

Shigatoxin-producerande *Escherichia coli* i vetemjöl

Riskvärderingsrapport



Denna titel kan laddas ner från: www.livsmedelsverket.se/bestall-ladda-ner-material/.

Citera gärna Livsmedelsverkets texter, men glöm inte att uppges källan. Bilder, fotografier och illustrationer är skyddade av upphovsrätten. Det innebär att du måste ha upphovsmannens tillstånd att använda dem.

© Livsmedelsverket, 2019.

Författare:

Maria Egervärn.

Rekommenderad citering:

Livsmedelsverket. Egervärn, M. 2019. L 2019 nr 21: Riskvärderingsrapport – Shigatoxin-producerande *Escherichia coli* i vetemjöl. Livsmedelsverkets rapportserie. Uppsala.

L 2019 nr 21

ISSN 1104-7089

Omslag: Livsmedelsverket

Förord

Denna rapport utgör ett vetenskapligt underlag om shigatoxin-producerande *Escherichia coli* (STEC) i vetemjöl. Rapporten har tagits fram på beställning av Livsmedelsverkets Biologiavdelning och besvarar både allmänna samt specifika frågeställningar. Rapporten är uppdelad i faroidentifiering, farokarakterisering, exponeringsuppskattning och riskkarakterisering, där de specifika frågeställningarna besvaras.

Ansvarig för rapportens innehåll är Maria Egervärn, riskvärderare på Risk- och nyttovärderingsavdelningen. Rapporten har granskats av Mats Lindblad, smittskyddssamordnare på avdelningen för Säkra livsmedel, Jakob Ottoson och Monica Olsen (exponeringsuppskattningen), riskvärderare på Risk- och nyttovärderingsavdelningen, samt Roland Lindqvist, teamchef på Risk- och nyttovärderingsavdelningen.

Livsmedelsverket

Per Bergman

Avdelningschef, Risk- och nyttovärderingsavdelningen

December 2019

Innehåll

Förord.....	3
Sammanfattning.....	5
Summary	6
Shiga toxin-producing <i>Escherichia coli</i> in wheat flour.....	6
Bakgrund	8
Övergripande frågeställning.....	8
Specifika frågor som ska besvaras.....	8
Metod.....	9
Söksträngar och databaser.....	9
Importstatistik.....	9
Faroidentifiering.....	10
Shigatoxin-producerande <i>Escherichia coli</i> (STEC)	10
Utbrott kopplade till STEC i vetemjöl och mjölprodukter	10
Riskbeteenden kopplade till STEC i vetemjöl i de aktuella utbrotten.....	12
Farokarakterisering	13
Exponeringsuppskattning.....	14
Odling av vete.....	14
Processning av vete.....	16
Buffertlagring av vete.....	16
Torkning av vete	16
Lagring av torkat vete.....	17
Malning av vete	17
Överlevnad och tillväxt av STEC i vetemjöl	18
Förekomst och halter av STEC i vetemjöl.....	18
Konsumtion	20
Riskkaraktärisering	21
Fråga 1 Vilka är spridningsvägarna i de aktuella EHEC-utbrotten?.....	21
Fråga 2 Finns det några produktionssätt eller riskbeteenden som gör smittvägen aktuell i Sverige?	21
Fråga 3 Sker till Sverige någon införsel eller import av produkter som kan medföra en risk?	22
Osäkerheter.....	23
Referenser	24

Sammanfattning

Sedan 2009 har det i USA och Kanada rapporterats om enstaka utbrott med enterohemorragisk *Escherichia coli* (EHEC) som kopplats till konsumtion av vetemjöl och ej tillagade produkter av mjöl som till exempel färdigförpackad kakdeg. Många människor har blivit allvarligt sjuka, bland dessa flera yngre. Detta trots att mjöl är en torr råvara med låg vattenaktivitet som förhindrar tillväxt hos bakterier. I Sverige finns inga kända sjukdomsfall av EHEC där smittkällan har varit vetemjöl eller mjölprodukter. Syftet med underlaget var att sammanställa vad det är som ligger bakom de aktuella utbrotten och bedöma om motsvarande utbrott skulle kunna hända i Sverige.

Shigatoxin-producerande *E. coli* (STEC) är benämningen på den bakterie som orsakar EHEC. Den kan förorena vetet i alla led av produktionen, men det är inte klarlagt hur STEC har spridits till mjölet i de aktuella utbrotten. Förorening med STEC kan ske på fältet innan skörd genom utsäde, bevattningsvatten, jord, djurspillning, slam och stallgödsel. STEC kan också överföras till det tröskade vetet via kontakt med förorenad jord, gödsel eller förorenade grödor, till exempel i samband med transport av vetet eller via spillning på gården från fåglar och gnagare. Även användning av förorenat vatten i det så kallade konditioneringssteget vid malningen av mjölet skulle kunna vara en källa till förorening med STEC, liksom förorenade mjölrester på utrustning och i dåligt rengjorda utrymmen i kvarnen. När STEC-bakterier väl har förorenat vetet kan de sedan växa till under bristande hygieniska förhållanden. Det kan handla om vattenhalt, temperatur och lagringstid i samband med torkning, lagring och malning. I det färdiga mjölet kan STEC överleva under lång tid, trots den låga vattenaktiviteten.

Vissa av föroreningskällorna ovan kan vara relevanta även ur ett svenskt perspektiv, såsom stallgödsel och spillning från skadedjur och vilda djur. I dagsläget tycks det vara vanligare att bevattna vete i USA jämfört med Sverige, men med ett varmare och torrare klimat skulle det kunna bli vanligare även här. För att minska risken för EHEC-smitta via konsumtion av mjöl och mjölprodukter är det överlag dock, oavsett land, viktigast med ett produktionssätt och en utrustning som genomgående ger en hygienisk tillverkning. Det finns flera riskbeteenden kopplade till STEC-förorenat vetemjöl och mjölprodukter och som är relevanta ur både amerikanskt och svenskt perspektiv, till exempel bakning, konsumtion av hemmagjord eller färdigförpackad deg och smet liksom mjölprodukter som är avsedda att slutberedas i hemmet och som inte är tillräckligt uppvärmda. I dagsläget är importen av vete- och rågmjöl samt mjölprodukter från Nordamerika en mycket liten andel (mindre än 1 procent) av den svenska konsumtionen av dessa livsmedel. Men andelen utgör ändå många ton. Det saknas idag uppgifter om vilka livsmedel det är och vad de används till, vilket gör det svårt att bedöma sannolikheten för att exponeras. Risken att insjukna i EHEC på grund av konsumtion av mjöl eller mjölprodukter som importerats från Nordamerika är följaktligen inte försumbar, men bedöms vara mycket liten. Ett varmare och torrare klimat kan på sikt komma att öka importen av sådana varor.

Det behövs mer data om förekomst och halter av STEC i olika led av produktionen för att bättre kunna bedöma spridningsvägar och om frågan är aktuell i Sverige. Både svenska och internationella data saknas. Det behövs också ökad kunskap om vilka sjukdomsframkallande typer och varianter av STEC som kan finnas i vetemjöl.

Summary

Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in wheat flour

Since 2009, individual outbreaks of enterohemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC) have been reported in the United States and Canada. These outbreaks have been linked to the consumption of wheat flour and flour products such as pre-packaged cookie dough and unbaked dough products. These outbreaks have caused many serious cases of illness with several young people being affected, even though flour is a dry food with a low water activity that prevents the growth of bacteria. There have been no known cases of EHEC associated with wheat flour or flour products in Sweden. The aim of the current study was to summarise what is behind the outbreaks in question and to assess whether corresponding outbreaks could happen in Sweden.

Shiga toxin-producing *E. coli* (STEC), which causes EHEC, can contaminate wheat at all stages of production. The introduction and dissemination routes for STEC in wheat flour in the current outbreaks have not been identified. Potential sources of contamination by STEC in the field before harvest are seeds, irrigation water, soil, animal waste, sludge and manure. STEC can also be transferred to harvested wheat through contact with contaminated soil, manure or contaminated crops, for example in connection with transport between the different stages of production, or via the droppings off birds and rodents. Also, the use of contaminated water in the so-called conditioning step during grinding has been suggested as a possible route of introduction, as is contact with contaminated flour residue on equipment and in poorly cleaned areas of mill. STEC bacteria that have been introduced into wheat may then have the opportunity to grow under poor hygienic conditions regarding water content, temperature and storage time in connection with drying, storage and grinding. In raw flour, STEC can then survive for a long time despite the low water activity.

