

Hemfermentering av vegetabilier

– mikrobiologisk riskvärdering av kombucha, tempeh
och mjölksyrade vegetabilier



Denna titel kan laddas ner från: [Livsmedelsverkets publikationer](#)

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

© Livsmedelsverket, 2024.

Författare:

John Bylund.

Rekommenderad citering:

Livsmedelsverket. Bylund, J. 2024. PM 2024: Hemfermentering av vegetabilier – mikrobiologisk riskvärdering av kombucha, tempeh och mjölksyrade vegetabilier. Livsmedelsverkets PM. Uppsala..

PM 2024

ISSN 1104-7089

Omslag: Livsmedelsverket

Förord

Detta PM utgör ett vetenskapligt underlag om de mikrobiologiska risker som finns i samband med att de fermenterade livsmedlen kombucha, tempeh och mjölksyrade vegetabilier tillverkas i hemmet för privat konsumtion. Underlaget kommer att ligga till grund för bedömning om det behövs ytterligare hanteringsåtgärder än de nuvarande hygienråden som finns kring tillverkning av fermenterade livsmedel. Underlaget är uppdelat i faroidentifiering, farokarakterisering, exponeringsuppskattning och riskkarakterisering, där de specifika frågeställningarna besvaras.

Ansvariga för rapportens innehåll är John Bylund.

Rapporten har granskats av Jonas Toljander.

Livsmedelsverket

Helena Brunnkvist

Avdelningschef, Avdelningen för risk- och nyttovärdering

Februari 2024

Innehåll

Sammanfattning	7
Bakgrund	8
Specifika frågor att besvara:.....	9
Data och metoder	10
Data och datakällor	10
Avgränsningar.....	11
Introduktion om fermenterade livsmedel	12
Vad är fermentering?	12
Mjölksyrade vegetabilier	12
Surkål.....	13
Kimchi	14
Påverkar joderat salt mjölksyrningen?.....	14
Kombucha.....	14
Tempeh.....	15
Förskämning	15
Påverkan på mikrobiotan i tarmen	16
Mjölksyrade vegetabilier	17
Tempeh.....	18
Kombucha.....	18
Faroidentifiering.....	19
Mjölksyrade vegetabilier	19
Patogena bakterier	19
Norovirus.....	19
Biogena aminer	20
Tempeh.....	20
Patogena bakterier	20
Biogena aminer	21
Mykotoxiner	21
Kombucha.....	21
Farokarakterisering	22

Clostridium botulinum	22
Listeria monocytogenes	22
Salmonella	22
Patogena E.coli	23
Norovirus	23
Biogena aminer	23
Exponeringsuppskattning	24
Mjölksyrade vegetabilier	24
Patogena bakterier	24
Norovirus	27
Biogena aminer	27
Tempeh	29
Patogena bakterier	29
Biogena aminer	29
Kombucha	30
Patogena bakterier	30
Riskkaraktisering	31
Mjölksyrade vegetabilier	31
Patogena mikroorganismer	31
Tempeh	32
Kombucha	33
Referenser	34

Sammanfattning

Fermentering, även kallad jäsning eller syring, av livsmedel är en konserveringsmetod som både förlänger hållbarheten på livsmedlet och bidrar till att ge den färdiga produkten önskade egenskaper. Den här rapporten handlar om vilka mikrobiologiska risker som finns i samband med att fermenterade livsmedel tillverkas i privatpersoners egna kök. Rapporten fokuserar på mjölksyrade vegetabilier, tempeh, och kombucha, eftersom det är troligt att dessa produkter tillverkas hemma i privatpersoners kök i Sverige.

Sjukdomsframkallande mikroorganismer kan antingen förekomma naturligt på råvarorna, eller tillföras vid beredning, exempelvis från köksutrustningen eller från händerna på den person som bereder livsmedlet. Vilka mikrobiologiska faror som är aktuella kan variera mellan olika produkter och typ av fermentering. Vid en lyckad mjölksyrning av vegetabilier konkurreras skadliga bakterier ut när mjölksyrabakterier växer till och sänker pH i livsmedlet. Om vegetabilier fermenteras i kylskåpstemperatur eller med en hög salthalt så hämmas tillväxten av mjölksyrabakterier vilket leder till att avdödningen av eventuella sjukdomsframkallande bakterier sker långsammare. Skadliga bakterier som STEC och *Listeria monocytogenes* vilka överlever vid låga temperaturer och låga pH-värden utgör därför en risk i mjölksyrade vegetabilier om mjölksyrabakterier inte snabbt kan sänka pH under de första dygnet av fermenteringen.

Mängden biogena aminer som bildas under fermenteringen påverkas av flera olika faktorer som är svåra att kontrollera, till exempel vilka bakteriestammar som etableras i livsmedlet. Vissa asiatiska typer av mjölksyrade vegetabilier, till exempel kimchi, kan innehålla höga halter av biogena aminer. De höga halterna i dessa livsmedel beror framför allt på att det vid tillredningen ingår fermenterade fisk- och skaldjursprodukter, vilka i sig kan innehålla höga halter av biogena aminer.

Risken för att sjukdomsframkallande mikroorganismer skall överleva i kombucha bedöms som låg. Dels för att mikroorganismer som eventuellt har förorenat råvarorna avdödas när vattnet kokas upp vid bryggningen av teet. Vid fermenteringen sjunker pH vilket skapar en ogynnsam miljö för skadliga mikroorganismer som kan ha förorenat drycken vid tillredningen.

Flera sjukdomsframkallande bakterier har visat sig ha möjlighet att tillväxa samtidigt som tempehn fermenterar. Dessutom kan vissa arter av mögelsvampen *Rhizopus microsporus*, vilka kan användas för att tillverka tempeh, bära på endobakterier med förmågan att producera toxiner som till exempel rhizoxin. Det är därför viktigt att rena startkulturer med kända mögelstammar används vid tillverkning. Det är också viktigt att tempeh tillagas innan det äts och att åtgärder görs för att minska risken för korskontaminering när tempeh hanteras i hemmamiljö.

Bakgrund

Fermentering, även kallad jäsning eller syring, av livsmedel är ett slags konserveringsmetod som har använts i flera tusen år. Den förlänger hållbarheten på livsmedlet och bidrar också till andra önskade egenskaper hos den färdiga produkten. Det finns nu dels ett växande intresse av att fermentera hemma, särskilt vegetabilier av olika slag, dels en ökande medvetenhet om behovet av att ha en hemberedskap. Det finns böcker om fermentering och på internet finns även hemsidor med instruktioner samt videofilmer. I många recept finns anvisningar om använda ekologiska råvaror eller jodfritt salt med hänvisning till att fermenteringsprocessen annars kan påverkas negativt.

Vid fermentering används olika typer av mikroorganismer i syfte att ge livsmedlet en viss egenskap i form av lukt, smak, konsistens eller syrlighet. Fermentering kan göras med hjälp av mjölksyrabakterier, jäst- och mögelsvampar. Det kan göras antingen genom att man tillsätter specifika mikroorganismer, så kallad startkultur, eller genom att man använder de mikroorganismer som finns naturligt på olika råvaror. Exempel på livsmedel som kan fermenteras hemma är te, mjölk, gurka, tomat, äppeljuice, kål av olika slag, sojabönor och andra bönor, samt kött (charktillverkning). Även bakning med surdeg är ett slags fermentering.

En riskvärdering om sillinläggning, gravning och hemkonservering publicerades 2017 (Livsmedelsverkets rapport nr 8 del 2 – 2017). I det underlaget ingick ett kort stycke om mjölksyrning av grönsaker, men inget om andra typer av fermentering. I en annan rapport om näringsförändringar vid tillagning och förvaring (Livsmedelsverkets rapport nr 21, del 2-2017) finns ett kort, övergripande stycke om fermenteringens påverkan på näringsinnehåll, särskilt med avseende på nedbrytning av fytinsyra i spannmål. I en rapport om förskämning finns en översiktlig genomgång över vilka förskämningsorganismer som är vanliga i olika typer av livsmedel (Livsmedelsverkets rapport nr 1– 2023).

