

***Escherichia coli*, el serotip productori de toxina de Shiga (STEC). Mesures de control en la carn de boví**



Introducció

Aquest escrit es basa en el document publicat enguany per l'Organització de les Nacions Unides per a l'Agricultura i l'Alimentació (FAO) i l'Organització Mundial de la Salut (OMS). S'hi revisa la informació disponible sobre l'eficàcia de les mesures físiques, químiques i biològiques adreçades al control d'*Escherichia coli* durant la producció primària i el processament de la carn de vedella crua, la llet crua i els formatges de llet crua.

Val a dir que hi ha un marge d'incertesa sobre el grau d'efectivitat de les mesures que es proposen atès que, majorment, s'han aplicat en condicions de producció a petita escala, a banda de la variabilitat en l'excreció d'aquest serotip productori de toxina de Shiga (STEC) en els bovins i, per tant, de contaminació dels productes que s'obtenen.

Mesures de control en les explotacions ramaderes

L'aplicació de bones pràctiques de caràcter genèric redueix la presència d'STEC, però es desconeix en quina mesura. Entre aquestes accions hi ha: disposar d'instal·lacions que es puguin netejar, mantenir nets els jaços dels animals, assegurar una densitat baixa de bestiar, subministrar-los aigua potable, implementar la bioseguretat i gestionar correctament els fems. Aquestes accions disminueixen la contaminació per microorganismes via fecal-oral.

El maneig i les intervencions implementats a les granges poden reduir l'excreció i transmissió d'STEC dins d'un ramat. Aquestes reduccions poden desaparèixer per la barreja amb altres animals durant el transport:

- L'impacte d'estratègies nutricionals i de gestió dietètica en animals de carn i de producció lletera han tingut diferents graus d'eficàcia. Per exemple, els canvis ràpids de dieta —passar de dietes basades en quantitats elevades de gra a altres dietes amb nivells alts de fibra— evidencien resultats inconsistents, si bé és obvi que hi ha canvis en la flora intestinal atès que hi haurà canvis en la disponibilitat de metabòlits, en el PH, etc. L'ús de diferents tipus de gra també genera diferents graus de fermentació i metabòlits. En aquest sentit, el gra d'ordi fermenta més ràpid al rumen que no el blat de moro i s'ha comprovat que l'alimentació d'ordi augmenta l'excreció i supervivència d'STEC O157:H7 en comparació amb l'alimentació amb blat de moro. El fet d'aplicar dietes de midons, que tenen una fermentació més lenta com a intervenció específica per al control d'STEC, té un resultat mitjà. Això a banda, dins d'un mateix tipus de gra, si aquest es processa prèviament, també té efecte sobre la quantitat d'STEC excretat: el *cracking* (trencament del gra en fred) la fa disminuir. Una altra manera de subministrar grans amb menys midó és utilitzar els que provenen d'indústries de destil·lació o cerveseres, la qual cosa també té una eficàcia mitjana sobre el control d'STEC.

- L'ús d'additius en els pinsos per gestionar els nivells d'STEC, com són els probiòtics, les colicines, els bacteriòfags i el clorat de sodi, té efectes variables i no són recomanables. Algunes vacunes redueixen l'excreció fecal d'STEC O157:H7, però la seva eficàcia depèn del tipus de vacuna.
- El transport de bestiar a llarga distància augmenta l'excreció fecal i la contaminació creuada entre animals. No obstant això, l'associació entre animals nets i la reducció de la prevalença d'STEC a la canal no és clara.

Mesures de control dels escorxadors

L'aplicació de mesures de bones pràctiques d'higiene a l'escorxador, igual que per a altres microorganismes, també contribueixen a disminuir la contaminació de la carn per STEC. Aquestes mesures s'inicien per fer una gestió higiènica dels corrals.

Mesures preevisceració

Els tractaments per descontaminar la superfície dels animals a base de rentats, de depilació i l'aplicació de bacteriòfags, abans o després de l'atordiment, són poc efectius en relació amb *E. coli* STEC. No obstant això, cal insistir que els animals han d'entrar nets al sacrifici.

Les mesures preevisceració per evitar la contaminació de les canals amb material fecal, o eliminar el material fecal visible de les canals, són pràctiques higièniques que redueixen la contaminació bacteriana en general. L'habilitat del treballador, el manteniment de l'equip i evitar la contaminació creuada marcaran l'efectivitat d'aquesta pràctica.

La velocitat de la línia de processament no és un factor determinant, ja que tenen més transcendència qüestions com el tipus d'instal·lacions, l'habilitat dels treballadors i l'ús correcte de sistemes de descontaminació.