Some of the proposed sources of contamination may also be relevant from a Swedish perspective, such as manure and the droppings from wild animals. At present, the irrigation of wheat appears to be more common in the United States compared to Sweden, although with an increasingly warmer and drier climate, it could also become more common in Sweden. However, in order to reduce the risk of EHEC through the consumption of flour and flour products, regardless of country, it is of crucial importance to establish a production method and equipment that consistently ensure that proper hygiene standards are met. A number of risk behaviours are linked to STEC-contaminated wheat flour and flour products. These are relevant from both the North American and the Swedish perspective, for example, baking, consumption of home-made or pre-packaged dough and batter, as well as unbaked flour products intended to be prepared in the home. Imports of wheat and rye flour and flour products from North America currently account for a very small proportion (<1 percent) of Swedish consumption of such foods. However, this proportion still constitutes many tonnes. The likelihood of exposure depends on the type of food products and what they are being used for. Such information is currently lacking. Consequently, the risk of EHEC from consumption of flour or flour products imported from North America is not negligible, although it is considered to be very small. A warmer and drier climate may eventually increase imports of such products.

In order to better assess the dissemination routes and whether the issue is relevant to Sweden, further data on the occurrence and levels of STEC at different stages of production are needed. Both Swedish

and international data are missing. Increased knowledge is also needed regarding which disease-causing types and variants of STEC can be found in wheat flour.

N.B. The title of the publication is translated from Swedish, however no full version of the publication has been produced in English.

Bakgrund

Övergripande frågeställning

I Livsmedelsverkets omvärldsbevakning har vi uppmärksammat att det de senaste åren varit några utbrott med enterohemorragisk *E. coli* (EHEC) där smittkällan har varit vetemjöl eller mjölprodukter såsom färdigförpackad kakdeg, kak-/brödmixer och ej tillagade degprodukter, till exempel:

- 2009 (USA) – “Multistate outbreak of *E. coli* O157:H7 linked to eating raw, refrigerated, prepackaged cookie dough”
- 2016 (USA) – “Multistate outbreak of STEC infections linked to flour. Two different outbreak strains identified: *E. coli* O121 and *E. coli* O26”
- 2017 (Kanada) – “Various brands of flour and flour products recalled due to *E. coli* O121”

EHEC-utbrotten i Nordamerika har orsakat många allvarliga sjukdomsfall, med flera yngre drabbade. Det är därför relevant att sammanställa vad det är som ligger bakom de aktuella utbrotten och bedöma om motsvarande utbrott skulle kunna hända i Sverige.

Specifika frågor som ska besvaras

Fråga 1

Vilka är spridningsvägarna i de aktuella EHEC-utbrotten?

Fråga 2

Finns det några produktionssätt eller riskbeteenden som gör smittvägen aktuell i Sverige?

Fråga 3

Sker till Sverige någon införsel eller import av produkter som kan medföra en risk?

Metod

Söksträngar och databaser

Underlaget bygger på vetenskapliga data från publicerad litteratur. Sökningar gjordes i maj och juni 2018 i databaserna PubMed och FSTA, samt i november 2019 i PubMed (Tabell 1). Urvalet av relevant litteratur gjordes utifrån titel och "abstracts". I vissa fall användes också vetenskapliga artiklar som hittats genom referenslistor i den samlade litteraturen.

Tabell 1. Litteratursökningar

Söksträng	Databas	Antal träffar	Relevanta träffar
("shiga-toxin producing" OR STEC OR VTEC OR EHEC) AND (flour OR dough)	PubMed	31	15
("shiga-toxin producing" OR STEC OR VTEC OR EHEC) AND (flour OR dough)	FSTA	15	11

Importstatistik

Som ett grovt mått på hur mycket av de aktuella produkterna som importeras från Nordamerika användes Tullverkets importstatistik som finns tillgänglig via Statistiska Centralbyråns (SCBs) statistikdatabas över handeln med varor och tjänster. Reda, Livsmedelsverkets fakturerings- och statistikverktyg för gränskontrollen, kunde inte användas som komplement till SCBs statistikdatabas för detta syfte, eftersom mjöl och mjölprodukter inte omfattas av krav på gränskontroll.

Faroidentifiering

Shigatoxin-producerande *Escherichia coli* (STEC)

Shigatoxin-producerande *Escherichia coli* (STEC) kan finnas naturligt i tarmen hos idisslare som nötkreatur, får och get. Mat och vatten kan förorenas med STEC via direkt eller indirekt kontakt med avföring från dessa djur eller från infekterade personer. Otillräcklig värmebehandling kan leda till att bakterien finns kvar i tillagade produkter. De STEC som påvisas hos människa kallas enterohemorragiska *E. coli* (EHEC).

Incidensen av EHEC har ökat sedan 2004, då samtliga varianter (serotyper) av EHEC blev anmälningspliktiga (Folkhälsomyndigheten, 2019b). En av förklaringarna är att landstingen och regionerna analyserar för bakterien i högre grad än tidigare. Sedan 2011 har 470-640 fall av EHEC rapporterats årligen, undantaget 2018 då det rapporterades 892 fall, varav 627 var inhemsk smitta. Under 2018 inträffade ett av de största EHEC-utbrotten i Sverige med 116 insjuknade personer, vilket förklarar en del utav ökningen. Det har årligen varit vanligast med fall bland barn under 5 år jämfört med andra åldersgrupper. De vanligaste serotyperna under 2018 var O157:H7, O26:H11 och O121:H19, och de vanligaste stx-typerna har varit *stx2a* + *stx2c* samt *stx1a* (Folkhälsomyndigheten, 2019b).

Utbrott kopplade till STEC i vetemjöl och mjölprodukter

Mjöl är en torr livsmedelsråvara med en låg vattenaktivitet ($a_w \ll 0.85$) som förhindrar tillväxt hos bakterier (ILSI, 2011). Trots det har sjukdomsframkallande bakterier såsom salmonella och STEC påvisats i vetemjöl och ej tillagade produkter av mjöl och även orsakat utbrott (McCallum et al., 2013; Tabell 2). År 2009 rapporterades från USA om ett EHEC-utbrott, för första gången med kakdeg som misstänkt smittkälla. Sedan dess har enstaka, geografiskt spridda utbrott kopplade till konsumtion av vetemjöl eller icke-värmebehandlade mjölprodukter inträffat i USA och Kanada (Tabell 2).

Tabell 2. Rapporterade EHEC-utbrott kopplade till vetemjöl och mjölprodukter

År	Land	Orsakande serogrupp/-typ (toxigen)	Antal sjukdomsfall	Beskrivning av sjukdomsfallen	Smittkälla	Referens
mar 2009- jul 2009	USA; 30 delstater	O157:H7 (stx2, 20 av 21 analyserade)	77 fall	2-65 år, median 15 år, 71% kvinnor, 10 HUS-fall	kakdeg från gemensam producent*	(Neil et al., 2012)
dec 2012- apr 2013	USA; 19 delstater	O121	35 fall	1-75 år, median 17 år, 60% kvinnor, 7 HUS-fall	frysta degprodukter från gemensam producent, t.ex. minipizza och miniquesadillas**	(Bosch, 2013)
dec 2015- feb 2016	USA; 9 delstater	O157:H7	13 fall	7-71 år, median 17 år, 2 HUS-fall	degmix från gemensam restaurangkedja*	(Gieraltowski et al., 2017)
dec 2015- sep 2016	USA; 24 delstater	O121 (stx2a), O26 (stx1a)	56 fall, varav 55 fall av O121 och 1 fall av O26	1-95 år, median 18, 77% kvinnor, 1 HUS-fall	mjöl**	(Crowe et al., 2017)
nov 2016- apr 2017	Kanada; 6 provinser	O121:H19 (stx2a)	29 fall	2-79 år, median 24 år, 50% kvinnor, 1 HUS-fall	mjöl**	(Morton et al., 2017, Robertson et al., 2018)
dec 2018- maj 2019	USA; 9 stater	O26	21 fall	7-86 år, median 24, 71% kvinnor, 3 sjukhusfall	mjöl**	(CDC, 2019)