Det saknas vetenskapligt underlag som grundligt beskriver risker med fermentering av livsmedel och vi vet därför vi inte om det finns några risker med att fermentera hemma. Syftet med denna riskvärdering är att öka kunskaperna kring mikrobiologiska risker kring några typer av livsmedel som är vanliga vid hemfermentering.

Syfte

Ta fram ett vetenskapligt underlag om risker och nyttor med hemfermentering av olika typer av livsmedel.

Specifika frågor att besvara:

Utgå från olika typer av livsmedel, till exempel te, mjölk, surdeg, bönor, kål och andra grönsaker, och att dessa hemfermenteras antingen genom tillsats av olika mikroorganismer, det vill säga köpta mjölksyrabakterier, jäst- och mögelsvampar, eller genom att skapa sina egna fermenteringskulturer utifrån den bakgrundsflora som finns naturligt på råvarorna.

1.
 - a. Finns det några mikrobiologiska faror kopplade till hemfermenterade livsmedel, i så fall vilka och varför kan konsumtion av dessa medföra en hälsorisk?
 - *Vad finns det för faror om fermenteringen inte fungerar som tänkt, t.ex. om pH inte sjunker tillräckligt snabbt*
 - *Vad finns det för faror om fermenteringen har fungerat som tänkt men att livsmedlet förvaras en lång tid?*
 - b. Om möjligt, finns det några skillnader i risk med fermentering mellan konventionellt och ekologiskt producerade råvaror.
 - c. Kan användningen av joderat salt påverka fermenteringen negativt vid syring av vegetabilier?
 - d. Finns det några särskilda riskgrupper som bör undvika hemfermenterade livsmedel, i så fall vilka?
2. Finns det förskämningsorganismer som är specifikt relevanta för hemfermenterade livsmedel?
3. Hur påverkas tarmfloran av att äta fermenterade livsmedel?

Data och metoder

Data och datakällor

Detta vetenskapliga underlag bygger på data från litteraturen och till viss del på egen bearbetning av data som tagits fram i publicerade studier. Söksträngarna är dokumenterade i Tabell 1.

Utöver systematiska litteratursökningar användes artiklar och bokkapitel som påträffades i referenslistor eller genom explorativa sökningar i Google och Google Scholar, samt tidigare publicerade vetenskapliga underlag från Livsmedelsverket, Europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet (EFSA) och andra myndigheter.

Tabell 1-Litteratursökningar som gjordes för att hitta information om fermenterade vegetabilier

Databas	Datum	Information söktes om	Söksträng	Sökträffar	Urval
Pubmed	2023-09-28	Vetenskapliga artiklar om utbrott eller förekomst av bakteriella patogener i fermenterade vegetabilier, tempeh, kombucha	("Fermentation"[Mesh] OR Fermentation[tiab] OR Lacto-fermentation[tiab]) AND (vegetable*[tiab] OR cucumber OR sauerkraut[tiab] OR kimchi[tiab] OR kombucha[tiab] OR tempeh[tiab] OR pickle* [tiab]) AND (outbreak[tiab] OR botulism [tiab] OR Clostridium botulinum[tiab] OR STEC[tiab] or salmonella [tiab] OR listeria OR pathogen*[tiab] OR risk*[tiab]) NOT (mastitis OR silage)	268	31*
FSTA	2022-12-22	Vetenskapliga artiklar om utbrott eller förekomst av bakteriella patogener i fermenterade vegetabilier, tempeh eller kombucha.	(Fermentation OR Lacto-fermentation) AND (vegetable* OR cucumber OR Pickle* OR sauerkraut OR kimchi) AND (outbreak OR botulism OR Clostridium botulinum OR STEC or salmonella OR listeria OR pathogen*OR risk*) NOT (mastitis OR silage)	487	16*
Pubmed	2023-09-27	Vetenskapliga artiklar om förekomst av biogena aminer i fermenterade vegetabilier, tempeh, kombucha.	("Fermentation"[Mesh] OR Fermentation[tiab] OR Lacto-fermentation[tiab]) AND (vegetable*[tiab] OR cucumber OR sauerkraut[tiab] OR kimchi[tiab] OR kombucha[tiab] OR yoghurt[tiab] OR tempeh[tiab] OR pickle*[tiab]) AND (Histamine* OR amine*)	63	2
Pubmed	2023-09-27	Artiklar om förskämning av fermenterade vegetabilier, tempeh eller kombucha.	spoilage[Title] OR "microbial quality"[Title] OR "shelf-life"[Title]) AND (ferment*[Title] OR sauerkraut[Title] OR Kimchi[Title] OR tempeh[Title] OR pickle*[Title] OR kombucha[Title]) AND (microb*[Title] OR microorganism*[Title] OR bacteri*[Title] OR yeast*[Title] OR mould*[Title] OR fung*[Title])	41	1
FSTA	2023-10-20	Översiktsartiklar om förskämning av	spoilage AND (ferment* OR sauerkraut OR Kimchi OR tempeh OR pickle* OR	183	1

Databas	Datum	Information söktes om	Söksträng	Sökträffar	Urval
		fermenterade fermenterade vegetabilier, tempeh eller kombucha.	kombucha) AND (microb* OR microorganism* OR bacteri* OR yeast* OR mould* OR fung*)		
Pubmed	2022-12-22	Vetenskapliga artiklar om tillsats av jod påverkar på fermenteringsprocessen.	("Fermentation"[Mesh] OR Fermentation[tiab] OR Lacto-fermentation[tiab]) AND (vegetable*[tiab] OR cucumber OR sauerkraut[tiab] OR kimchi[tiab] AND iodine*)	4	2
FSTA	2022-12-22	Vetenskapliga artiklar om tillsats av jod påverkar på fermenteringsprocessen.	("Fermentation OR Lacto-fermentation) AND (vegetable* OR cucumber OR sauerkraut OR kimchi) AND iodine*	21	2
Pubmed	2023-11-02	Vetenskapliga artiklar om fermenterade livsmedels påverkan på mikrobiotan i tarmen.	("Fermentation"[Mesh] OR Fermentation[tiab] OR Lacto-fermentation[tiab]) AND (vegetable*[tiab] OR cucumber OR sauerkraut[tiab] OR kimchi[tiab] OR kombucha[tiab] OR tempeh[tiab] OR pickle* [tiab]) AND (microbiota[Tiab] OR microbiome[Tiab]) AND (gut[Tiab] OR gastrointestinal[Tiab])	94	8

* Tolv artiklar hittades i både Pubmed och FSTA

Avgränsningar

Den här riskvärderingen fokuserar på de mikrobiologiska risker som finns i samband med att fermenterade livsmedel tillverkas i privatpersoners egna kök. Riskvärderingen tar inte upp positiva hälsoeffekter som kan finnas med att äta fermenterade vegetabilier. Riskvärderingen fokuserar på följande livsmedel: Mjölksyrade vegetabilier, tempeh, och kombucha.

Anledningen till att dessa livsmedel har valts ut är därför att de är troligt att de tillverkas hemma i privatpersoners kök i Sverige. Risken för mykotoxiner bedöms bara utifrån om de kan bildas under själva tillverkningen och risker med mykotoxiner som kan ha bildats i råvarorna tidigare i livsmedelskedjan tas därför inte med. Riskvärderingen tar inte upp fermentering av mejeriprodukter, alkoholhaltiga drycker eller surdegsjästa bröd.

Introduktion om fermenterade livsmedel

Vad är fermentering?

Olika typer av fermenterade livsmedel har tillverkats av människor över hela världen i tusentals år. Syftet att fermentera livsmedel kan vara att öka hållbarheten, men fermentering kan också användas för att öka näringstillgängligheten eller för att förbättra smaken och konsistensen hos livsmedel. Detta innebär att det finns en myriad av olika slags fermenterade livsmedel som tillverkas med olika råvaror och mikroorganismer. Fermenterade livsmedel kan grovt delas in i nio grupper som visas i tabell 2.

