail prospectif du CCFH a été révisé de manière à inclure les *Directives sur l'application des principes généraux d'hygiène alimentaire à la maîtrise des virus dans les aliments* (CXG 79-2012) (ci-après dénommées « les Directives ») en vue d'une éventuelle révision compte tenu des nouvelles informations disponibles sur les norovirus (NoV). Le Canada, avec le soutien des Pays-Bas, a proposé de préparer un document de travail sur l'éventuelle révision des Directives, qui serait soumis pour examen par le Comité. En raison de la tenue virtuelle de la cinquante-deuxième session du CCFH, un ordre du jour abrégé avait alors été suggéré. Il a été décidé que les propositions de nouveaux travaux, y compris les documents de travail, seraient examinées lors de la cinquante-troisième session du CCFH.

GÉNÉRALITÉS

2. La principale raison d'être de ces Directives est de fournir une orientation sur la façon de prévenir ou de minimiser la présence de virus entériques humains, et plus précisément les norovirus (NoV) et le virus de l'hépatite A (VHA), dans les aliments. Ces Directives s'appliquent à tous les aliments (et plus particulièrement aux aliments prêts à consommer) de la production primaire à la consommation, et sont nécessaires pour maîtriser les virus entériques humains.

3. Les présentes Directives comportent également une *Annexe sur la maîtrise du virus de l'hépatite A (VHA) et les norovirus (NoV) chez les mollusques bivalves* (Annexe I) et une *Annexe sur la maîtrise du virus de l'hépatite A (VHA) et des norovirus (NoV) dans les produits frais* (Annexe II). Ces annexes comprennent des recommandations additionnelles permettant de maîtriser les virus cités dans certains produits.

¹ REP20/FH, paragraphe 118

4. Lors de la réunion d'experts de la FAO/OMS sur les virus dans les aliments² en 2008, il a été déterminé que les virus les plus préoccupants du point de vue de la sécurité sanitaire des aliments étaient les NoV et le VHA, d'après le taux d'incidence observé des maladies d'origine alimentaires, de la gravité des maladies, y compris la mortalité, et du potentiel de transmission de ces virus par voie alimentaire. Les produits alimentaires les plus préoccupants pour la santé publique sont les aliments préparés (prêts à consommer), les mollusques bivalves et les produits frais.

INFORMATIONS SUSCEPTIBLES DE NÉCESSITER LA RÉVISION DES DIRECTIVES

Champ d'application

5. *Virus* : D'après l'examen préliminaire des données compilées par l'Agence de la santé publique du Canada entre 2008 et 2020, les NoV et le VHA représentent toujours les virus les plus préoccupants sur le plan de la sécurité sanitaire des aliments. Par ailleurs, les cas d'hépatite E ont augmenté dans certains pays, et plusieurs études ont identifié certains produits alimentaires comme vecteurs de transmission (Di Cola *et al.*, 2021). En Europe, la transmission du virus de l'hépatite E (VHE) par voie alimentaire semble la principale voie de transmission, et les cas d'hépatite E sont en augmentation (EFSA, 2017). Les épidémies de VHE d'origine alimentaire sont le plus souvent liées à une sous-cuisson du foie de porc et aux produits contenant du foie de porc (Di Cola *et al.*, 2021 ; PAIFOD, 2020). Alors que les génotypes 1 et 2 du VHE (VHE-1 et VHE-2) sont transmis par le biais d'eau contaminée dans les pays à revenu faible et intermédiaire, le génotype 3 (VHE-3) et, dans certains pays, le génotype 4 (VHE-4) sont transmis par voie zoonotique ou alimentaire, et sont plus fréquents dans les pays à revenu élevé. Le porc et les produits contenant du porc peuvent être contaminés par deux voies : (i) une contamination intrinsèque due à l'infection systémique d'un porc par le VHE-3 ou (ii) une contamination extrinsèque par le VHE-3, due à une contamination croisée avec des fèces, de la bile ou du sang (Bouwknegt *et al.*, 2013). Étant donné que les sources de contamination des virus d'origine zoonotique et alimentaire, comme le VHE-3 et le VHE-4, diffèrent de celles du VHA et des NoV, des directives sur les mesures de prévention et d'intervention spécifiques au VHE-3 et au VHE-4 pourraient être requises.