*) verifierad epidemiologiskt

***) verifierad epidemiologiskt och mikrobiologiskt

Grunden till att mjölprodukter utpekats som smittkälla har i två av de rapporterade utbrotten varit epidemiologisk evidens (Neil et al., 2012, Gieraltowski et al., 2017). I samband med dessa utbrott isolerades STEC även från produkter som misstänktes utgöra smittkälla, men var inte av samma serotyp (O8:H19/H28) eller samma variant som utbrottsstammen (Neil et al., 2012, Gieraltowski et al., 2017). I det först rapporterade utbrottet 2009 lyckades man efter själva utredningen, efter analys av 32220 prov från 1074 partier vetemjöl, påvisa STEC O157:H7 i ett av mjölproven (Brandt, 2016). Även i de tre senast avslutade utbrotten kunde den aktuella utbrottsstammen påvisas i vetemjöl (Crowe et al., 2017, Morton et al., 2017, CDC, 2019). Inte i något av utbrotten har man dock kunnat identifiera var och hur STEC har introducerats i produktionsprocessen. I utbrottet som rapporterats av Crowe et al. (2017) spårades STEC tillbaka till mjöl från en anläggning för mjölproduktion tillhörande en stor inhemsk producent, men längre bak i produktionskedjan än så har man inte spårat STEC. En anledning till det är att vete från flera delstater användes vid produktion av mjölet och vetet i sin tur kommer ofta från olika fält och kan blandas ytterligare i senare steg såsom torkning och transport (Crowe et al., 2017). Nyligen återkallades vetemjöl på nytt från samma företag, denna gång till följd av fynd av salmonella i ett prov¹.

¹ <https://www.generalmills.com/en/flour>, 2019-01-29.

Från Tabell 2 framgår att alla utbrotten, förutom det först rapporterade, har startat i slutet av året och varat i några månader. Det är dock inte klarlagt huruvida utbrotten är säsongrelaterade, om det kan vara kopplat till exempelvis skördetid eller konsumtionsmönster.

I Sverige finns inga kända sjukdomsfall av EHEC kopplade till konsumtion av mjöl eller tillagning av icke-värmebehandlade mjölprodukter.

Riskbeteenden kopplade till STEC i vetemjöl i de aktuella utbrotten

I de fall-kontrollstudier som gjorts i samband med tidigare utbrott i Nordamerika identifierades en rad riskfaktorer kopplade till beteenden hos konsumenter (Crowe et al., 2017, Neil et al., 2012). De viktigaste riskfaktorerna var bakning och konsumtion av hemmagjord eller färdigförpackad kakdeg. Enligt en amerikansk undersökning åt 53 procent av 4343 tillfrågade ungdomar hemmagjord kakdeg (Byrd-Bredbenner et al., 2008). Idag på marknaden finns dessutom nya produkter, t.ex. glass, som innehåller kakdeg (Mäde et al., 2017). Andra riskbeteenden som har kopplats till förorenat mjöl är konsumtion av tjocka pizzabottnar och annan deg som inte tillagats tillräckligt samt att använda mjöl till bakbord för förflyttning av degar (Gieraltowski et al., 2017). Bosch et al. (2013) konstaterade att en bidragande orsak till utbrottet 2012-2013 med frysta degprodukter som smittkälla kan ha varit att de drabbade personerna inte följt tillagningsinstruktionen på förpackningen.

Farokarakterisering

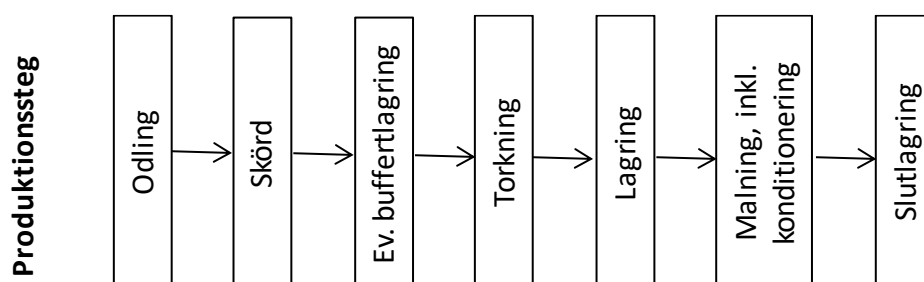
STEC behöver nödvändigtvis inte föröka sig i ett livsmedel för att orsaka sjukdom, det kan räcka med färre än 100 bakterier (Lawley et al., 2012).

EHEC-infektion kan ge allt från lindrig gastroenterit till blodiga diarréer. Infektionen kan ibland leda till mer allvarliga komplikationer såsom sönderfall av röda blodkroppar, njursvikt (hemolytiskt uremiskt syndrom, HUS) samt neurologiska symtom. Barn och äldre löper störst risk att få allvarliga symtom. Komplikationerna kan kräva dialys och intensivvård, dödsfall förekommer (Folkhälsomyndigheten, 2019a).

Exponeringsuppskattning

Mjöl kan, oavsett sort, förorenas med mikroorganismer i alla led av produktionen fram till lagring av det färdiga mjölet (Figur 1), från odling av spannmål i fält till torkning och lagring av det tröskade vetet liksom malning i kvarnen (Gilbert et al., 2010). Introduktions- och spridningsvägarna för STEC i vetemjöl i de aktuella utbrotten är inte klarlagda. Det finns flera tänkbara alternativ, vilka redogörs för i nedanstående avsnitt, där så är möjligt med en kommentar om svenska förhållanden.

Figur 1. Flödesschema över produktionen av mjöl



Odling av vete

Enligt flera författare är det mest troligt att STEC har förorenat vetet på fältet innan skörd, med utsäde, bevattningsvatten, jord, djurspillning och stallgödsel som möjliga föroreningskällor (Crowe et al., 2017, Mäde et al., 2017, Brandt, 2016). STEC O157:H7 har en mycket god överlevnadsförmåga i såväl vatten, jord som gödsel (Eriksson, 2010, Anonym, 2014). Nyligen visades i en amerikansk experimentell studie att STEC togs upp inuti sterila frön (phylloplane) av vete i låg frekvens, 5 av 100 frön, efter plantering i jord som inokulerats med $\sim 10^6$ cfu/g av STEC O157:H7 (Martinez et al., 2015). På motsvarande sätt togs 5 av 50 frön upp efter odling i steril jord som bevattnats med STEC-förorenat vatten, $\sim 10^7$ cfu/g. Hur viktig denna process är under fältnässiga förhållanden är dock oklar enligt författarna (Martinez et al., 2015). Vidare visades att STEC O157:H7 överlevde på växande veteax i upp till 15 dagar efter spraybehandling med STEC-förorenat vatten. Bakteriehållten på veteaxet hade ökat från $10^{3.4}$ till $10^{6.5}$ cfu/g efter 24 h. Slutsatsen från studien var att STEC har förmåga att uppföras på växande spannmål och att bevattning med STEC-förorenat vatten är den mest troliga introduktionsvägen för STEC under fältnässiga villkor (Martinez et al., 2015). I Sverige är det dock mycket ovanligt att bevattna vete (personlig kommunikation Charlotte Lagerberg Fogelberg, Livsmedelsverket). Det är sällan ekonomiskt lönsamt att bevattna grödor med lågt marknadspris såsom vete, men högre priser i kombination med klimatförändringar i form av ett varmare och torrare klimat kan göra att bevattning av brödspannmål på sikt blir vanligare². Om STEC finns i jorden, kan axen förorenas vid liggsäd. Mer extrema väderförhållanden i form av kraftigare regn som skvätter upp

² <http://www.lantbruketsaffarer.se/borjar-bevattna-ekologisk-spannmal/>, 2018-10-26.

till axet eller orsakar mer liggsäd skulle också kunna bidra till att vetet förorenas i större utsträckning (personlig kommunikation Charlotte Lagerberg Fogelberg, Livsmedelsverket).