Inom biokemi definieras fermentering strikt som en process där organiska föreningar oxideras utan syre. Denna definition täcker dock inte in alla livsmedel som brukar betraktas som fermenterade, till exempel vinäger som tillverkas med hjälp av aeroba ättikssyrabakterier. En bredare definition av fermenterade livsmedel som har föreslagits är att fermenterade livsmedel är produkter som tillverkats genom önskvärd mikrobiologisk tillväxt och enzymatisk konvertering av råvaror (Marco et al., 2021).

Tabell 2-Olika typer av fermenterade livsmedel efter Tamang et al (2016)

Livsmedelskategori	Exempel
Spannmål	Bröd, injera, afrikanska gröter.
Grönsaker	Surkål, kimchi, oliver, gurkor.
Baljväxter	Tempeh, miso, sojasås, natto, fermenterad tofu
Rotsaker	Afrikanska rätter tillverkade av cassava.
Mjölprodukter	Yoghurt, ost, kefir
Kött	Salami, mjölksyrade korvar
Fisk	Fisksås, surströmming.
Alkoholhaltiga drycker.	Vin, cider, öl
Övrigt fermenterat	Kombucha, vinäger, tusenåriga ägg

Mjölksyrade vegetabilier

Mjölksyrning av vegetabilier var tidigare en vanlig konserveringsmetod och metoden används i flera olika delar av världen. Vid mjölksyrning fermenteras vegetabilier, kryddor och salt i en anaerob miljö. Vissa produkter tillverkas genom att vegetabilier strimlas eller finfördelas och torrsaltas. Andra produkter, till exempel saltgurka, tillverkas genom att grönsaker fermenteras i en saltlag. Mjölksyrabakterier utgör en mycket liten andel av mikrobiotan på färska

vegetabilier men tack vare tillsats av salt och den anaeroba miljön skapas en gynnsam miljö där mjölksyrabakterier på kort tid kan tillväxa och dominera mikrobiotan (Miller et al., 2019). I början av fermenteringen är diversiteten av mikroorganismer stor och en rad aeroba och fakultativt anaeroba mikroorganismer kan tillväxa. Mjölksyrabakterier fermenterar kolhydrater till mjölksyra vilket sänker pH, något som skapar en än mer gynnsam miljö för mjölksyrabakterier. Efter de första dygnen domineras mikrobiotan av fakultativt anaeroba heterofermentativa¹ mjölksyrabakterier som *Leuconostoc* spp. Efter ytterligare några dygn har pH sjunkit ytterligare och mer syratoleranta homofermentativa² stammar av mjölksyrabakterer utgör i stället största andelen av mikrobiotan. I slutskedet av fermenteringen ökar andelen heterofermentativa mjölksyrabakterier som till exempel *Levilactobacillus brevis* (Thierry et al., 2023, Wang et al., 2020, Gaudioso et al., 2022). Vilka arter av mjölksyrabakterier som dominerar mikrobiotan påverkas av många olika faktorer, bland annat av salthalt, fermenteringstemperatur, vilka råvaror som används och om råvarorna strimlats eller inte (Stoll et al., 2020, Kyung et al., 2015).

Surkål

Surkål tillverkas vanligtvis genom att vitkål strimlas och blandas med 1-3 % salt (natriumklorid) (Viander et al., 2003). För att skapa anaerob miljö som gynnar mjölksyrabakterier fermenteras vegetabilier i hemmamiljö ofta i en burk med lock, med vattenlås eller genom att täcka ytan med en plastpåse för att hålla kålen under vätskeytan. Recept vid hemmafermentering av surkål anger att jäsningen skall pågå i rumstemperatur i mellan 4 till 14 dagar. Dessutom anges ofta att kålen skall stå svalt eller i kylskåp ytterligare två till fyra veckor innan den är färdig att ätas (www.ica.se, 2023, www.receptfavoriter.se, 2023b, www.receptfavoriter.se, 2023a).

Vid kommersiell tillverkning av syrade vegetabilier används ofta spontanjäsnings även om startkulturer ibland används (Adams and Moss, 2008). Vid hemfermentering används sällan startkulturer men vissa recept rekommenderar att man skall blanda i färdigsyrate vegetabilier eller vassle från yoghurt/filmjolk till vegetabilierna för att tillsätta mjölksyrabakterier (www.receptfavoriter.se, 2023a, www.receptfavoriter.se, 2023b).

Adams och Moss (2008) anger att pH i surkål sjunker ner till 3,8 under jäsningsprocessen. Andra källor anger att pH sjunker ner till 4,0–4,3 (Viander et al., 2003). Sänkningen av pH går som snabbast de första dygnen, Viander, et al. (2003) anger att pH stabiliserats efter 4 till 6 dygn vid 20 °C i spontantjäst surkål med salthalt på 0,5 % eller 1,2 %. Vilket slutgiltigt pH den fermenterade kålen får påverkas bland annat av salthalten (Kim et al., 2021) och om kålen

¹ Heterofermentativa mjölksyrabakterier fermenterar glukos till mjölksyra, etanol och koldioxid.

² Homofermentativa mjölksyrabakterier fermenterar glukos till i princip enbart l mjölksyra

strimlats eller om hela kålhuvuden fermenteras (Niksic et al., 2005).

Många recept som riktar sig till privatpersoner anger att man bör använda ekologiska råvaror. Inga studier som jämför fermentering av ekologiska och konventionellt odlade råvaror har hittats. Studier på hur sammansättningen av bakterier förändras under fermenteringen där ekologisk vitkål (Gaudioso et al., 2022) har använts skiljer sig dock inte från liknande studier där konventionellt odlad kål har använts som råvara (Thierry et al., 2023, Wang et al., 2020, Zabat et al., 2018).

Kimchi

Kimchi är ett samlingsnamn för flera olika typer av syrade vegetabilier som härstammar från Korea. Tillverkningsmetoderna varierar mellan olika typer av kimchi. Den vanligaste typen av kimchi, ”baechu kimchi”, tillverkas av kinakål (*Brassica rapa Pekinensis*) och tillverkningen liknar tillverkningen av surkål där kål torrsaltas och fermenteras tillsammans med lök, ingefära, kryddor och fermenterade produkter av fisk- och skaldjur (Patra et al., 2016). Andra typer av kimchi tillverkas av olika typer av grönsaker som till exempel rättika (*Raphanus sativus*). Olika typer av kimchi kan tillverkas genom att vegetabilier torrsaltas eller läggs i saltlag. Fermenteringen sker ofta vid rumstemperatur men om kimchin skall lagras under lång tid kan fermenteringen ske vid svalare temperaturer (Patra et al., 2016). En allt för syrlig kimchi anses vara ett kvalitetsfel och optimalt pH för kimchi anges vara mellan 4,0 - 4,5 (Kim et al., 2012).

Påverkar joderat salt mjölksyrningen?

Det finns en populär föreställning om att jod i salt är antibakteriellt och att användningen av joderat salt därför skulle hämma tillväxten av önskvärda bakterier vid mjölksyrning. Detta har studerats och användning av joderat salt verkar inte påverka fermenteringen av mjölksyrade vegetabilier. I försök med surkål där kål fermenterats med 1,0 % salt som berikats med jodat (IO_3) till en slutgiltig jodathalt på 0,19–0,33 mg/kg surkål sågs ingen skillnad i tillväxten av mjölksyrabakterier jämfört med fermentering med salt utan jod. Antalet jäst- och mögelceller var lägre i surkål med joderat salt efter 42 dygns fermentering men resultatet var inte statistiskt signifikant (Müller et al., 2018). Inte heller i försök med spontant fermenterade saltgurkor sågs någon skillnad i tillväxten av mjölksyrabakterier när 5 % saltlag beredd med joderat salt (jodathalt 0,84 mg/l) jämfört med icke-joderat salt (Stoll et al., 2020).