6. *Produits* : Un examen préliminaire des données publiques sur les épidémies mondiales d'origine alimentaire entre 2008 et 2020 a indiqué que les aliments préparés (prêts à consommer), les mollusques bivalves et les produits frais restaient des produits alimentaires préoccupants sur le plan de la santé publique (PAIFOD, 2020). En outre, au cours de la dernière décennie, les fruits surgelés ont été un vecteur important de maladies d'origine alimentaire, principalement attribuées aux infections par le VHA et les NoV (Nasheri *et al.*, 2019 ; Di Cola *et al.*, 2021). Par rapport aux produits frais, les produits surgelés constituent un risque de santé publique supplémentaire, car leur longue durée de conservation (deux ans) favorise une exposition temporelle prolongée (Ruscher *et al.*, 2020 ; Bernard *et al.*, 2014). De plus, comme les produits surgelés peuvent être distribués sur de vastes zones géographiques, l'exposition au virus est potentiellement plus étendue d'un point de vue géographique. Des expositions temporelles et géographiques éparées peuvent entraîner des épidémies larges et diffuses qui sont difficiles à retracer en amont. Par conséquent, des produits alimentaires supplémentaires devraient peut-être apparaître dans les Directives.

7. D'après ces informations préliminaires, un examen plus approfondi des virus d'origine alimentaire et des produits alimentaires pertinents qui s'avèrent les plus préoccupants sur le plan de la santé publique permettrait de déterminer si l'ajout de nouvelles orientations serait bénéfique aux Directives.

Procédés et désinfection

8. Un examen des preuves scientifiques sur l'efficacité des interventions dans la filière alimentaire permettrait de déterminer l'éventuel intérêt de l'inclusion de nouvelles informations dans les Directives, comme des informations sur les systèmes de maîtrise spécifiques aux procédés (par exemple, recommandations de délais et de températures pour le traitement thermique), les procédés de maîtrise des virus d'origine alimentaire (par exemple, traitement à haute pression et plasma froid), les recommandations de désinfection des surfaces, et les avancées en matière de désinfection des mains et d'hygiène des préparateurs (Ezzatpanah *et al.*, 2022a ; Ezzatpanah *et al.*, 2022b).

² FAO/OMS [Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture/Organisation mondiale de la Santé]. 2008. Viruses in Food: Scientific advice to support risk management activities: meeting report. Série Évaluation des Risques Microbiologiques. N° 13.

Tests de dépistage des virus d'origine alimentaire dans les aliments

9. La section d'introduction des Directives aborde brièvement les tests de dépistage des virus alimentaires dans les aliments :

« La preuve de contamination virale repose principalement sur la détection de l'ARN/ADN viral, car de nombreux virus d'origine alimentaire ne peuvent être cultivés avec fiabilité in vitro. Des méthodes de réaction en chaîne par polymérase en temps réel (RT-PCR en temps réel) quantitatives et semi-quantitatives ont été mises au point pour différentes combinaisons d'aliments/virus. Ces méthodes sont sensibles et spécifiques. La détection de l'ARN/ADN viral ne fait aucune distinction entre les particules virales infectieuses et non infectieuses, de sorte que les résultats des tests varient en fonction du produit alimentaire, de la répartition du virus dans la matrice alimentaire et de la présence d'inhibiteurs de PCR. Surtout, un degré d'incertitude existe dans la corrélation entre les limites inférieures de détection et la salubrité de l'aliment. Les technologies moléculaires doivent être entièrement validées, et leur utilisation prévue ainsi que l'interprétation des résultats doivent être clairement définies. Idéalement, le laboratoire d'analyse doit être accrédité et être membre d'un réseau de compétence. »

10. Depuis la réunion d'experts de la FAO/WHO en 2008, de nouvelles méthodes de détection et de quantification des virus entériques (VHA et NoV) ont été élaborées et validées dans le cadre d'études interlaboratoires. Plusieurs méthodes validées permettent de détecter le génome viral dans certains produits alimentaires (par exemple, les huîtres, les moules, les framboises et la laitue), y compris la méthode technique en deux parties pour la détection (ISO 15216-2:2019) et la quantification (ISO 15216-1: 2017) du VHA et des NoV dans les matrices alimentaires. Toutefois, cette méthode ne s'applique pas à l'infectiosité virale et ne fournit pas la résolution requise pour étudier les épidémies virales d'origine alimentaire ou l'attribution des sources.