Crowe et al. (2017) har bl.a. föreslagit förorening via spillning från vitsvanshjort. Hjortdjuret är en reservoar för STEC och finns överallt i USA med en rapporterad förekomst om 0,2-8 procent (Persad and LeJeune, 2014), men inte i Sverige. STEC har även påvisats i spillning från rådjur i t.ex. Spanien och rådjur är således också en möjlig reservoar för bakterien (Persad and LeJeune, 2014). Vildsvin däremot kan vara tillfälliga bärare av STEC (Persad och LeJeune, 2014). Ett stort EHEC-utbrott i USA 2007 kopplades till konsumtion av färsk bladspenat som misstänks ha förorenats med STEC O157 från vildsvin i området (Jay et al., 2007). I en nyligen gjord schweizisk undersökning isolerades bl.a. STEC O11:H48 med *stx1c/stx1d*, vilket är en serotyp respektive shigatoxigen (*stx1d*) som är ovanlig hos människor men som har påvisats hos både vildsvin och vildren (och nötkreatur) (Kindle et al., 2019). Huruvida det är vanligt i Nordamerika och Schweiz med intrång i spannmålsodlingar av hjortdjur eller andra vilda djur framgick dock inte av studierna av Crowe et al. (2017) respektive Kindle et al. (2019). Data om förekomsten av STEC hos rådjur och vildsvin i Sverige är bristfälliga. I en studie av Wahlström et al. (2003) gjordes inga fynd av STEC O157 i 195 prov från rådjur. I samma studie isolerades STEC O157 från 1 av totalt 68 prov av vildsvin, medan samtliga 88 prov från vildsvin var negativa i en senare svensk studie (Wahlström et al., 2003, Sannö, 2018). Skadedjur som t.ex. fåglar, gnagare och insekter, t.ex. mjölbaggare i och kring produktionsanläggningarna kan däremot finnas och utgöra ett problem för spannmålsodling även i Sverige (Anonym, 2013, Kindle et al., 2019). Sådana djur är inte heller reservoarer för STEC, men kan tillfälligt bära på bakterien och sprida den vidare (Persad and LeJeune, 2014).

I USA används gödsel från nötkreatur till de växande vetefälten enligt Crowe et al. (2017), vilket kan förorena vetet ifall djuren utsöndrar STEC i avföringen. Vad gäller gödsling av vete i Sverige så rekommenderas för höstvete, den klart vanligaste vetesorten (se under Konsumtion), att stallgödsel i form av flytgödsel och urin sprids på våren i växande gröda, medan större mängder stallgödsel inte bör spridas före sådd av sådant vete. För vårvete rekommenderas att stallgödsel sprids på våren i samband med sådd (SJV, 2018c, SJV, 2019). Överlevnaden av STEC i flytgödsel från nötkreatur är generellt betydligt kortare än den i fastgödsel (Eriksson, 2010, Anonym, 2014). Det innebär sammantaget att STEC potentiellt kan spridas via stallgödsel till spannmål även i Sverige, förutsatt att STEC finns i gödslet. Förekomsten av STEC O157 i träckprov från olika typer av nötbosättningar i USA varierade mellan 2 och 11 procent enligt en metaanalys av Ekong et al. (2015). Detta kan jämföras med en undersökning på svenska slakterier 2014-2015 i vilken drygt 2 procent av 1492 träckprov från nötkreatur var positiva för STEC O157 (Widgren, 2016).

Slam som spridits på åkermarken innan sådd är en annan möjlig källa till förorening av vetet. I de svenska branschriktlinjerna för produktion av spannmål (2013) rekommenderas bland annat att endast använda så kallat REVAQ³-certifierat slam från kommunala avloppsreningsverk. Lantmännens Lantbruk ställer emellertid högre krav än så; endast slam från REVAQ-certifierat reningsverk får användas enligt deras slam- och restproduktpolicy (2015) och för deras egna livsmedelsprodukter samt

³ REVAQ är Svenskt Vattens certifieringssystem för återföring av växtnäring ur avloppsvattenreningen samt minskning av farliga ämnen i det till reningsverket inkommande avloppsvattnet. Varje slamparti kontrolleras för salmonella.

ekologiskt odlade produkter ställs krav på att spannmålsråvaran inte ska vara odlad på slamgödslad mark över huvud taget⁴.

Processing av vete

STEC kan också kontaminera det tröskade spannmålet (vetet) via kontakt med förorenad jord eller gödsel, t.ex. i samband med transport mellan de olika produktionsstegen, eller via spillning på gården från t.ex. fåglar och gnagare. Efter skörd och transport till gården tippas spannmålet i säll i en mottagningsgrop, vilken ofta är belägen utomhus under tak. De svenska branschriktlinjerna (2013) rekommenderar hygieniska förhållanden vid såväl mottagningen på gården som under torkning och lagring av vetet i senare led, för att förhindra att STEC och andra mikroorganismer introduceras i råvaran.

Vidare rekommenderas att förhållandet mellan vattenhalt, temperatur och lagringstid iakttas så att förhållandena under både torkning och lagring är hygieniska och därmed förhindrar bildning av mögelgifter och tillväxt av bakterier såsom STEC (Anonym, 2013). *E. coli* såsom STEC kan tillväxa vid temperaturer mellan 7 och 50°C, och vid en a_w över 0,95 (Adams and Moss, 2008).

I en nyligen gjord amerikansk baslinjestudie togs 3891 prov från vete innan torkning och lagring i silos, som en indikator för mikrobiologisk förorening på fältet eller i samband med skörd (Myoda et al., 2019). Olika typer av STEC påvisades i 17 (0,4 procent) av proven i halter om 0,039 ”most probable numbers” (MPN)/g, jämfört med salmonella som hittades i 48 (1,2 procent) av proven i halter om 0,110 MPN/g. Det var ingen signifikant skillnad i förekomst av STEC mellan olika vetetyper. Författarna menade att även om bakteriehalten i vetet är låg överlag, så finns det en risk för tillväxt under de olika produktionsstegen (Myoda et al., 2019).

Buffertlagring av vete

Vete kan buffertlagras i silos eller motsvarande i väntan på torkning. Nyskördat vete kan vara fuktigt och håller enligt branschriktlinjerna (2013) ofta en temperatur mellan 25 och 30°C, en miljö som gynnar tillväxt av STEC. Snabb kylning av vetet genom luftning ska därför ske i nödvändig omfattning beroende av initial temperatur och vattenhalt hos det tröskade vetet (se Bilaga 1 Maximal skadefri lagringstid för fuktig spannmål i Anonym, 2013).

Torkning av vete

Torkning av spannmål görs i regel i silos eller motsvarande, utrustade med varmluftstork eller kallluftstork med tillsatsvärme (Anonym, 2013). En snabb torkningsprocess är avgörande för att förhindra tillväxt av STEC och andra eventuella mikroorganismer i vetet. Torkning till en vattenhalt på max 14 procent, motsvarande $a_w \sim 0,7$, med efterföljande nedkylning rekommenderas för spannmål som ska lagras i mer än ett halvår (Anonym, 2013).

⁴ <https://lantmannen.com/hallbar-utveckling/viktiga-fragor/slam/>, 2018-08-16.

Lagring av torkat vete

Vetet lagras i silos eller motsvarande fram till malning. Förutom spillning från skadedjur är lagring tillsammans med förorenade ämnen, t.ex. utsäde, gödsel och andra grödor, en möjlig introduktionsväg för mikroorganismer. Tillväxt av bakterier såsom STEC i förorenat vete kan ske i detta steg ifall det bildas fukt eller kondens i lagringsutrymmet, eller om temperaturen stiger i utrymmet (Anonym, 2013).

Malning av vete

Vid malningen bryts vetekärnorna och frövitans separeras helt från skalet (kliet). Innan vetet mals till mjöl i kvarnen går det igenom flera rengöringsprocesser i form av rensning och borstning. Inför det sista rengöringssteget behöver vetet göras tillräckligt fuktigt, det vill säga mindre sprött, för att kunna bearbetas vidare (s.k. konditionering). Vatten tillsätts (vanligtvis genom sprayning) och därefter lagras vetet i tempererade silos eller motsvarande, för att absorbera önskad fuktighet⁵. Enligt en undersökning om australiensiskt vete sker tempereringen vanligtvis över natt (ca 8 h) men ibland i upp till 24-36 h, beroende på vetesort och initial vattenhalt (Berghofer et al., 2003). Konditioneringssteget justerar vattenhalten i vetet från 8-12 procent till 14-15 procent, motsvarande en ökning i a_w från 0,40-0,65 till 0,68-0,70 (Berghofer et al., 2003). Den ökade fuktigheten i kombination med förhöjd temperatur kan gynna mikrobiologisk tillväxt (Brandt, 2016), vilket ställer krav på hygieniska förhållanden mellan vattenhalt, temperatur och lagringstid precis som i tidigare produktionsled.