La transferència de material contaminat de la superfície cap a la canal es pot produir cada vegada que s'incideix en la pell o directament per les mans, els estris i equips utilitzats per estirar la pell. En el procés de sagnat, prevenir o minimitzar qualsevol contacte amb la canal esdevé fonamental. La desinfecció dels ganivets entre canal i canal en aigua a 82 °C almenys 30 segons, o una combinació equivalent, aconsegueix minimitzar la contaminació creuada. Per minimitzar la contaminació de manera més eficient, es poden utilitzar dos ganivets: un ganivet es pot mantenir en aigua calenta mentre l'altre s'utilitza.

A les consideracions del document de la FAO, i en el context d'una bona praxi, caldria afegir el concepte "mà neta - mà bruta" a l'hora de manipular les canals, i la necessitat que els ganivets per tallar el cuir siguin d'ús exclusiu per a aquesta acció.

L'ús d'extractors de pell cap avall són menys contaminants que els tiradors cap amunt: a mesura que s'elimina la pell, els microorganismes de la pell s'alliberen a l'aire formant part de gotes i partícules que poden sedimentar en les canals.

Durant la preevisceració i l'evisceració és important assegurar que el rumen i el tracte intestinal no es puncionin per evitar contaminar la canal. Així mateix s'ha de garantir que cada extrem del tracte gastrointestinal es tanca abans de l'evisceració, per evitar el vessament del seu contingut. El "bunging" i el "weasanding" són les dues pràctiques que s'utilitzen per segellar el recte i l'esòfag, respectivament, alhora que cal procurar que el teixit conjuntiu que uneix ambdues estructures a la canal s'ha incidit per alliberar-les. Aquesta manera de procedir sens dubte redueix la contaminació microbiana en general, però no queda clar fins a quin punt ens ajuda a reduir l'*E. coli* STEC.

acsa brief

Agència Catalana de Seguretat Alimentària

Gener – Febrer 2023

A banda d'aquestes consideracions, que recull el document de la FAO, cal tenir present diferents males praxis que es poden observar *in situ*, les quals condicionen de manera determinant els nivells de contaminació: en escorxadors, on la cadena no està automatitzada, el mal maneig dels ganxos per penjar els animals, l'espai entre animals amb el cuir i animals dels quals ja s'ha extret, empènyer una canal contra una altra en diferents estats de carnització, el mal ús que fan els treballadors dels guants, de manera que, indistintament, toquen animals amb o sense el cuir.

L'eliminació de la matèria fecal visible de la canal

En el document de la FAO en el qual es basa aquest escrit, s'hi exposa que s'ha utilitzat aigua freda o tèbia i rentats amb àcid orgànic per eliminar la contaminació visible de la canal. Per exemple, el rentat amb aigua calenta (74 °C), amb una pressió de 700 lb/in² durant 5,5 segons amb un 2% d'àcid làctic, redueix clarament la prevalença d'STEC.

Cal tenir present que la norma de la Unió Europea és molt restrictiva pel que fa a productes que podem aplicar sobre la canal per eliminar la contaminació fecal i minimitzar la contaminació microbiològica. En el punt 5 s'exposa quina és la situació actual sobre què podem aplicar i de quina manera.

Expurgar les parts de canals amb contaminació visible redueix la contaminació microbiològica. L'eficàcia d'aquesta intervenció depèn molt del nivell d'habilitat dels treballadors i del manteniment del material. L'expurgar pot contribuir a la redistribució de la contaminació a la canal o afavorir la contaminació creuada, a banda que, la pèrdua de greix, etc. afavoreix l'assecat de la canal i pot afectar l'estètica del producte.

La contaminació visible també es pot eliminar per aspiració de vapor. Es tracta d'un dispositiu de mà, que consta d'una vareta de buit amb un broquet de polvorització en calent, que desprèn aigua a 82-95 °C a pressió a la superfície de la canal mentre que, simultàniament, s'aspira per eliminar la matèria fecal. Aquest tractament redueix STEC O157:H7 a 2,8 – 5,5 log₁₀ CFU/cm² en carn de boví inoculada experimentalment. L'eficàcia de l'aspiració de vapor també depèn de la diligència i l'habilitat del treballador, el manteniment operatiu de l'equip i el temps i la temperatura d'aplicació. És un dels millors sistemes per disminuir la presència d'*E. coli* STEC.

La carn del cap i la galta habitualment presenta alts nivells de contaminació microbiològica a causa del rentat de contaminants cap avall sobre la canal o per mala praxi durant el processament o la refrigeració. El rentat del cap dels animals amb aigua o aigua tractada amb productes químics s'ha proposat com a tractament per reduir STEC. Els resultats evidencien que disminueix, però només són simulacions i no queda clar en quin grau disminuiria en realitat.