11. D'autres avancées techniques ont été observées : des méthodes intégrées qui emploient la détection RT-PCR de l'ARN viral et les cultures cellulaires afin de prouver l'infectiosité du VHA (Jiang *et al.*, 2004) ; des méthodes employant des colorants intercalants afin de distinguer les génomes des virus infectieux et ceux des virus ayant subi un traitement thermique (Fraisse *et al.*, 2018 ; Randazzo *et al.*, 2018) ; et des méthodes utilisant des billes pour isoler les particules virales intactes des aliments (Suresh *et al.*, 2019 ; Naseri *et al.*, 2020). Ces méthodes ne conviennent pas à un dépistage de routine, mais elles peuvent être utilisées pour évaluer l'infectiosité potentielle d'un virus récupéré dans les aliments. D'après les études menées, la technologie PCR numérique est efficace pour quantifier directement les virus et pourrait servir à réduire les effets des inhibiteurs PCR sur la détection virale (Fraisse *et al.*, 2017 ; Martin-Latil *et al.*, 2016).

12. Enfin, depuis 2012, des groupes de recherche ont développé avec succès des systèmes de culture in vitro pour certaines souches de NoV (Jones *et al.*, 2015 ; Ettayebi *et al.*, 2016 ; Bhar et Jones, 2019 ; Estes *et al.*, 2019 ; Ettayebi *et al.*, 2021). Des études ont démontré qu'il était possible de cultiver des NoV à partir d'organoïdes intestinaux humains dérivés de cellules souches ou encore de lymphocytes B, ce qui permettrait d'évaluer l'infectiosité des NoV sans extrapoler à partir d'expériences impliquant des virus de substitution. Néanmoins, ces systèmes de culture de NoV in vitro posent encore de nombreux problèmes.

13. Compte tenu de ces informations, un examen des méthodes d'analyse des virus entériques pertinents dans les produits alimentaires pourrait s'avérer utile.

Maîtrise du VHA et des NoV chez les mollusques bivalves

14. Comme indiqué dans l'annexe I des Directives, le principal danger connu au stade de la production des mollusques bivalves est la contamination microbiologique des eaux dans lesquelles ces mollusques se développent. Il importe de veiller à la qualité de l'eau de mer dans les zones de production afin d'empêcher ou de minimiser la contamination virale des zones de culture des mollusques bivalves. Une enquête sanitaire des zones de culture devrait être effectuée avant le début des activités de culture et/ou de récolte afin de fournir des informations sur la qualité de l'eau dans les zones de cultures. Les données microbiologiques existantes concernant la qualité de l'eau ou le suivi des mollusques et crustacés prélevés dans la même zone ou dans les zones voisines représentent l'un des facteurs à prendre en considération lors de l'enquête sanitaire.

15. Les Directives indiquent que le niveau de contamination fécale peut donner un indice de la présence possible de virus entériques humains. En règle générale, *Escherichia coli* et les coliformes fécaux sont utilisés comme indicateurs d'une contamination fécale dans l'eau. Cependant, des études montrent qu'il n'existe pas de corrélation claire entre la survenue de virus entériques humains, y compris de NoV, et les indicateurs traditionnels, tels que le nombre total de coliformes, les coliformes fécaux ou *E. coli* (Baggi *et al.*, 2001 ; Ottoson *et al.*, 2006).