Kombucha

Kombucha är en dryck som tillverkas genom att te (*Camellia sinensis*) och socker fermenteras med en blandkultur av olika jästsvampar och bakterier. I första hand består mikroorganismerna av ättiksyrabakterier, mjölksyrabakterier och olika typer av jästsvampar (Kluz et al., 2022, de Miranda et al., 2022). Vid fermenteringen bildar bakterier en geléaktig

klump av cellulosa i drycken. Klumpen, som ofta kallas för Scoby (Symbiotic culture of bacteria and yeast) används för att inokulera nya omgångar av kombucha (Murphy et al., 2018). Kombuchan fermenteras i rumstemperatur (18–26 °C) i 7 till 10 dygn innan den är färdig att dricka. Fermenteringen sker i öppna kärl så att mikroorganismerna har tillgång till syre. Under fermenteringen sjunker pH från cirka 5 till mellan 2,3 (Chakravorty et al., 2016) och 3,6 (Coton et al., 2017). Den fermenterade kombuchan kan därefter smaksättas med frukter och kryddor och sekundärjäsas i slutna behållare för att kolsyresätta drycken (Acharya and Nummer, 2022).

Tempeh

Tempeh är ett livsmedel från Indonesien som vanligtvis tillverkas av sojaböner. Tempeh tillverkas genom att kokta böner blandas med sporer av mögelsvampen *Rhizopus oligosporus* eller *Rhizopus oryzae* (Adams and Moss, 2008). Oftast används sojaböner men i Sverige har andra typer av baljväxter och spannmål också använts (Feng et al., 2007). Tillverkningen går vanligtvis till så att böner blötläggs och kokas. Bönorna kyls ner till under 35 °C och pH justeras till 4,5–5,3 innan bönorna inokuleras med svampsporer (Adams and Moss, 2008). I tropiska klimat kan pH sänkas genom att mjölksyrabakterier fermenterar bönorna under blötläggningen (Anggriawan, 2018). I kallare klimat är det vanligare att tillsätta ättika eller andra syror direkt till de blötlagda bönorna (Anggriawan, 2018, Wickware, 2015).

Efter att bönorna inokulerats med sporer läggs de i tunna tråg eller portionsförpackningar med lufthål och fermenteras vid 30–35 °C i 24 till 48 timmar. Fermenteringen sker aerobt och det är viktigt att möglet har tillgång till syre. Under fermenteringen växer svampmycel runtomkring och igenom bönorna vilket binder ihop dem till en homogen kaka som kan skäras i bitar. Under fermenteringen bryts proteiner delvis ner till bland annat ammoniak vilket ökar pH till cirka 7 (Adams and Moss, 2008). Under fermenteringen tillväxer även andra mikroorganismer som mjölksyrabakterier och proteobacteria (Erdiansyah et al., 2022, Ilham et al., 2021, Yulandi et al., 2020). Till skillnad från många andra fermenterade livsmedel så bidrar inte fermenteringen till att förlänga hållbarhet för tempeh (Adams and Moss, 2008). Färsk tempeh har därför en kort hållbarhet och om fermenteringen pågår för länge ökar halten ammoniak till nivåer där smaken påverkas negativt (Anggriawan, 2018). För att öka hållbarheten pastöriseras därför ofta kommersiellt producerad tempeh (Griese et al., 2013). Tempeh tillagas innan det äts och genom upphettningen avdödas många mikroorganismer.

Förskämning

Det kan ibland vara svårt att dra en tydlig gräns mellan vilka mikroorganismer som bidrar positivt till fermenteringen och vilka som förskämmer produkten. Till exempel har tempeh

kort hållbarhet eftersom Rhizopus-möglet som används vid tillverkningen fortsätter att bryta ner proteiner till ammoniak om fermenteringen pågår för länge. Livsmedelsverket (2023) har tagit fram en riskprofil över mikrobiologisk förskämning och många av de slutsatser som framkommer där är också relevanta för fermenterade livsmedel. Mjölksyrade vegetabilier och andra mjölksyrade livsmedel har lågt pH och relativt hög salthalt vilket innebär att jäst- och mögelsvampar samt vissa typer av mjölksyrabakterier är de vanligaste förskämningsorganismerna. *Candida* spp., *Saccharomyces* spp., *Pichia* spp., *Issatchenkia* spp. och *Zygosaccharomyces* spp. är de jäststammar som oftast kopplas till kvalitetsproblem som fel smak, grumlig saltlag och nedbrytning av polysackarider hos mjölksyrade vegetabilier (Ballester et al., 2022). För gurkor som syrats i saltlag är ett kvalitetsproblem att vissa mjölksyrabakterier och jästsvampar kan inleda en sekundärjäsning där mjölksyra bryts ner till ättiksyra och andra metaboliter. Detta höjer pH-värdet i saltlagen från ca 3,3 till 4,4 (Franco et al., 2012, Johanningsmeier et al., 2012) vilket i sin tur möjliggör för andra mikroorganismer att tillväxa och fortsätta förskämningen av gurkorna. Salthalt och pH är viktiga faktorer för att kunna förutsäga om mjölksyrade gurkor riskerar att förskämmas. Vid ett pH på 3,5–4,5 krävdes en salthalt på 4 % i saltlagen för att förhindra förskämning. Vid ett pH på 3 krävdes inget salt alls och vid ett pH på 5,0 förskämdes gurkor oavsett salthalt (Kim and Breidt, 2007). Ytterligare en faktor som ökade risken för att saltgurkor skulle sekundärjäsa var en förhöjd mängd löst syre i saltlagen vilket ökade jästsvampars förmåga att bryta ner mjölksyra aerobt (Franco et al., 2012). I försök där syrad kinakål i saltlag tilläts förskämmas genom att lyfta av locken på de behållare som kålen förvarades i under en timme varje dygn så ökade pH värdet från 3,4 till 4,5 på 15 dygn. Efter 30 dagar hade pH-värdet ökat till över 6 och kålen luktade uppenbart förskämd (Rao et al., 2018).

Påverkan på mikrobiotan i tarmen

Tarmens mikrobiota kan påverkas av fermenterade livsmedel både genom de levande mikroorganismer som finns i fermenterade livsmedel men även via de metaboliter som bildats under fermenteringen. I en observationsstudie från USA analyserades mikrobiotan i avföringsprover från 6811 individer och jämfördes med hur ofta studiedeltagare uppgav att de åt fermenterade livsmedel (mejeriprodukter, surdegsbröd, mjölksyrade grönsaker etc.). De studiedeltagare som åt någon typ av fermenterade livsmedel en gång i veckan eller oftare en högre andel av *Lactobacillus* och *Lactococcus lactis* i avföringsprover jämfört med studiedeltagare som åt fermenterade livsmedel mer sällan (Taylor et al., 2020). I försök där metagenom från 9445 mänskliga avföringsprov jämfördes med 303 metagenom från livsmedel fanns det ett mindre överlapp där närbesläktade mjölksyrabakterier påträffades både i livsmedel och i människotarmar. Både prevalensen och andelen av den totala mikrobiotan var dock låg för mjölksyre bakterier i avföringsprov (Pasolli et al., 2020). I ett försök där sammansättningen av mikrobiotan studerades hos 18 deltagare samtidigt som de ökade

andelen fermenterade livsmedel i sin kost under en 10-veckorsperiod. De fermenterade livsmedlen delades in i kategorierna yoghurt, kefir, fermented cottage cheese, fermenterade grönsaker, fermenterade grönsaksjuicer, kombucha och andra fermenterade alkoholfria drycker. Ett ökat totalt intag av fermenterade livsmedel ledde i studien till att andelen av fylumet firmicutes ökade och att den totala alfa-diversiteten av mikroorganismer ökade i mikrobiotan. I studien minskade också mängden inflammationsmarkörer i blodserum hos studiedeltagarna. Endast en liten andel av de bakteriearter som detekterades i mikrobiotan hos studiedeltagarna efter att de ökat sitt intag av fermenterade livsmedel, detekterades också i fermenterade livsmedel. Detta tyder på att effekten av att äta fermenterade livsmedel inte enbart är att man adderar mikroorganismer till mikrobiotan i tarmen utan att de fermenterade livsmedlen har en mer övergripande effekt på mikrobiotans sammansättning (Wastyk et al., 2021). Majoriteten av den forskning som har gjorts på fermenterade livsmedels effekter på mikrobiotan har gjorts på yoghurt och andra fermenterade mejeriprodukter som inokulerats med kända stammar av mjölksyrabakterier (Lavefve et al., 2019).