Accions sobre la canal un cop processada

- Rentat amb aigua calenta: es tracta de rentar la canal prèviament al refredament. La temperatura de l'aigua, la pressió, el volum d'aigua aplicada, i la distància de polvorització són els factors que faran aquesta acció més o menys efectiva. L'ús d'aigua a molt alta pressió també pot impulsar bacteris a l'interior de la canal en lloc d'eliminar-los. L'aplicació de l'aigua calenta a 82 °C és una mesura efectiva.
- Rentat amb vapor d'aigua: el vapor (100 °C) té una capacitat calorífica superior a l'aigua i penetra millor a la superfície de la carn de la canal per actuar sobre els microorganismes. A la superfície de la canal s'assoleix una temperatura de $\geq 82,2$ °C de 6 a 11 segons. El vapor pot provocar una decoloració de la canal, però el color es recupera després de 24 hores de refredament. Aquest mètode aconsegueix reduccions elevades de la concentració de coliformes (per sota del nivell detectable) a les canals abans de la refrigeració.

acsa brief

Agència Catalana de Seguretat Alimentària

Gener – Febrer 2023

- Es poden aplicar àcids orgànics (làctic, fòrmic, propiònic, cítric, fumàric, L-ascòrbic, acètic i mesclades) a les canals després de la inspecció, però abans de la refrigeració. S'utilitzen habitualment solucions d'àcids làctics o acètics (de l'1% al 3%). La reducció dels nivells d'*E. coli* a partir del tractament amb solucions al 2% d'àcids làctics, acètics i cítrics aplicades manualment o automàticament oscil·la entre 0,08 i 0,83 log₁₀ CFU/cm² depenent del tipus d'àcid, la temperatura i el mètode d'aplicació. En la majoria dels casos, l'aplicació automàtica aconseguix una reducció més gran que la manual. S'ha demostrat que els àcids orgànics són més efectius quan s'apliquen com una esbandida tèbia (50 °C - 55 °C).

Les canals tractades amb àcids orgànics sovint presenten una certa decoloració. Tanmateix, la decoloració es torna menys evident després de la refrigeració i pot ser menys evident si va precedida d'un rentat amb aigua calenta (90 °C) de la canal.

- Es poden aplicar agents que actuen com a biocides oxidatius (antimicrobians) en forma de rentat o aerosol a les canals. Per exemple, l'ozó és un gas soluble en aigua i un fort agent oxidant, tot i que s'ha de generar on s'aplica. L'aplicació d'un 0,5% d'aigua ozonitzada sobre el teixit de vedella redueix el recompte total de bacteris en 2,5 log₁₀ UFC/cm². Malgrat això, la reducció d'*STEC O157:H7* i *Salmonella Typhimurium* no és significativa. L'exposició potencial d'ozó als treballadors també planteja problemes de seguretat.

L'àcid peracètic o peroxiacètic es pot aplicar a les canals a raó d'unes 200 ppm. Aconseguix reduir els nivells d'*STEC O157:H7* entre 0,7 log₁₀ CFU/cm² i 1,4 log₁₀ CFU/cm². L'ús dels àcids peracètics és habitual, sols o en combinació amb altres agents.

El clorit de sodi acidificat (ASC) es pot utilitzar en concentracions entre 500 i 1.200 ppm com a rentat/esprai sobre les canals. No obstant això, els resultats obtinguts són fins i tot contradictoris.

Què podem aplicar a les canals de boví a la Unió Europea? Com s'ha de fer?

El Reglament (UE) núm. 853/2004 estableix normes específiques en matèria d'higiene dels aliments d'origen animal destinades als operadors d'empreses alimentàries. Assenyala que qualsevol contaminació fecal visible s'ha d'eliminar sense demora mitjançant retalls o mitjans alternatius que tinguin un efecte equivalent. D'acord amb aquest Reglament, per eliminar la contaminació microbiològica de la superfície dels productes d'origen animal només es pot utilitzar aigua potable. No obstant això, l'aplicació de l'aigua potable, malgrat que sigui calenta, quan es tracti de contaminació fecal visible no sempre tindrà un efecte equivalent a fer un retall, qüestió que caldrà valorar en cada situació.