16. Des études ont porté sur l'utilisation des bactériophages en tant qu'indicateurs de présence de virus entériques humains. Par exemple, des coliphages F-spécifiques ont été suggérés pour éventuellement se substituer aux NoV (Lasobras *et al.*, 1999 ; Simpson *et al.*, 2003 ; McMinn *et al.*, 2017). Depuis la publication des Directives en 2012, une méta-analyse de la diminution des concentrations de NoV et de coliphages F-spécifiques dans les stations d'épuration a mis au jour une corrélation importante entre les concentrations moyennes dans les influents de NoV de génotype II et de coliphages F-spécifiques dans une seule et même station d'épuration (Pouillot *et al.*, 2015). Cette méta-analyse a aussi montré une corrélation très importante dans les stations d'épuration entre la diminution moyenne de \log_{10} dans les NoV de génotype II et la diminution moyenne de \log_{10} dans les coliphages F-spécifiques. En outre, les résultats d'une récente évaluation quantitative des risques liés aux maladies dues aux NoV par suite de la consommation d'huîtres crues aux États-Unis d'Amérique et au Canada soutiennent l'utilisation potentielle de coliphages F-spécifiques en tant que substituts pour satisfaire les objectifs de surveillance et de performances liés à la contamination des huîtres par les NoV (Pouillot *et al.*, 2022). D'autres résultats publiés indiquent que le suivi des coliphages dans l'eau pourrait être utile pour empêcher la contamination des mollusques et crustacés par les NoV (Cho *et al.*, 2018). Hodgson *et al.* (2017) ont également publié une étude sur les bactériophages en tant qu'indicateurs viraux entériques pour la gestion des mollusques bivalves, qui s'intéresse aux justifications et aux preuves en faveur de l'utilisation des bactériophages en tant qu'indicateurs de contamination des mollusques et crustacés par des virus entériques humains dans diverses conditions. Par ailleurs, le virus de la marbrure légère du piment, un virus à ARN simple brin sans enveloppe, peut servir d'indicateur de contamination fécale humaine dans les environnements aquatiques et les systèmes de traitement de l'eau (Kitajima *et al.*, 2018 ; Jafferli *et al.*, 2021).

17. En outre, des modèles d'évaluation des risques ont été élaborés depuis la publication des Directives, ce qui inclut des modèles de risques quantitatifs élaborés dans le cadre de l'évaluation conjointe du Canada et des États-Unis d'Amérique sur les risques des norovirus dans les mollusques bivalves (Pouillot *et al.*, 2022). Cette évaluation des risques visait à illustrer la manière dont les facteurs influents, comme les paramètres environnementaux et les types de stations d'épuration, interagissaient, et à caractériser l'ampleur relative de l'impact de chaque paramètre sur le risque d'infection par les NoV qui avait été prédit. Les prédictions régionales et saisonnières du modèle apportent aux gestionnaires des risques une meilleure caractérisation du risque et des éléments contribuant au risque potentiel d'infection par les NoV.

18. D'autre part, depuis la publication des Directives, la FAO a publié un document intitulé *Technical Guidance for the development of the growing area aspects of Bivalve Mollusc Sanitation Programmes* (2018). Ces orientations techniques ont pour but de simplifier la mise en œuvre de la *Norme du Codex pour les mollusques bivalves vivants et crus* (CXS 292-2008), mais aussi du *Code d'usages du Codex pour les poissons et les produits de la pêche*.

19. D'après ces informations préliminaires, un examen des preuves scientifiques sur l'utilité potentielle des indicateurs viraux ou d'autres indicateurs de contamination pourrait s'avérer pertinent. En outre, un examen des différents modèles d'évaluation des risques en vue d'établir des modèles plus facilement applicables pour élargir leur utilisation au sein des pays membres, ce qui inclut un calculateur simplifié des risques, pourrait être étudié.