Mjölksyrade vegetabilier

Mjölksyrade vegetabilier innehåller höga halter av levande mjölksyrabakterier, mellan 6 och 8 log CFU/g beroende på hur länge de lagrats (Gaudioso et al., 2022, Chan et al., 2021). En andel av dessa mjölksyrabakterier har möjlighet att överleva passagen genom magsäcken och tunntarmen och kan påverka mikrobiotan i tjocktarmen (Dimidi et al., 2019). Mjölksyrabakterier utgör en liten andel av mikrobiotan i tjocktarmen och vissa stammar har identifierats i både fermenterade livsmedel och i avföringsprover hos människor som ätit dem (Pasolli et al., 2020). Det är dock oklart hur stor effekt intaget av levande mjölksyrabakterier har på den långsiktiga sammansättningen av mikrobiotan. Mjölksyrabakterier som är vanliga i mjölksyrade grönsaker är sannolikt dåligt anpassade för att kolonisera tjocktarmen och konkurreras därför troligtvis ut av andra mikroorganismer förutsatt att inte nya mjölksyreabakterier kontinuerligt tillförs via kosten (Hitch et al., 2022). Eftersom det saknas information om vilka stammar av mjölksyrabakterier som finns i mjölksyrade grönsaker som tillverkats av privatpersoner utan startkulturer är det svårt att dra generella slutsatser om hur olika slags mjölksyrade grönsaker påverkar mikrobiotan. Mikrobiotan i tarmen kan också påverkas av de vegetabilier och övriga råvaror som används för att tillverka de mjölksyrade grönsakerna (Han et al., 2015). Till exempel kan mikrobiotan påverkas av de metaboliter som mjölksyrabakterierna producerat i livsmedlet, även om mjölksyrabakterier från mjölksyrade grönsaker inte skulle kunna kolonisera tarmsystemet (Hitch et al., 2022).

Det finns endast ett fåtal små interventionsstudier där mjölksyrade vegetabiliers effekt på tarmmikrobiotan i människor har studerats. I en studie fick totalt 34 deltagare som diagnostiserats med IBS äta 75 gram opastöriserad eller pastöriserad surkål varje dag under sex veckor. Den pastöriserade och icke-pastöriserade surkålen var tillverkade av två olika kommersiella tillverkare. I studien rapporterade deltagarna en lindring av IBS-symptom

oavsett om kålen pastöriserats eller inte. I slutet av studien sågs ingen statistiskt signifikant skillnad mellan de som ätit opastöriserad eller pastöriserad surkål när hela sammansättningen av mikrobiomet (beta-diversiteten) jämfördes. Däremot detekterades förekomsten av *L. plantarum* och *L. brevis* oftare hos studiedeltagare som ätit opastöriserad surkål (53 % och 42 % av studiedeltagarna) jämfört med de som ätit pastöriserad surkål (6 % och 7 %). Trogligtvis utgjorde dessa mikroorganismer en så pass liten andel av den totala mikrobiotan att de inte påverkade analysen av beta-diversiteten. Det låga antalet deltagare i studien gör det också svårt att upptäcka små skillnader mellan grupperna (Nielsen et al., 2018).

I en koreansk interventionsstudie undersöktes hur intag av fermenterad eller icke-fermenterad kimchi påverkade mikrobiotan. Av de totalt 24 deltagarna fick hälften av deltagarna äta färsk kimchi som inte fermenterats och hälften äta fermenterad kimchi. Båda försöksgrupperna fick äta 180 gram kimchi per dygn under åtta veckor och sammansättningen av mikrobiotan i avföring analyserades hos tio personer i vardera försöksgruppen. I båda grupperna sågs en ökad andel proteobakterier och aktinobakterier efter åtta veckor. Hos gruppen som åt fermenterad kimchi sågs dessutom en ökning av andelen *Bacterioides* och *Prevotella* medan andelen *Blautia* minskade jämfört med andelen vid starten av studien (Han et al., 2015).

Tempeh

Ett försök där sex försökdeltagare ätit 100 gram ångad tempeh om dagen under 15 dygn sågs en ökning i antalet genkopior av bakterien *Akkermansia muciniphila*. I studien analyserades endast förekomsten av *A. muciniphila* och sammansättningen av den totala mikrobiotan studerades inte (Tjasa Subandi et al., 2017). I djurförsök har man istället sett en minskning av antalet *A. muciniphila* när möss matats med ångad och frystorkad tempeh (Yang et al., 2018). I djurförsök där möss matats med tempeh som tillverkats av olika *Rhizopus* arter, påverkas antalet av vissa bakteriearter i tarmmikrobiotan olika beroende på om *R. oryzae*, *R. microsporus* eller *R. stolonifera* använts som startkultur (Yang et al., 2018). I försök där zebrafiskar matats under två veckors tid med tempeh tillverkat med *R. oryzae* sågs en ökning av andelen firmicutes (13 % vs 4 %), och en minskning av andelen proteobacteria (52 % vs 85 %) (Chen et al., 2021).

Kombucha

Inga interventionsstudier som har studerat effekten av kombucha på människors tarmmikrobiota har identifierats. I möss som matats med en diet som utvecklats för att framkalla fettlever och som saknar både metionin och kolin så ökade andelen av släktet *Bacterioides* om mössen även matades med sterilfiltrerat och frystorkat extrakt av kombucha. Andelen av *Allobaculum* och *Turicibacter* minskade också i andel hos möss som fått kombucha-koncentrat. *Mucispirillum* detekterades bara hos möss som fått kombucha (Jung et al., 2019).

Faroidentifiering

Mjölksyrade vegetabilier

Patogena bakterier

Vegetabilier kan kontamineras av fekala bakterier och andra patogener vid odling, när de hanteras vid skörd, beredning eller i samband med fermenteringen. Surkål och andra mjölksyrade vegetabilier som torrsaltas bereds ofta i hemmamiljö genom att de knådas tillsammans med salt för att växtdelarna skall släppa vätska. Denna hantering innebär att mjölksyrade vegetabilier riskerar att kontamineras via beredarens händer. Om vegetabilierna kontaminerats med patogena mikroorganismer finns en risk att de kan överleva eller tillväxa om mjölksyrabakterierna inte tillräckligt snabbt kan sänka pH-värdet. I försök där vegetabilier inokulerats med patogener vid beredningen av mjölksyrade vegetabilier har patogena *E. coli*, *Salmonella* spp. och *L. monocytogenes* visat sig kunna överleva en begränsad tid (Choi et al., 2018a, Niksic et al., 2005, Paramithiotis et al., 2012).