I studien av Berghofer et al. (2003) ökade förekomsten/halten *E. coli* i vetet från 0 procent/ $<10^0$ MPN/g i det torkade vetet till 14 procent/ 10^0 - 10^2 MPN/g direkt efter konditioneringssteget. Förekomsten/halten sjönk sedan i det malda mjölet samt i skalet till 1 procent/ 10^0 MPN/g respektive 4 procent/ 10^0 - 10^1 MPN/g, troligtvis på grund av en utspädning i bulkprodukten (Gilbert et al., 2010). Slutsatsen från studien var att vetet förorenades under konditioneringssteget (Berghofer et al., 2003). Författarna menade dock att det troligtvis berodde på dåligt rengjord utrustning som förorenats av kvarvarande rester från tidigare och inte på att eventuella *E. coli*-bakterier i det vete som skulle malas gavs möjlighet att tillväxa (maximala uppmätta a_w under malningsprocessen var 0,75) (Berghofer et al., 2003). I en nyligen gjord tysk undersökning isolerades STEC frekvent i prov från vete- och rågmjöl, medan inga STEC påvisades i prov från torkat spannmål (ej visade data) (Mäde et al., 2017). Slutsatsen var att det efter konditioneringssteget skett en uppförökning av bakterier över detektionsnivån på grund av förorenade mjölrester på den tekniska utrustningen i kvarnen (Mäde et al., 2017). De kvarnar som ingick i undersökningen hade mycket olika hygienisk standard och underhåll sett till utrustning, rumsytor och omgivande miljö, och andelen PCR-positiva mjölprov (ej isolerade STEC) var högre i prov från kvarnar med sämre hygieniska förhållanden. Skillnaden var dock inte statistiskt signifikant (Mäde et al., 2017). En alternativ introduktionsväg som togs upp var användning av förorenat vatten i konditioneringssteget eller förorening via spillning från gnagare eller fåglar (Mäde et al., 2017).

⁵<http://www.stopafors.se/>, 2018-05-31.

Överlevnad och tillväxt av STEC i vetemjöl

Den låga vattenaktiviteten ($a_w \ll 0,85$) hos mjöl och mjölprodukter som kakdeg främjar inte tillväxt av STEC, som behöver minst $a_w=0,95$ för att kunna tillväxa (ILSI, 2011). STEC som introducerats i produktionskedjan kan dock överleva torkningsprocessen och finnas kvar i ett vegetativt tillstånd i flera månader i vetemjöl (Wu et al., 2017). Nyligen visades att i vetemjöl ($a_w=0,4-0,6$) överlevde olika stammar av STEC ($\sim 10^8$ cfu/g) tillhörande serogrupperna O26, O45, O103, O111, O121, O145 och O157 minst 9 mån vid rumstemperatur (Forghani et al., 2018, Forghani et al., 2019). STEC-stammen som orsakade EHEC-utbrottet i Kanada 2016-2017 överlevde åtminstone 2 år i mjöl ($a_w < 0,5$) som förvarats i sin originalförpackning vid rumstemperatur, i ungefär samma låga bakteriehalter (0,22 MPN/100 g) som efter 6 månaders förvaring (vid utbrottets slut; 0,15 to 0,43 MPN/100 g) (Gill et al., 2019b, Gill et al., 2019a).

Mikroorganismer är mycket mer värmeresistenta i torra livsmedel än i en omgivning med högre a_w som tillåter tillväxt (ILSI, 2011, Greene, 2012). Den ökade tåligheten mot värme gör att det krävs högre temperaturer för avdödning (värmeinaktivering) av STEC i ett torrt livsmedel som mjöl. En 5-logshaltreduktion ($\sim 10^9$ till $\sim 10^4$ cfu/g) av en stam av STEC O157:H7 från kakdeg erhöles efter 5 min värmebehandling av inokulerat vetemjöl ($a_w = 0,55$) vid 70°C och efter 15 min vid 65°C (Greene, 2012). I studierna av Forghani et al. (2018; 2019) erhöles en ca 4- och ca 3-loghaltsreduktion av STEC i vetemjöl efter 60 min värmebehandling vid 70°C respektive 65°C. STEC-stammar tillhörande olika serogrupper, inklusive O157 överlevde minst 60 min vid 70°C (Forghani et al., 2018, Forghani et al., 2019). Enligt Forghani et al. (2018) beror den mycket lägre reduktionshastigheten i deras studie framför allt på att värmebehandlingen genomfördes tre dagar efter inokuleringen med STEC, jämfört med direkt efter inokuleringen i studien av Greene et al. (2012). STEC tycks vara något mindre värmetålig än salmonella i ett torrt livsmedel som mjöl (Forghani et al., 2019, Suehr et al., 2019).

Förekomst och halter av STEC i vetemjöl

Olika typer och varianter av STEC har påvisats i vetemjöl och icke-värmebehandlade mjölprodukter i samband med smittspårningsarbetet efter de rapporterade utbrotten. Data om förekomst och halter av STEC i mjöl saknas dock i stort. Nyligen detekterades STEC i 38 (39 procent) av 98 mjölprov som analyserats med realtids-PCR i en tysk kartläggning (Mäde et al., 2017). Sammanlagt isolerades STEC från 17 (19 procent) av 88 analyserade mjölprov. Av dessa var 73 prov av vete och resterande 15 från råg, innehållande 13 (18 procent) respektive 4 isolerade STEC. Det fanns inget signifikant samband mellan spannmålssort och andelen isolerade STEC i mjölproven enligt den statistiska analysen. Provtagningen omfattade ursprungligen 51 olika prov, men i vissa fall togs upp till 10 delprov, vilket enligt Mäde et al. (2017) ökade både andelen PCR-positiva prov och isolerade STEC. I ett stressat, vegetativt tillstånd är STEC och andra patogena bakterier inte alltid odlingsbara, vilket gör att förekomsten och halten STEC i ett livsmedel som mjöl kan underskattas (Mäde et al., 2017). Stressade STEC-bakterier i mjölproven och/eller att det var låga bakteriehalter i dessa prov kan förklara den med hjälp av delprov ökade andelen fynd.

Proven hade samlats in 2014-2017 inom det offentliga övervakningsprogrammet av livsmedel i regionen Saxony-Anhalt för detektion av STEC i icke-animaliska livsmedel till följd av det stora EHEC-utbrottet 2011 med groddar som smittkälla. Ingen serotypning eller vidare molekylär karakterisering gjordes av isolaten. För närvarande görs en utökad provtagning av STEC i mjöl från

kvarnar i Tyskland och en utredning av vad som är den bakomliggande orsaken till den höga förekomsten av STEC i sådana prov. Liksom i Sverige används gödsel till växande brödspannmål medan det är ovanligt att bevattna vete (personlig kommunikation prof. Dietrich Mäde; Düv, 2017).

Nyligen undersöktes förekomsten av STEC i 70 mjölprover från olika butiker i Schweiz (Kindle et al., 2019). STEC isolerades från 8 (11 procent) prov, varav 3 innehöll vete, fullkornsvete respektive mix av vete och råg. Hälften av de positiva proven var från samma kvarn i Schweiz (Kindle et al., 2019). I en liknande, samtida schweizisk undersökning av mjöl i butiksledet isolerades 10 STEC från 8 (9 procent) av totalt 93 mjölprover (Boss and Hummerjohann, 2019). Totalt 9 STEC isolerades från 7 (10 procent) av 71 prov som innehöll vete. Mjålet från de positiva proven kom i de flesta fall från schweiziskt spannmål och hade producerats i fyra kvarnar i Schweiz. Fyra STEC kom från tre prov som innehöll mjöl av vete och/eller dinkel från samma kvarn (Boss and Hummerjohann, 2019).