Maîtrise du VHA et des NoV dans les produits frais

20. Comme indiqué dans l'annexe II des Directives, les produits frais peuvent être contaminés par des virus en raison d'une eau contaminée ou par le biais de préparateurs infectés. Si les produits frais contaminés par un virus sont ensuite réfrigérés pour être vendus en tant que produits surgelés, cela peut entraîner des épidémies éparses sur le plan géographique et temporel. Les présentes Directives ne fournissent aucun critère spécifique sur la qualité d'eau requise. Une approche basée sur le risque et une évaluation de l'adaptation de l'eau aux fins prévues pourraient être mises en place pour plus de clarté (FAO et OMS, 2019). Par conséquent, les travaux actuels du CCFH sur le projet de *Directives de sécurité sanitaire pour l'utilisation et le recyclage de l'eau dans la production des aliments* ainsi que les rapports des JEMRA sur la prévention et la maîtrise des dangers microbiologiques dans les fruits et légumes frais (parties 1, 2, 3 et 4) devraient être pris en compte pour la mise à jour des Directives sur la maîtrise des virus.

RECOMMANDATION

21. Le CCFH est invité à examiner les informations susmentionnées et à déterminer si des informations complémentaires sur un ou plusieurs des éléments cités ci-après sont requises auprès des JEMRA, dans le but de définir l'éventuelle nécessité de nouveaux travaux sur la révision des Directives :

- examen actualisé des virus d'origine alimentaire et des produits alimentaires pertinents qui s'avèrent les plus préoccupants sur le plan de la santé publique ;

- examen des preuves scientifiques sur les mesures de prévention et d'intervention ainsi que l'efficacité des interventions dans la filière alimentaire ;
- examen des méthodes d'analyse des virus entériques pertinents dans les produits alimentaires ;
- examen des preuves scientifiques sur l'utilité potentielle des indicateurs viraux ou d'autres indicateurs de contamination ; et
- examen des différents modèles d'évaluation des risques en vue d'établir des modèles plus facilement applicables pour élargir leur utilisation au sein des pays membres, ce qui inclut un calculateur simplifié des risques.

RÉFÉRENCES

- Baggi F, Demarta A, Peduzzi R. 2001. Persistence of viral pathogens and bacteriophages during sewage treatment: lack of correlation with indicator bacteria. *Res Microbiol.* 152(8):743–751.
- Bernard H, Faber M, Wilking H, Haller S, Höhle M, Schielke A, Ducomble T, Siffczyk C, Merbecks SS, Fricke G, Hamouda O, Stark K, Werber D, Outbreak Investigation Team. 2014. Large multistate outbreak of norovirus gastroenteritis associated with frozen strawberries, Germany, 2012. *Euro Surveillance.* 19(8):20719.
- Bhar S, Jones MK. 2019. In Vitro Replication of Human Norovirus. *Viruses.* 11(6):547.
- Bouwknegt M, Verhaelen K, de Roda Husman AM, Rutjes SA. 2013. Quantitative risk profile for viruses in foods. RIVM Report 330371008/2013. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/330371008.pdf>.
- Cho K, Lee C, Park S, Kim JH, Choi YS, Kim MS, Koo ES, Yoon HJ, Kang JH, Jeong YS, Choi JD, Ko G. 2018. Use of coliphages to investigate norovirus contamination in a shellfish growing area in Republic of Korea. *Environ Sci Pollut Res Int.* 25(30):30044-30055.
- Di Cola G, Fantilli AC, Pisano MB, Ré VE. 2021. Foodborne transmission of hepatitis A and hepatitis E viruses: A literature review. *Int J Food Microbiol.* 338:108986.
- EFSA (European Food and Safety Authority) Panel on Biological Hazards (BIOHAZ), Ricci A, Allende A, Bolton D, Chemaly M, Davies R, Fernandez Escamez PS, Herman L, Koutsoumanis K, Lindqvist R, Nørrung B, Robertson L, Ru G, Sanaa M, Simmons M, Skandamis P, Snary E, Speybroeck N, Ter Kuile B, Threlfall J, Wahlström H, Di Bartolo I, Johne R, Pavio N, Rutjes S, van der Poel W, Vasickova P, Hempen M, Messens W, Rizzi V, Latronico F and Girones R. 2017. Scientific Opinion on the public health risks associated with hepatitis E virus (HEV) as a food-borne pathogen. *EFSA J.* 15(7):e04886.
- Estes MK, Ettayebi K, Tenge VR, Murakami K, Karandikar U, Lin SC, Ayyar BV, Cortes-Penfield NW, Haga K, Neill FH, Opekun AR, Broughman JR, Zeng XL, Blutt SE, Crawford SE, Ramani S, Graham DY, Atmar RL. 2019. Human Norovirus Cultivation in Nontransformed Stem Cell-Derived Human Intestinal Enteroid Cultures: Success and Challenges. *Viruses.* 11(7):638.
- Ettayebi K, Crawford SE, Murakami K, Broughman JR, Karandikar U, Tenge VR, Neill FH, Blutt SE, Zeng XL, Qu L, Kou B, Opekun AR, Burrin D, Graham DY, Ramani S, Atmar RL, Estes MK. 2016. Replication of human noroviruses in stem cell-derived human enteroids. *Science.* 353(6306):1387-1393.
- Ettayebi K, Tenge VR, Cortes-Penfield NW, Crawford SE, Neill FH, Zeng XL, Yu X, Ayyar BV, Burrin D, Ramani S, Atmar RL, Estes MK. 2021. New Insights and Enhanced Human Norovirus Cultivation in Human Intestinal Enteroids. *mSphere.* 6(1):e01136-20.
- Ezzatpanah H, Gómez-López VM, Koutchma T, Lavafpour F, Moerman F, Mohammadi M, Raheem D. 2022. Risks and new challenges in the food chain: Viral contamination and decontamination from a global perspective, guidelines, and cleaning. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 21(2):868-903.
- Ezzatpanah H, Gómez-López VM, Koutchma T, Lavafpour F, Moerman F, Mohammadi M, Raheem D. 2022. New food safety challenges of viral contamination from a global perspective: Conventional, emerging, and novel methods of viral control. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 21(2):904-941.
- FAO and WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations/ World Health Organization). 2018. Technical guidance for the development of the growing area aspects of bivalve mollusc sanitation programmes. Food Safety and Quality Series no. 5. Rome 292 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