Flera livsmedelsburna utbrott har rapporterats där olika typer av kimchi pekats ut som smittkälla vid utbrott av patogena *E. coli*. I ett av de rapporterade utbrotten av Enterotoxinbildande *E. coli* (ETEC) pekades kimchi gjord på kinakål ut som smittkälla. Kimchin hade förberetts i ett skolkök dagen innan den serverades till eleverna (Shin et al., 2016). I ett annat utbrott av ETEC smittades över 1600 personer av kommersiellt producerad kimchi som serverades på sju olika skolor. Även i detta utbrott påpekades att en faktor som troligtvis bidragit till smittspridningen var att kimchin inte hade fermenterat tillräckligt länge för att avdöda eventuella mikroorganismer (Cho et al., 2014). I ytterligare ett utbrott av ETEC på nio olika skolor pekades kommersiellt producerad kimchi av rädisor ut som smittkälla men det är oklart hur länge kimchin fermenterats innan den serverats (Shin et al., 2016). I Kanada orsakade kimchi ett utbrott av *E. coli* O157 med 14 konfirmerade fall. Det som skiljer detta utbrott från övriga utbrott är att kimchin såldes i livsmedelsaffärer och majoriteten av fall insjuknade inom 2 – 3 veckor efter att kimchin producerats. Troligtvis fermenterades kimchin vid kylskåpstemperatur och *E. coli* O157 kunde isoleras från ett kvalitetsprov som sparats på företaget under två månader efter tillverkningsdatumet (Smith et al., 2023). Inga livsmedelsburna utbrott där surkål har pekats ut som smittkällan har hittats i litteratursökningen.

Norovirus

Kommersiellt producerad kimchi har pekats ut som orsaken till två separata utbrott av norovirus på skolor i Sydkorea. I utbrotten påträffades norovirus i grundvattnet som tillverkarna använde i produktionen och det påpekas att en bidragande faktor till utbrottet är

att kimchin levererats till skolkök innan den fermenterat färdigt (Park et al., 2015, Lee et al., 2012).

Biogena aminer

Biogena aminer kan bildas av en rad olika mikroorganismer under fermenteringen av livsmedel, till exempel vissa stammar av mjölksyrabakterier. Förmågan att bilda biogena aminer varierar mellan olika bakteriestammar och kan spridas med horisontell genörföring (Park et al., 2019). Eftersom mjölksyrade grönsaker ofta tillverkas utan tillsats av startkultur är det svårt att kontrollera att mikroorganismer som kan bilda biogena aminer inte tillväxer. Det finns ett rapporterat fall av misstänkt histaminförgiftning i Europa där surkål har pekats ut som smittkälla men det är inte klarlagt om symtomen faktiskt orsakades av histamin (EFSA, 2011). Mjölksyrade vegetabilier har pekats ut i en riskvärdering av EFSA (2011) som en fara för förgiftning av biogena aminer. Livsmedelsverket har också tidigare gjort en riskvärdering om biogena aminer i livsmedel: Biogena aminer i livsmedel – Riskvärderingsrapport (Livsmedelsverkets rapport nr 6 del 2 – 2017). Baserat på uppmätta halter av histamin och tyramin rankas fermenterade vegetabilier på tredje plats med avseende på risken för histamin och femte plats med avseende på tyramin. Majoriteten av de mätningar som riskvärderingen är baserad på är dock gjorda på fisk- eller fiskprodukter, och det finns endast ett fåtal mätningar av halterna av biogena aminer i fermenterade vegetabilier (EFSA, 2011).

Tempeh

Tempeh är ett näringsrikt substrat som tillåter tillväxt av en rad olika patogena bakterier. Om de inokulerade rhizopus-sporerna inte snabbt kan etablera sig bland bönorna finns en risk att sporbildare som överlevt kokningen eller patogena bakterier och mykotoxinbildande mögelsvampar som kontaminerat bönorna efter kokningen kokats kan tillväxa.

Patogena bakterier

Ett utbrott av Salmonella med 89 fall rapporterades från USA 2012 där opastöriserad tempeh från en kommersiell tillverkare pekades ut som smittoämne. Vid smittspårningen upptäcktes att de rhizopus-sporer som företaget använde som startkultur var kontaminerade med Salmonella (Griese et al., 2013). Sju utbrott av botulism där tempeh har pekats ut som smittkällan har rapporterats från Kina under perioden 2004–2020 (Li et al., 2022). I sex av utbrotten uppges felaktig lagring ha varit den bidragande orsaken till utbrottet. Det framgår inte av sammanställningen om tempeh hade pastöriserats och därefter lagrats en länge tid eller om tempeh hade tillagats direkt innan utbrotten.

Biogena aminer

Biogena aminer i tempeh eller andra sojabaserade produkter togs inte upp i EFSA:s riskvärdering eftersom det fanns för lite data för att kunna bedöma riskerna (EFSA, 2011). I en undersökning av kommersiella sojabaserade produkter på den spanska marknaden uppmättes höga halter av de biogena aminerna spermin (124 mg/kg) och spermidin (21 mg/kg). Halterna av histamin låg under detektionsgränsen och halterna av tyramin var låga (11 mg/kg) (Toro-Funes et al., 2015).

Mykotoxiner

Vissa kartläggningar har detekterat mykotoxiner som zearalone i kommersiellt producerad tempeh från Indonesien. Dessa mykotoxiner har däremot inte bildats vid fermenteringen utan finns i de råvaror som används vid tillverkningen (Borzekowski et al., 2019, Tian et al., 2022). *R. oligosporus* som ofta används som startkultur är troligtvis en domesticerad variant av *Rhizopus microsporus* (Jennessen et al., 2005). Rohm et al. (2010) har visat att vissa *Rhizopus*-stammar, bland annat *R. microsporus* kan bära på endosymbiotiska bakterier av släktet *Burkholderia*. Dessa bakterier kan i sin tur producera de levertoxiska toxinerna rhizoxin och rhizonin. Författarna har i laborativa experiment visat att rhizoxin kan bildas vid tillverkning av tempeh. I kartläggningar av tempeh har också både *R. microsporus* och *Burkholderia rhizoxinica* isolerats från ett prov på indonesisk tempeh vilket visar att toxinbildning kan ske under tillverkning (Ahnán-Winarno et al., 2021).

Kombucha

Vid tillverkningen av kombucha finns en risk att de önskvärda mikroorganismer som inokulerats efter att te- och sockerblandningen har svalnat, inte klarar av att konkurrera ut eventuella patogener som kan ha kontaminerat livsmedlet. Eftersom det te som används vid framställning av kombucha tillverkas med kokhett vatten minskar risken för att kontamination av råvarorna skall finnas kvar i slutprodukten. Inga rapporterade utbrott av matförgiftningar som orsakats av kombucha har hittats i litteratursökningen men det finns enstaka dokumenterade fall av acidosis efter att personer har druckit stora mängder kombucha (Murphy et al., 2018). Inga artiklar om förekomst av mykotoxiner i kombucha har hittats i litteratursökningen.

Farokarakterisering

Clostridium botulinum

Clostridium botulinum är en anaerob, sporbildande bakterie som kan finnas i miljön, såsom i jord och sediment, samt i tarmen hos fisk och däggdjur. C. botulinum består av fyra olika serotyper (typ I-IV) som förenas genom sin förmåga att bilda kraftigt nervgift, s.k. botulinumtoxin, som orsakar sjukdomen botulism. Sporererna är mycket tåliga för yttre miljöfaktorer och kan överleva såväl torka som upphettning. Botulinumoxin bildas när sporererna övergår till växande bakterier och börja tillväxa. Exempel på livsmedel som orsakat botulism är felaktigt konserverade livsmedel, hemgjorda krydd- och grönsaksinläggningar som förvarats vid för hög temperatur samt vakuumpackad gravad eller rökt fisk (Adams and Moss, 2008).

Listeria monocytogenes

Listeria monocytogenes orsakar två typer av sjukdomen listerios (FDA, 2012). Den invasiva formen av listerios kan orsaka blodförgiftning och hjärnhinneinflammation och har en hög mortalitet eftersom den drabbar främst äldre och immunsvaga individer. Infektion med Listeria monocytogenes kan också orsaka missfall om den drabbade är gravid. Den andra formen av listerios är icke-invasiv och ger ofta upphov till milda symtom såsom gastroenterit och kan drabba också annars friska individer. För immunsvaga kan den icke-invasiva formen vara ett förstadium till den invasiva formen av infektionen.