Posteriorment, el Reglament (UE) núm. 2015/1474 va autoritzar l'ús d'aigua calenta reciclada per eliminar la contaminació microbiològica de superfície de les canals. Aquesta aigua reciclada haurà estat sotmesa a un tractament de temps/temperatura i, si escau, de filtratge que la faci que s'ajusti als criteris microbiològics i químics de l'aigua potable. Aquest procés estarà inclòs en el sistema d'autocontrol APPCC (anàlisi de perills i punts de control crític) de l'escorxador. L'aigua calenta reciclada només es pot aplicar a canals senceres o mitges canals d'ungulats domèstics i caça de cria, en condicions controlades i verificades. No es pot aplicar a canals que presentin contaminació fecal visible. I sempre s'ha d'aplicar abans que les canals es refredin.

L'única substància diferent de l'aigua potable o l'aigua calenta reciclada que accepta la UE per reduir la contaminació microbiològica superficial de les canals és l'àcid làctic, i només es pot aplicar a les canals de boví (canals, mitges canals i quarts de canal) als escorxadors. En el Reglament (UE) núm. 101/2013 s'estableix com cal utilitzar-lo: mitjançant polvorització o nebulització, en concentracions compreses entre el 2% i el 5% d'àcid làctic en aigua potable, a temperatures no superiors a 55 °C. No es podrà aplicar en canals que presentin contaminació fecal visible, i la seva preparació i aplicació estarà compresa dins del sistema d'autocontrol APPCC de l'escorxador.

En l'informe de la FAO que ens ocupa, s'exposa la utilització d'aigua ozonitzada per reduir la contaminació microbiològica. L'ús de l'ozó com a element per desinfectar l'aigua potable és permès a la UE, però en cap cas no es pot aplicar directament sobre una canal o un aliment –Reglament (UE) núm. 528/2012.

Refrigeració de la canal

Els processos bioquímics i els canvis estructurals que es produeixen a la carn durant les primeres 24 hores post mortem són crítiques per determinar la qualitat i la palatabilitat del producte. Es pretén refredar la carn amb rapidesa però, alhora, evitar que s'endureixi. Es considera que per al control bacterià el límit crític és aconseguir ≤ 4 °C de temperatura en la superfície de la canal en 24 hores, valor aquest que constitueix un punt crític de control en el sistema APPCC. Es pot considerar que la reducció que s'aconsegueix amb la refrigeració d'aire convencional pot ser un artefacte ja que, si s'incrementa de nou la temperatura, les poblacions bacterianes es recuperen.

La refrigeració amb el sistema d'aerosol tampoc no té un efecte significatiu sobre les poblacions microbianes, inclosa la d'STEC. Si aquest tipus de refrigeració es combina amb antioxidants com l'ozó, sí que aconseguix reduir els recomptes d'STEC i esdevé una bona pràctica higiènica.

El fet que es pugui consumir la carn crua s'ha de tenir molt present quan decidim els mètodes de control que aplicarem. Si hi ha algun tipus de trossejat, introduïrem els bacteris de la superfície cap a la resta de la peça, els quals només es podran suprimir si hi ha un procés de cocció complet. Alhora, l'especejament per obtenir els diferents talls fa augmentar la superfície del producte i, per tant, la probabilitat de la propagació de la contaminació. Així doncs, aquelles peces destinades a algun tipus de molta o trossejament esdevenen un punt crític i, per tant, han de rebre intervencions destinades a reduir o eliminar STEC.

El procediment de fer les peces més tendres a partir de perforar la carn amb agulles actualment es fa evident al consumidor mitjançant l'etiqueta en la qual s'indica que s'ha fet aquesta acció. La carn picada i els productes a base de carn picada òbviament també impliquen un risc més elevat. Als EUA, per exemple, la carn destinada a ser picada s'ha de provar davant de diversos serotips STEC.

S'han estudiat diferents tractaments sobre les peces càrnies abans del seu processament:

- L'aplicació de cicles de temps-temperatura d'escalfament repetibles (**tractament tèrmic d'assecat a l'aire**) no ha estat eficient, a banda que provoca alteracions en el color, de manera que els talls que es fessin serien talls que no es podrien vendre al detall. L'aplicació de vapor o aigua calenta a diferents temperatures tampoc no és un tractament efectiu.