- FAO and WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations/ World Health Organization). 2019. Safety and Quality of Water Used in Food Production and Processing – Meeting report. Microbiological Risk Assessment Series no. 33. Rome.
- FAO and WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations/ World Health Organization). 2020. Code of Practice for Fish and Fishery Products. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb0658en>.
- Fraisse A, Coudray-Meunier C, Martin-Latil S, Hennechart-Collette C, Delannoy S, Fach P, Perelle S. 2017. Digital RT-PCR method for hepatitis A virus and norovirus quantification in soft berries. *Int J Food Microbiol.* 243:36–45.
- Fraisse A, Niveau F, Hennechart-Collette C, Coudray-Meunier C, Martin-Latil S, Perelle S. 2018. Discrimination of infectious and heat-treated norovirus by combining platinum compounds and real-time RT-PCR. *Int J Food Microbiol.* 269:64-74.
- Hodgson KR, Torok VA, Turnbull AR. 2017. Bacteriophages as enteric viral indicators in bivalve mollusc management. *Food Microbiol.* 65:284-293.
- International Organization for Standardization. 2017. ISO 15216-1:2017 Microbiology of the food chain — Horizontal method for determination of hepatitis A virus and norovirus using real-time RT-PCR — Part 1: Method for quantification.
- International Organization for Standardization. 2019. ISO 15216-2:2019 Microbiology of the food chain — Horizontal method for determination of hepatitis A virus and norovirus using real-time RT-PCR — Part 2: Method for detection.
- Jafferli MH, Khatami K, Atasoy M, Birgersson M, Williams C, Cetecioglu Z. 2021. Benchmarking virus concentration methods for quantification of SARS-CoV-2 in raw wastewater. *Sci Total Environ.* 755(Pt 1):142939.
- Jiang YJ, Liao GY, Zhao W, Sun MB, Qian Y, Bian CX, De Jiang S. 2004. Detection of infectious hepatitis A virus by integrated cell culture/strand-specific reverse transcriptase-polymerase chain reaction. *J Appl Microbiol.* 97(5):1105–1112.
- Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. 2012. *Codex Alimentarius: Guidelines on the Application of General Principles of Food Hygiene to the Control of Viruses in Food (CAC/GL 79-2012)*. Rome: World Health Organization: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. 2008. *Codex Alimentarius: Standard for Live and Raw Bivalve Molluscs (CXS 292-2008)*. Rome: World Health Organization: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Jones MK, Grau KR, Costantini V, Kolawole AO, de Graaf M, Freiden P, Graves CL, Koopmans M, Wallet SM, Tibbetts SA, Schultz-Cherry S, Wobus CE, Vinjé J, Karst SM. 2015. Human norovirus culture in B cells. *Nat Protoc.* 10(12):1939-47.
- Kitajima M, Sassi HP, Torrey JR. 2018. Pepper mild mottle virus as a water quality indicator. *npj Clean Water.* 1, 19.
- Lasobras J, Dellunde J, Jofre J, Lucena F. 1999. Occurrence and levels of phages proposed as surrogate indicators of enteric viruses in different types of sludges. *J Appl Microbiol.* 86(4):723–729.
- Martin-Latil S, Hennechart-Collette C, Delannoy S, Guillier L, Fach P, Perelle S. 2016. Quantification of hepatitis E virus in naturally-contaminated pig liver products. *Front Microbiol.* 7:1183.
- McMinn BR, Ashbolt NJ, Korajkic A. 2017. Bacteriophages as indicators of faecal pollution and enteric virus removal. *Lett Appl Microbiol.* 65(1):11–26.
- Nasheri N, Vester A, Petronella N. 2019. Foodborne viral outbreaks associated with frozen produce. *Epidemiol Infect.* 147:e291.
- Nasheri N, Harlow J, Chen A, Corneau N, Bidawid S. 2020. Evaluation of Bead-Based Assays for the Isolation of Foodborne Viruses from Low-Moisture Foods. *J Food Prot.* 83(3):388-396.
- Ottoson J, Hansen A, Westrell T, Johansen K, Norder H, Stenstrom TA. 2006. Removal of noro- and enteroviruses, Giardia cysts, Cryptosporidium oocysts, and fecal indicators at four secondary wastewater treatment plants in Sweden. *Water Environ Res.* 78(8):828 –834.