Salmonella

Salmonella är ett släkte av zoonotiska tarmbakterier som tillhör familjen Enterobacteriaceae. Infektionsdosen för Salmonella är normalt i storleksordningen 10^5 - 10^6 , vilket oftast förutsätter tillväxt av bakterien i livsmedlet. Infektionsdosen kan i vissa fall vara lägre, till exempel i feta livsmedel som choklad, ost och nötter (Adams and Moss, 2008).

Inkubationstiden är oftast ett till tre dygn. Infektionen ger vanligen ett akut insjuknande med magkramper, feber, diarréer av varierande intensitet och ibland kräkningar. Ofta är symptomen lindriga och infektionen kan också förlöpa symtomlöst (asymtomatiskt). Komplikationer med ledinflammation kan uppträda. Bakterierna kan spridas till blodet och orsaka blodförgiftning, framför allt hos patienter med allvarliga underliggande sjukdomar (Socialstyrelsen, 2013).

Patogena E.coli

Shigatoxinbildande E. coli (STEC) är en grupp av E. coli som kan bilda shigatoxiner. Infektionsdosen för STEC är låg, så få som 10–100 bakterier tros räcka för att orsaka infektion. STEC behöver därför nödvändigtvis inte föröka sig i ett livsmedel för att orsaka sjukdom. STEC-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, och dödsfall förekommer (Folkhälsomyndigheten, 2023)

Enterotoxinbildande E. coli (ETEC) är en grupp av E. coli som producerar enterotoxin vilket påverkar tarmslemhinnan. ETEC en vanlig orsak till turistdiarré och de flesta svenskar som insjuknar har smittats utomlands. Inkubationstiden är 12–36 timmar. Symtomen är diarré, magsmärtor och kräkningar. Sjukdomen är självläkande inom några dygn (Adams and Moss, 2008).

Norovirus

Norovirus tillhör familjen Caliciviridae och är ett icke-höljeförsett enkelsträngat RNA-virus. Infektionsdosen är mycket låg, mindre än 100 noroviruspartiklar kan räcka för att orsaka infektion. Symtomen är illamående, kräkningar, diarré, buksmärtor, huvudvärk, yrsel och feber. Sjukdomen är självläkande inom några dygn. Återinsjuknanden är ganska vanliga eftersom genomgången infektion bara ger en kortvarig immunitet (Robilotti et al., 2015).

Biogena aminer

För histamin har EFSA:s expertpanel föreslagit ett tillfälligt NOAEL ("no-observed-adverse-effect-level"- den högsta dos som inte ger förgiftningseffekter) på totalt 50 mg histamin för symtomen huvudvärk och hudrodnad. Det finns dock stora individuella skillnader och för personer med histaminintolerans kan man inte sätta någon NOAEL. För den biogena aminen tyramin finns inte tillräckligt med data men för att fastställa någon NOAEL men för friska personer har man inte kunnat se några effekter upp till en nivå av 600 mg tyramin per måltid. För personer som medicineras med senare generationens monoaminoxidashämmare (MAO-hämmare) har inga hälsoeffekter observerats vid exponering för 50 mg tyramin per måltid och för de som medicineras med klassiska MAO-hämmare har man inte sett några effekter vid 6 mg tyramin per måltid.

För putrescin och kadaverin kom EFSA (2011) fram till att det inte fanns tillräckligt med data för att fastställa några halter av dessa ämnen som kan ge akuta hälsoeffekter eller förstärka effekten av histamin och andra biogena aminer. Spermin och Spermidin ingick inte i EFSA:s riskvärdering och de har inte heller tagits med i Livsmedelsverkets riskvärdering (Livsmedelsverket, 2017).

Exponeringsuppskattning

Mjölksyrade vegetabilier

Mjölksyrabakterier kan konkurrera ut patogener i livsmedel genom ett flertal olika faktorer. I första hand genom att mjölksyrabakterier producerar organiska syror som mjölksyra och ättiksyra, vilka sänker pH i livsmedlet. Andra faktorer som bidrar till att mjölksyrabakterier dominerar mikrofloran vid mjölksyrning är vissa mjölksyrabakteriers förmåga att producera väteperoxid, etanol och olika typer av bakteriocider (Adams and Nicolaides, 1997).

Patogena bakterier

I studier där patogena *E. coli* eller *Salmonella* spp. inokulerats i början av fermenteringsprocessen av kimchi tillväxer patogena bakterier under det första dygnet av fermenteringen (Heeyoung et al., 2016, Choi et al., 2021a, Choi et al., 2018b, Chang and Chang, 2011). Efter 2–3 dygn börjar antalet patogener att minska när pH värdet sjunker. Temperatur och pH är de viktigaste faktorerna för hur snabbt patogena *E. coli* och *Salmonella* spp. avdödas vid mjölksyrning av vegetabilier (Choi et al., 2021a, Choi et al., 2018a, Choi et al., 2018b, Heeyoung et al., 2016, Breidt and Caldwell, 2011). Vid högre fermenteringstemperatur sjunker pH snabbare vilket innebär att patogener snabbare konkurreras ut av mjölksyrabakterier (Tabell 3 & 4). Choi et al (2021a) studerade hur populationen av olika patogena *E. coli* (EPEC; ETEC och O157:H7) förändrades under fermenteringen av kimchi. Patogenerna inokulerades till en koncentration av 6 log CFU/g vid början av fermenteringen. Den genomsnittliga tiden för patogenerna att nå den första 1 logs-reduceringen (jämfört med starten av fermenteringen) beräknades till 43,8 timmar för *E. coli* O157:H7, 52,6 timmar för EPEC och 48,7 timmar för ETEC. Samtliga studerade stammar av *E. coli* hade sjunkit under detektionsgränsen (0,6 log CFU/g) på fyra dygn vid en fermenteringstemperatur på 25 °C. Om kimchin i stället fermenterades vid 10 °C kunde EPEC och *E. coli* O157:H7 fortfarande detekteras efter 25 dygns fermentering och den genomsnittliga tiden för den första 1 logs-reduceringen beräknades till 387,6 timmar (16 dygn) för *E. coli* O157:H7; 498,2 timmar (21 dygn) för EPEC och 484,8 timmar (20 dygn) för ETEC. Vid fermentering av spontanjäst surkål sjönk pH snabbare i strimlad kål jämfört med om hela kålhuvuden fermenterades. Avdödningen av *E. coli* O157:H7 och *L. monocytogenes* skedde också snabbare i strimlad kål jämfört med hela kålhuvuden. (Niksic et al., 2005).

Tabell 3-Avdödning av olika patogena E. coli vid tillverkning av fermenterade grönsaker

Livsmedel	Patogen	Temp (°C)	Salthalt (%)	Initial halt	Slutgiltig halt	Tid (Dygn)	Referens
Kimchi, kål	E_coli O157:H7	10	1,0–2,5	6 log CFU/g	0,6 log CFU/g	25	Choi et al. (2021a)
	EPEC, ETEC	10	1,0–2,5	6 log CFU/g	3,2 & 3,4 log CFU/g	30	
	E. coli O157:H7, ETEC, EPEC	25	1,0–2,5	6 log CFU/g	<0,6 log CFU/g	4	
Kimchi, rättika	E. coli O157:H7, ETEC, EPEC, EAEC	4	Ea	4,2 log CFU/g	<0,5 log CFU/g	16	Choi et al. (2018a)
		15	Ea	4,6 log CFU/g	<0,5 log CFU/g	4	
		25	Ea	4,5 log CFU/g	<0,5 log CFU/g	2	
Kimchi, kål	E_coli O157:H7	4	1	4,3 log CFU/g	1,3 log CFU/g	28	Kim et al. (2021)
		4	2	4,3 log CFU/g	1,7 log CFU/g	28	
		4	3	4,3 log CFU/g	3,3 log CFU/g	28	
		15	1	4 log CFU/g	2,3 log CFU/g	10	
		15	2	4,6 log CFU/g	1,9 log CFU/g	10	
		15	3	4,3 log CFU/g	2,5 log CFU/g	10	
Japansk Kimchi, kål	E_coli O157:H7	10	Ea	4,4 log CFU/g	3,9 CFU/g	24	Inatsu et al. (2004)
Surkål, strimlad	E_coli O157:H7	18	1,8–3,0	6 log CFU/g	<1,3 log CFU/g	15	(Niksic et al. (2005)
Surkål, helt huvud	E_coli O157:H7	18	1,8–3,0	6 log CFU/g	<1,3 log CFU/g	28	(Niksic et al. (2005)
Morotsjuice	E. coli O157:H7	20	2,5	3 log CFU/ml	<1 log CFU/ml	15	(Van Beeck et al. (2020)