De båda schweiziska undersökningarna visade att mjöl av vete, råg och dinkel kan förorenas med STEC tillhörande flera olika typer och varianter (Kindle et al., 2019, Boss and Hummerjohann, 2019). Två av de totalt 18 STEC-isolaten, STEC O26:H11 (*stx2a*; *eae*) och STEC O103:H2 (*stx1a*; *eae*), tillhörde de högsta riskklassningsnivåerna enligt FAO/WHOs system (2018) för riskklassificering av STEC utifrån förmåga att orsaka sjukdom (Tabell 3). Isolaten påvisades i schweiziskt dinkelmjöl (Boss and Hummerjohann, 2019) respektive vetemjöl (Kindle et al., 2019). De resterande 16 STEC-isolaten tillhörde den lägsta av WHO/FAOs riskklassningsnivåer, vilken associeras till mildare symptom såsom diarré och magkramp hos människa (Tabell 3). Hälften av de 18 isolaten tillhörde någon av de 75 identifierade serotyper som kopplats ihop med EHEC hos människa i Sverige under 2018; O8:H19; O26:H11; O103:H2; 3 st O146:H28; O174:H21 och 2 st O187:H28 (Folkhälsomyndigheten, 2019b).

Tabell 3. Arton STEC isolerade från 16 av totalt 163 analyserade prov av mjöl från butiker i Schweiz (Boss and Hummerjohann, 2019, Kindle et al., 2019) graderade enligt FAO/WHOs klassificering (2018) av förmåga att orsaka sjukdom baserat på kombinationer av STEC-virulensgener. Graderingen består av fem nivåer, varav nivå 1 klassas som störst risk för allvarlig sjukdom hos människa (diarré (D), blodig diarré (BD) och hemolytiskt uremiskt syndrom (HUS)).

Riskklassnivå	STEC-virulensgener	Potentiell sjukdom	Antal STEC
1	<i>stx2a</i> + <i>eae</i> eller <i>aggR</i>	D, BD, HUS	1 (Boss and Hummerjohann, 2019)
2	<i>stx2d</i>	D, BD, HUS	
3	<i>stx2c</i> + <i>eae</i>	D, BD	
4	<i>stx1a</i> + <i>eae</i>	D, BD	1 (Kindle et al., 2019)
5	andra <i>stx</i> -typer	D	16

Som en följd av EHEC-utbrotten i USA och Kanada genomför ”Canadian Food Inspection Agency” för närvarande en kartläggning av STEC i inhemskt vetemjöl. Preliminära resultat visar att 4 (2 procent) av hittills 163 analyserade prov var positiva för STEC enligt information från EREN-nätverket, Efsa. Enligt Gill et al. (2019a) som undersökt STEC-stammen som orsakade EHEC-utbrottet i Kanada 2016-2017 var halterna av STEC i det förorenade mjölet 0,15-0,43 MPN/100 g.

Konsumtion

Vete är enligt preliminär statistik från Jordbruksverket (SJV, 2018a) den näst största spannmålsgrödan 2018 sett till odlad areal i Sverige. Vetearealen var 384 000 hektar (298 000 hektar höstvete och 86 000 hektar vårvete), 13000 hektar mindre än kornarealen. Åren 2014-2017 har vetearealen varit 120 000-160 000 hektar större än kornarealen, men mindre höstsådd 2017 bidrog till större arealer vårkorn 2018. Mjölprodukter är basföda med en per kapita-konsumtion av vetemjöl och mjöl av annan spannmål om ca 8,2 kg år 2016 (SJV, 2018b). Direktkonsumtionen av mixer m.m. av mjöl eller stärkelse, inklusive vällingpulver, var samma år 1,1 kg per person.

Riskkaraktärisering

Under de senaste åren har det rapporterats om enstaka EHEC-utbrott i USA och Kanada kopplade till konsumtion av vetemjöl och icke-värmebehandlade mjölprodukter såsom färdigförpackad kakdeg. STEC behöver nödvändigtvis inte uppförökas i ett livsmedel för att orsaka sjukdom vid konsumtion. De aktuella utbrotten har orsakat många allvarliga sjukdomsfall, med flera yngre drabbade. STEC kan förorena vetet i alla led av produktionen; grödan under odlingen eller det tröskade vetet i samband med processningen till mjöl. Vid tillverkning med bristfälliga hygieniska förhållanden kan STEC introduceras och få möjlighet att tillväxa och kan därefter överleva under lång tid i mjölet trots livsmedlets låga vattenaktivitet. Nyligen visade kartläggningar från Kanada, Schweiz och Tyskland att STEC var vanligt förekommande (2-18 procent) i vetemjöl. Eftersom mjölprodukter är basföda kan konsumtionen och därmed exponeringen för STEC bli stor hos såväl vuxna som barn med de aktuella riskbeteendena ifall mjölet är förorenat. Det är därför viktigt att producenterna förhindrar att STEC introduceras eller uppförökas under odling av spannmål eller processningen till mjöl.

Fråga 1 Vilka är spridningsvägarna i de aktuella EHEC-utbrotten?

Inte i något av de aktuella utbrotten (Tabell 2) har man lyckats identifiera spridningsvägen för EHEC-smitta och det är svårt att göra det även med ett samlat underlag om utbrotten och de fåtal kartläggningar (Kindle et al., 2019, Mäde et al., 2017) som gjorts. I flera av de aktuella utbrottsrapporteringarna föreslår man att vetet blivit förorenat med STEC på fältet innan skörd, med utsäde, bevattningssvatten, jord, djurspillning (vitsvanshjort eller skadedjur) och stallgödsel som möjliga föroreningskällor. Slam som spridits på åkermarken liksom spillning från andra vilda djur såsom vildsvin är ytterligare möjliga källor till förorening. STEC kan också ha kontaminerat det tröskade vetet i senare led av produktionen via kontakt med förorenad jord, gödsel eller kontaminerade grödor, t.ex. i samband med transport mellan de olika produktionsstegen, eller via spillning på gården från fåglar och gnagare. Även användning av förorenat vatten i konditioneringssteget vid malningen har föreslagits vara en möjlig introduktionsväg, liksom kontakt med förorenade mjölrester på utrustning och i dåligt rengjorda utrymmen i kvarnen. STEC som väl har introducerats i vetet kan sedan få möjlighet att tillväxa under bristande hygieniska förhållanden avseende vattenhalt, temperatur och lagringstid i samband med torkning, lagring och malning I t.ex. en tysk provtagning av mjöl hade de kvarnar som ingick i undersökningen mycket olika hygienisk standard och andelen PCR-positiva mjölprov (ej isolerade STEC) var generellt högre i prov från kvarnar med sämre hygieniska förhållanden (Mäde et al., 2017).

Fråga 2 Finns det några produktionssätt eller riskbeteenden som gör smittvägen aktuell i Sverige?

STEC kan förorena vetet i alla led av produktionen (Figur 1). Vissa av de föroreningskällor som föreslagits i svaret på fråga 1 kan vara relevanta även ur ett svenskt perspektiv, såsom stallgödsel och spillning från skadedjur och vilda djur (undantaget vitsvanshjort som inte finns i Sverige). Det är dock svårt att utifrån tillgänglig information om produktionssätt i Sverige kontra de utbrottsdrabbade länderna (USA och Kanada) och länder med visad hög förekomst av STEC i vetemjöl (Tyskland och

Schweiz) kunna bedöma hur pass relevant smittvägen är för svensk del. Det tycks i dagsläget vara vanligare att bevattna vete i USA jämfört med Sverige och Tyskland, men med ett varmare och torrare klimat skulle det kunna bli vanligare även här. Överlag är det dock, oavsett land, viktigast med ett produktionssätt och en utrustning som genomgående ger en hygienisk tillverkning. Det förutsätter att producenterna följer regler och riktlinjer och tar höjd för detta i sina planer (grundförutsättningar och HACCP-förfaranden) genom processer som ger hygieniska förhållanden, inklusive rutiner för rengöring av utrustning. I det ingår även egenkontroll i de olika produktionsstegen så att förhållandet mellan vattenhalt, temperatur och lagringstid kan följas och optimeras.

De riskbeteenden som omnämns i utbrottsrapporteringarna av STEC-förorenat vetemjöl och mjölprodukter är bakning, konsumtion av hemmagjord eller färdigförpackad deg och smet liksom mjölprodukter som är avsedda att slutberedas i hemmet och som inte är tillräckligt uppvärmda. Att låta barn leka med deg gjord på mjöl – vanlig bakdeg eller ”play-dough” – tillhör också riskbeteenden enligt de fall-kontrollstudier som gjorts i samband med de aktuella utbrotten i Nordamerika. Ifall förorenade mjölprodukter släpps på marknaden i Sverige så är detta riskfaktorer och beteenden som är relevanta även ur ett svenskt perspektiv.