- PAIFOD - Publically Available International Foodborne Outbreak database. 2020. Public Health Agency of Canada. Personal communication.
- Pouillot R, Smith M, Van Doren JM, Catford A, Holtzman J, Calci KR, Edwards R, Goblick G, Roberts C, Stobo J, White J, Woods J, DePaola A, Buenaventura E, Burkhardt W. 2022. Risk Assessment of Norovirus Illness from Consumption of Raw Oysters in the United States and in Canada. *Risk Anal.* 42(2):344-369.
- Pouillot R, Van Doren JM, Woods J, Plante D, Smith M, Goblick G, Roberts C, Locas A, Hajen W, Stobo J, White J, Holtzman J, Buenaventura E, Burkhardt W 3rd, Catford A, Edwards R, DePaola A, Calci KR. 2015. Meta-Analysis of the Reduction of Norovirus and Male-Specific Coliphage Concentrations in Wastewater Treatment Plants. *App Environ Microbiol.* 81(14):4669–4681.
- Randazzo W, Vasquez-García A, Aznar R, Sánchez G. 2018. Viability RT-qPCR to Distinguish Between HEV and HAV with Intact and Altered Capsids. *Front Microbiol.* 9:1973.
- Ruscher C, Faber M, Werber D, Stark K, Bitzegeio J, Michaelis K, Sagebiel D, Wenzel JJ, Enkelmann J. 2020. Resurgence of an international hepatitis A outbreak linked to imported frozen strawberries, Germany, 2018 to 2020. *Euro Surveill.* 25(37):1900670.
- Simpson D, Jacangelo J, Loughran P, McIlroy C. 2003. Investigation of potential surrogate organisms and public health risk in UV irradiated secondary effluent. *Water Sci Technol.* 47(9):37–43.
- Suresh M, Harlow J, Nasheri N. 2019. Evaluation of porcine gastric mucin assay for detection and quantification of human norovirus in fresh herbs and leafy vegetables. *Food Microbiol.* 84:103254.