- La refrigeració a 3 °C, a una velocitat de l'aire de 0,25 m/s i una humitat relativa del 80% ("fred sec") aconseguix una disminució significativa d'STEC: s'obté una reducció de 4 log₁₀ CFU/cm² el dia 28 d'emmagatzematge.
- Encara resulta més eficaç el processament d'alta pressió hidroestàtica (HPP). Tractaments HPP d'un o múltiples cicles es poden aplicar, per exemple, sobre carn picada ja envasada, alhora que els productes es mantenen en refrigeració. Una pauta pot ser aplicar 450 MPa durant 15 minuts a temperatura de refrigeració (de 4 °C a 7 °C), mitjançant la qual s'obté una reducció de més de 5 log₁₀ UFC/g de les poblacions d'STEC. No s'alteren significativament les qualitats de la carn fresca. El fet que se'n desnaturalitzin els enzims suposa que s'allarga la vida útil de la carn i es redueix la necessitat de conservants. El procediment HPP també es pot aplicar combinat amb l'emmagatzematge al buit o la congelació.
- Irradiació de la carn: a partir d'electrons (eBeam) generats per l'electricitat convencional, els quals penetren poc en la carn. Una altra possibilitat és utilitzar irradiació gamma obtinguda d'elements
- radioactius. Per exemple, dosis d'1 KGy de radiació eBeam redueixen STEC O157:H7 en almenys 4 log₁₀ UFC/cm² i no afecten les característiques organolèptiques del producte. És un sistema molt eficaç. La combinació d'irradiació amb àcid làctic i àcid caprílic no aporta una millora significativa. En canvi, sí que s'assoleix una més gran reducció quan s'irradia carn envasada en atmosfera modificada. A més, la carn envasada en atmosfera modificada manté molt millor les qualitats organolèptiques, atès que l'atmosfera controlada inhibeix millor que, per exemple, l'envasament al buit, la irradiació induïda.
- Entre els tractaments químics, hi trobem de nou l'àcid làctic, el qual té un efecte molt variable sobre STEC en funció de la concentració utilitzada, de com s'apliqui, del temps d'aplicació i de la temperatura. A la pràctica, l'àcid làctic pot ser utilitzat en combinació amb altres tractaments químics o físics, com l'aigua calenta o l'emmagatzematge al buit o amb atmosfera modificada.

En relació amb l'ozó, cal tenir present que és més eficaç com a tractament antimicrobià per a aliments de pH baix, com ara fruites, a causa de la menor descomposició de l'ozó en aquestes condicions. A més a més, l'ozó pot afectar el color (oxidació lipídica) i l'aroma de la carn. La seva eficàcia per controlar STEC és baixa. Tampoc són eficaços altres tractaments com l'aplicació de lactoferrina B o d'olis essencials.
- Dins de les intervencions biològiques, com l'aplicació de bacteriòfags, bacteris de l'àcid làctic o les colicines —proteïnes antimicrobianes produïdes per *E. coli* que maten altres *E. coli*—, a hores d'ara no s'ha obtingut un resultat eficient, sigui per la complexitat de la seva aplicació, per la diversitat dels resultats obtinguts o pel preu.

acsa brief

Agència Catalana de Seguretat Alimentària

Gener – Febrer 2023

Conclusió

Malgrat que apliquem bones pràctiques de manipulació i disminuïm la concentració d'*Escherichia coli* STEC, en podem seguir detectant en la carn picada o trossejada. Per tant, totes les mesures de control que puguem aplicar —l'explotació de cria, el transport i l'obtenció de la canal— esdevenen fonamentals. La inclusió d'indicacions a l'etiqueta relatives a la manipulació i la necessitat de coure bé el producte contribuiria a la seguretat alimentària. Evitar dates de caducitat excessives és un altre pas que cal fer. Per reduir o eliminar STEC a la carn picada o trossejada i en els envasos de venda de carn al detall, només el processament d'alta pressió, la irradiació gamma i l'eBeam són eficaços.

En resum, l'aplicació seqüencial de diverses accions de control pot reduir la transmissió d'STEC a la carn, però és gairebé segur que no eliminaran completament *E. coli* STEC, la qual cosa resulta preocupant atesa la transcendència que té per a la salut pública.

acsa brief

Agència Catalana de Seguretat Alimentària

Gener – Febrer 2023

Documents de referència

- *Control measures for Shiga toxin-producing Escherichia coli (STEC) associated with meat and dairy products*; Roma: Organització de les Nacions Unides per a l'Agricultura i l'Alimentació; 2022.
<https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc2402en/>
- [Reglament \(UE\) núm. 101/2013 de 4 de febrer de 2013 relatiu a la utilització d'àcid làctic per reduir la contaminació de superfície de les canals de bovins.](https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2013-80217)
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2013-80217>
- Reglament (UE) núm. 2015/1474 de 27 d'agost del 2015 sobre l'ús d'aigua calenta reciclada per eliminar la contaminació microbiològica de superfície de les canals.
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2015-81693>

Escrit elaborat amb la col·laboració del Servei de Veterinària de la Subdirecció General de Seguretat Alimentària i Protecció de la Salut. Departament de Salut.