Fråga 3 Sker till Sverige någon införsel eller import av produkter som kan medföra en risk?

Följande livsmedelsprodukter har kopplats till EHEC-utbrotten i fråga:

- Vetemjöl
- Produkter av vetemjöl för vilka den slutliga beredningen sker i hemmet
 - färdigförpackad kakdeg
 - kak- och brödmixer
 - ej tillagade degprodukter

Importstorleken i ton för aktuella KN-koder (tullnummer för olika varugrupper) och länder togs fram för 2016 och 2017 med hjälp av Tullverkets importstatistik. Sverige importerar de aktuella produkterna från USA, men inte från Kanada (Tabell 3). Den totala direktkonsumtionen i Sverige av vetemjöl, rågmjöl och mjöl av annan spannmål var 8,2 kg per person år 2016, motsvarande 81369 ton totalt (SJV, 2018b). Direktkonsumtionen av mjölprodukter såsom mixer m.m. av mjöl eller stärkelse (inkl. vällingpulver, exkl. maltextrakt) var 1,1 kg, motsvarande 10915 ton (SJV, 2018). Det innebär att importen från Nordamerika av vetemjöl och vete-/rågmjöl (262 ton år 2016) samt mjölprodukter (163 ton år 2016) utgör, grovt räknat, en mycket liten andel (<1 procent) av den svenska konsumtionen av dessa livsmedel. Denna andel utgör ändå många ton. Sannolikheten för att exponeras beror på vilka livsmedel det är och vad de används till, uppgifter som idag saknas. Risken att insjukna i EHEC till följd av konsumtion av mjöl eller mjölprodukter som importerats från Nordamerika är följaktligen inte försumbar, men bedöms vara mycket liten. Årets värmebölja liksom ett varmare och torrare klimat kan på sikt komma att öka importen av sådana varor⁶.

⁶ https://www.food-supply.se/article/view/610242/torkan_en_risk_for_svenska_livsmedel, 2018-06-28.

Tabell 3. Import av vetemjöl och aktuella mjölprodukter från Nordamerika år 2016 och 2017. Livsmedel är indelade enligt Tullverkets kategorisering (KN-kodning).

KN-kodning (8-sifferkod)	Varugrupp	Importland	Import i ton 2016	Import i ton 2017
11010015 + 11010090	Mjöl, finmalet av vete (exklusive durumvete) eller av blandsäd av vete och råg	Totalt	22877	27505
		Kanada	0	0
		USA	262	230
19012000	Mixer och deg av mjöl, krossgryn, stärkelse eller maltextrakt, som inte innehåller kakao eller innehåller < 40 viktprocent kakao beräknat på helt avfettad bas, i.a.n. samt blandningar och deg av mjölkprodukter, som inte innehåller kakao eller innehåller < 5 viktprocent kakao beräknat på helt avfettad bas, i.a.n. för beredning av bakverk	Totalt	21089	17585
		Kanada	0	0
		USA	163	65

Osäkerheter

Spridningsvägarna i de aktuella EHEC-utbrotten som underlaget bygger på är inte klarlagda. För att bättre kunna bedöma spridningsvägar och huruvida frågan är aktuell i Sverige, behövs mer data om förekomst och halter av STEC i olika led av produktionen. Både svenska och internationella data saknas. Det behövs också ökad kunskap om vilka sjukdomsframkallande typer och varianter av STEC som kan finnas i mjöl. Vidare behövs ökad kunskap om olika beteenden såsom bakning och tillagning av icke-värmebehandlade mjölprodukter och vilken betydelse det har ifall mjölet är förorenat. För att bättre kunna värdera risken att insjukna i EHEC till följd av konsumtion av mjöl eller icke-värmebehandlade mjölprodukter som importerats från Nordamerika behövs också bättre kännedom om vilka sådana livsmedel som importeras och vad de används till.

Referenser

- ADAMS, M. R. & MOSS, M. O. 2008. Food Microbiology. Third edition. The Royal Society Chemistry publishing.
- ANNONYM 2015. Slam- och restproduktspolicy. Lantmännen Lantbruk.
<http://www.lantmannenlantbruk.se/sv/Affarsvillkor/Inkopsvillkor-/Slam--och-restproduktspolicy-2015/>.
- ANONYM 2013. Nationella Branschriktlinjer för livsmedels- och fodersäkerhet vid produktion av spannmål, oljeväxter och trindsäd. Lantbrukarnas Riksförbund, Föreningen Sveriges Spannmålsodlare och Sveriges Frö- och Oljeväxtodlare. Version 2013-12-01.
- ANONYM 2014. Infektion med EHEC/VTEC - Ett nationellt strategidokument. Jordbruksverket, Livsmedelsverket, Folkhälsomyndigheten, Socialstyrelsen och Statens Veterinärmedicinska Anstalt. Dec- 2014.
- BERGHOFER, L. K., HOCKING, A. D., MISKELLY, D. & JANSSON, E. 2003. Microbiology of wheat and flour milling in Australia. *Int J Food Microbiol*, 85, 137-149.
- BOSCH, S. A. 2013. Human Escherichia coli O121 Infections Linked to Frozen Snack Foods — U.S., 2013. At InForm Annual Meeting, San Antonio, TX November 19, 2013.
- BOSS, R. & HUMMERJOHANN, J. 2019. Whole Genome Sequencing Characterization of Shiga Toxin-Producing Escherichia coli Isolated from Flour from Swiss Retail Markets. *J Food Prot*, 82, 1398-1404.
- BRANDT, A. 2016. Understanding Pathogenic E. coli in Flour and Other Low Moisture Food Products. At the Tortilla Industry Association 2016 Technical Conference.
- BYRD-BREDBENNER, C., ABBOT, J. M., WHEATLEY, V., SCHAFFNER, D., BRUHN, C. & BLALOCK, L. 2008. Risky eating behaviors of young adults-implications for food safety education. *J Am Diet Assoc*, 108, 549-552.
- CDC 2019. Centers for Disease Control and Prevention. Outbreak of E. coli infections linked to flour, final update. <https://www.cdc.gov/ecoli/2019/flour-05-19/index.html>, 2019-11-28.
- CROWE, S. J., BOTTICCHIO, L., SHADE, L. N., WHITNEY, B. M., CORRAL, N., MELIUS, B., ARENDS, K. D., DONOVAN, D., STONE, J., ALLEN, K., ROSNER, J., BEAL, J., WHITLOCK, L., BLACKSTOCK, A., WETHERINGTON, J., NEWBERRY, L. A., SCHROEDER, M. N., WAGNER, D., TREES, E., VIAZIS, S., WISE, M. E. & NEIL, K. P. 2017. Shiga Toxin-Producing E. coli Infections Associated with Flour. *N Engl J Med*, 377, 2036-2043.
- DÜV 2017. Düngeverordnung, DüV (2017). "Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung - DüV)" Bundesgesetzblatt 1:1305.
- EKONG, P. S., SANDERSON, M. W. & CERNICCHIARO, N. 2015. Prevalence and concentration of Escherichia coli O157 in different seasons and cattle types processed in North America: A systematic review and meta-analysis of published research. *Prev Vet Med*, 121, 74-85.
- ERIKSSON, E. 2010. Verotoxinogenic Escherichia coli O157:H7 in Swedish Cattle and Pigs. Doctoral Thesis. Uppsala, Sweden: Swedish University of Agricultural Sciences, 2010.
- FAO & WHO 2018. World Health Organization & Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018. Shiga toxin-producing Escherichia coli (STEC) and food: attribution, characterization, and monitoring: report. ISSN 1726-5274.
- FOLKHÄLSOMYNDIGHETEN 2019a. Folkhälsomyndigheten. Sjukdomsinformation om enterohemorragisk E. coli-infektion (EHEC). <https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittskydd-beredskap/smittsamma-sjukdomar/enterohemorragisk-e-coli-infektion-ehec/>, 2019-11-28.
- FOLKHÄLSOMYNDIGHETEN 2019b. Folkhälsomyndigheten. Sjukdomsstatistik - enterohemorragisk E. coli infektion (EHEC). <https://www.folkhalsomyndigheten.se/folkhalsorapportering-statistik/statistik-a-o/sjukdomsstatistik/enterohemorragisk-e-coli-infektion-ehec/>, 2019-11-28.

- FORGHANI, F., DEN BAKKER, M., FUTRAL, A. N. & DIEZ-GONZALEZ, F. 2018. Long-Term Survival and Thermal Death Kinetics of Enterohemorrhagic *Escherichia coli* Serogroups O26, O103, O111, and O157 in Wheat Flour. *Appl Environ Microbiol*, 84.
- FORGHANI, F., DEN BAKKER, M., LIAO, J. Y., PAYTON, A. S., FUTRAL, A. N. & DIEZ-GONZALEZ, F. 2019. Salmonella and Enterohemorrhagic *Escherichia coli* Serogroups O45, O121, O145 in Wheat Flour: Effects of Long-Term Storage and Thermal Treatments. *Front Microbiol*, 10, 323.
- GIERALTOWSKI, L., SCHWENSOHN, C., MEYER, S., EIKMEIER, D., MEDUS, C., SORENSON, A., FORSTNER, M., MADAD, A., BLANKENSHIP, J., FENG, P. & WILLIAMS, I. 2017. Notes from the Field: Multistate Outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 Infections Linked to Dough Mix - United States, 2016. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 66, 88-89.
- GILBERT, S., LAKE, R., CRESSEY, P. & KING, N. 2010. Risk profile: Salmonella (non-typhoidal) in cereal grains. Institute of Environmental Science & Research Limited. Prepared for New Zealand Food Safety Authority. <http://www.foodsafety.govt.nz/elibrary/industry/salmonella-in-cereals.pdf>.
- GILL, A., CARRILLO, C., HADLEY, M., KENWELL, R. & CHUI, L. 2019a. Bacteriological analysis of wheat flour associated with an outbreak of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O121. *Food Microbiol*, 82, 474-481.
- GILL, A., MCMAHON, T., DUSSAULT, F. & PETRONELLA, N. 2019b. Shiga toxin-producing *Escherichia coli* survives storage in wheat flour for two years. *Food Microbiol*.
- GREENE, S. 2012. Thermal inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella Agona* in wheat flour. Doctoral Thesis. Blacksburg, VA, USA: Virginia Polytechnic Institute and State University, 2012.
- ILSI 2011. Persistence and survival of pathogens in dry foods and dry food processing environments. Report of International Life Sciences Institute (ILSI) Europe.
- JAY, M. T., COOLEY, M., CARYCHAO, D., WISCOMB, G. W., SWEITZER, R. A., CRAWFORD-MIKSZA, L., FARRAR, J. A., LAU, D. K., O'CONNELL, J., MILLINGTON, A., ASMUNDSON, R. V., ATWILL, E. R. & MANDRELL, R. E. 2007. *Escherichia coli* O157:H7 in feral swine near spinach fields and cattle, central California coast. *Emerg Infect Dis*, 13, 1908-1911.
- KINDLE, P., NUESCH-INDERBINEN, M., CERNELA, N. & STEPHAN, R. 2019. Detection, Isolation, and Characterization of Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* in Flour. *J Food Protect*, 82, 164-167.
- LAWLEY, R., CURTIS, L. & DAVIS, J. 2012. The Food Safety Hazard Guidebook, 2nd Edition. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.
- MARTINEZ, B., STRATTON, J., BIANCHINI, A., WEGULO, S. & WEAVER, G. 2015. Transmission of *Escherichia coli* O157:H7 to internal tissues and its survival on flowering heads of wheat. *J Food Prot*, 78, 518-524.
- MCCALLUM, L., PAINE, S., SEXTON, K., DUFOUR, M., DYET, K., WILSON, M., CAMPBELL, D., BANDARANAYAKE, D. & HOPE, V. 2013. An outbreak of *Salmonella* Typhimurium phage type 42 associated with the consumption of raw flour. *Foodborne Pathog Dis*, 10, 159-164.
- MORTON, V., CHENG, J. M., SHARMA, D. & KEARNEY, A. 2017. Notes from the Field: An Outbreak of Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* O121 Infections Associated with Flour - Canada, 2016-2017. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 66, 705-706.
- MYODA, S. P., GILBRETH, S., AKINS-LEVENTHAL, D., DAVIDSON, S. K. & SAMADPOUR, M. 2019. Occurrence and Levels of *Salmonella*, Enterohemorrhagic *Escherichia coli*, and *Listeria* in Raw Wheat. *J Food Prot*, 82, 1022-1027.
- MÄDE, D., GEUTHNER, A. C., IMMING, R. & WICKE, A. 2017. Detection and isolation of Shiga-Toxin producing *Escherichia coli* in flour in Germany between 2014 and 2017. *J Consum Prot Food Saf*, 12, 245.
- NEIL, K. P., BIGGERSTAFF, G., MACDONALD, J. K., TREES, E., MEDUS, C., MUSSER, K. A., STROIKA, S. G., ZINK, D. & SOTIR, M. J. 2012. A novel vehicle for transmission of *Escherichia coli* O157:H7 to humans: multistate outbreak of *E. coli* O157:H7 infections associated with consumption of ready-to-bake commercial prepackaged cookie dough--United States, 2009. *Clin Infect Dis*, 54, 511-518.

- PERSAD, A. K. & LEJEUNE, J. T. 2014. Animal Reservoirs of Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli*. *Microbiol Spectr*, 2, EHEC-0027-2014.
- ROBERTSON, J., LIN, J., LEVETT, P. N., NADON, C., NASH, J. & BERRY, C. 2018. Complete Genome Sequence of an *Escherichia coli* O121:H19 Strain from an Outbreak in Canada Associated with Flour. *Genome Announc*, 6.
- SANNÖ, A. 2018. Enteropathogenic *Yersinia* spp. and *Salmonella* spp. in Swedish wild boars - The presence and molecular epidemiology. Doctoral Thesis. Uppsala, Sweden: Swedish University of Agricultural Sciences, 2018.
- SJV 2018a. Jordbruksmarkens användning 2018, preliminär statistik. Statistiska meddelanden JO 10 SM 1801. Jordbruksverket.
- SJV 2018b. Jordbruksstatistisk sammanställning 2018 med data om livsmedel - tabeller, kapitel 17. Jordbruksverket, Statistiska centralbyrån.
- SJV 2018c. Rekommendationer för gödsling och kalkning 2019. Jordbruksverket. *Jordbruksinformation* 18 – 2018.
https://www2.jordbruksverket.se/download/18.47f1061167704c09faa019/1543994500651/jo18_18v2.pdf.
- SJV 2019. Stallgödsel i veteodling. Jordbruksverket.
<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/jordbruksgrador/vete/vaxtnaring/stallgodsel.4.32b12c7f12940112a7c800020963.html>, 2019-12-03.
- SUEHR, Q. J., ANDERSON, N. M. & KELLER, S. E. 2019. Desiccation and Thermal Resistance of *Escherichia coli* O121 in Wheat Flour. *J Food Prot*, 82, 1308-1313.
- WAHLSTRÖM, H., TYSÉN, E., OLSSON ENGVALL, E. & VÅGSHOLM, I. 2003. Survey of *Campylobacter* species, VTEC O157 and *Salmonella* species in Swedish wildlife. *Vet Rec*, 153, 74-80.
- WIDGREN, S. 2016. Studies on verotoxigenic *Escherichia coli* O157 in Swedish cattle. From sampling to disease spread modelling. Doctoral thesis. Uppsala, Sweden: Swedish University of Agricultural Sciences, 2016.
- WU, S., RICKE, S. C., SCHNEIDER, K. R. & AHN, S. 2017. Food safety hazards associated with ready-to-bake cookie dough and its ingredients. *Food Control*, 73, 986-99.

Denna rapport är ett vetenskapligt underlag om shigatoxin-producerande Escherichia coli (STEC) i vetemjöl. De STEC som orsakar infektion hos människa kallas enterohemorragiska E. coli (EHEC). De senaste åren har det i Nordamerika varit några EHEC-utbrott där smittkällan har varit vetemjöl eller icke-värmebehandlade mjölprodukter. Syftet med underlaget var att sammanställa vad det är som ligger bakom de aktuella utbrotten och bedöma om motsvarande utbrott skulle kunna hända i Sverige.

Livsmedelsverket är Sveriges expert- och centrala kontrollmyndighet på livsmedelsområdet. Vi arbetar för säker mat och bra dricksvatten, att ingen konsument ska bli lurad om vad maten innehåller och för bra matvanor. Det är vårt recept på matglädje.