Ea: Ej angivet

Höga salthalter och låga fermenteringstemperaturer hämmar tillväxten av både mjölksyrabakterier och patogener (Dupree et al., 2019). Om tillväxten av mjölksyrabakterier hämmas minskar hastigheten med vilket pH sänks vilket också leder till ett högre slutgiltigt pH (Soomin et al., 2020). I försök med kimchi som tillverkats vid olika temperaturer och salthalter fördröjdes sänkningen av pH och avdödningen av både E. coli O157:H7 och L. monocytogenes vid en salthalt på 3,0 %. Om mjölksyrade vegetabilier fermenteras vid både höga salthalter och vid låga temperaturer sker avdödningen av patogener ännu långsammare. Vid 2 % salthalt och fermentering vid 4 °C minskade halterna E. coli med 2,5–3,0 log CFU/g på 28 dygn medan L. monocytogenes minskade med ca 1,3 log CFU/g på samma tid. Om salthalten istället höjdes till 3 % salthalt och fermenteringstemperaturen bibehölls vid 4 °C minskade istället halterna E. coli med 1 log CFU/g på 28 dygn medan halten L. monocytogenes hade ökat med 0,5 log CFU/g efter 28 dygns fermentering (Kim et al., 2021).

Tabell 4-Avdödning av Salmonella spp. vid tillverkning av fermenterade grönsaker

Livsmedel	Patogen	Temp (°C)	Salthalt (%)	Initial halt	Slutgiltig halt	Tid (Dygn)	Referens
Kimchi, kål	S. enterica	4	Ea	5,0 log CFU/g	1, 5 log CFU/g	16	Choi et al. (2021b)
		15	Ea	4,9 log CFU/g	0,5 log CFU/g	4	
		25	Ea	4,8 log CFU/g	0,6 log CFU/g	2	
Kimchi, rättika	S. enterica	4	Ea	4,1 log CFU/g	<0,5 log CFU/g	14	Choi et al. (2018a)
		15	Ea	4,6 log CFU/g	<0,5 log CFU/g	2	
		25	Ea	4,6 log CFU/g	<0,5 log CFU/g	1,75	
Japansk Kimchi, kål	S. enterica	10	Ea	4,4 log CFU/g	4,1 CFU/g	24	Inatsu et al. (2004)
Surkål, strimlad	S. Typhimurium	20	2,0	6,6 log CFU/g	<log 1,0 CFU/g	7	Karazoglu & Ergonul (2011)
Morot, stavar i saltlag	S. enterica	20	5,0 (saltlag)	3,6 log CFU/ml	1,6 log CFU/ml	7	Yingyue et al. (2022)
Morotsjuice	S. enterica	20	2,5	3 log CFU/ml	<1 log CFU/ml	15	Van Beeck et al. (2020)

Ea: Ej angivet

I blomkål som fermenterats i 8 % saltlag utan startkultur vid 20 °C ökade halten *L. monocytogenes* från 2,0 log CFU/ml till 5,5 log CFU/ml under fermenteringens första fem dygn och minskade därefter till 4,8 log CFU/ml när försöket avslutades efter 25 dygn (Paramithiotis et al., 2012). I saltlag med mjölksyrade gurkor minskade halten *L. monocytogenes* från 6 log CFU/ml till under 1,3 log CFU/ml på 56 dygn. *L. monocytogenes* kunde fortfarande isoleras genom anrikning efter 90 dygn. Gurkorna fermenterades i saltlag vid 20 °C i 7 dygn och förvarades sedan i 4 °C i ytterligare 83 dygn (Kim et al., 2005) (tabell 5).

Tabell 5-Avdödning av *Listeria monocytogenes* vid tillverkning av fermenterade grönsaker

Livsmedel	Patogen	Temp (°C)	Salthalt (%)	Initial halt	Slutgiltig halt	Tid (Dygn)	Referens
Kimchi, kål	<i>L. monocytogenes</i>	4	1	3,3 log CFU/g	2 log CFU/g	28	Kim et al., (2021)
		4	2	3,5 log CFU/g	1,9 log CFU/g	28	
		4	3	3,4 log CFU/g	3,9 log CFU/g	28	
		15	1	4 log CFU/g	1,4 log CFU/g	10	
		15	2	3,7 log CFU/g	4,4 log CFU/g	10	
Kimchi, kål	<i>L. monocytogenes</i>	15	3	4,04 log CFU/g	5,1 log CFU/g	10	Soomin et al. (2020)
		4	Ea	3,8 log CFU/g	3,0 log CFU/g	14	
		15	Ea	3,8 log CFU/g	2,9 log CFU/g	10	
25	Ea	3,8 log CFU/g	2,9 log CFU/g	3			
Japansk Kimchi, kål	<i>L. monocytogenes</i>	10	Ea	4,4 log CFU/g	<log 2,3 CFU/g	20	Inatsu et al. (2004)
Surkål, strimlad	<i>L. monocytogenes</i>	18	1,8–3,0	6 log CFU/g	<1,3 log CFU/g	15	Niksic et al. (2005)
Surkål, helt huvud	<i>L. monocytogenes</i>	18	1,8–3,0	6 log CFU/g	<1,3 log CFU/g	28	Niksic et al. (2005)
Blomkål, saltlag	<i>L. monocytogenes</i>	20	8 (saltlag)	2,0 log CFU/ml	4,8 log CFU/ml	25	Paramithiotis et al. (2012)
Gurka, saltlag	<i>L. monocytogenes</i>	20 °C i 7 dygn, 4 °C i 83 dygn	1,3–7,6 (saltlag)	6 log CFU/cm ²	<1,3 log CFU/cm ²	56	Kim et al. (2005)
Morotsjuice	<i>L. monocytogenes</i>	20	2,5	3 log CFU/ml	<1 log CFU/ml	3	Van Beeck et al. (2020)

Norovirus

Syrning med mjölksyrabakterier är inte en effektiv metod för att inaktivera norovirus. I försök där humant norovirus GII tillsatts till kålbaserad kimchi vid beredningen kunde RNA från norovirus detekteras efter 28 dagars fermentering, det är dock oklart om viruspartiklarna fortfarande är infektiösa (Lee et al., 2017). I ett försök med murint norovirus som tillsattes i kål som syrats hade mängden virus inte sjunkit med statistiskt signifikanta mängder efter 7 dagars fermentering vid 19 °C följt av 83 dygns lagring vid 4 °C och viruspartiklarna hade fortfarande förmågan att infektera celler. Överlevnaden av murint norovirus påverkades inte av ifall kålen syrats med en startkultur eller om den spontantjäst. Överlevnaden påverkades inte heller av vilket salthalt som användes i försöket (0,5–2,0 %) (Gagné et al., 2015).

Biogena aminer

Halterna av olika biogena aminer påverkas bland annat av vilka råvaror som fermenteras. Höga halter av histamin och andra biogena aminer har uppmätts i kimchi i flera koreanska studier (tabell 6). Sannolikt beror de höga halterna av histamin som uppmätts i vissa av dessa studier till största del på att fermenterad fisksås och andra fermenterade fiskprodukter som ofta själva innehåller höga halter av histamin använts vid framställningen. I vissa försök är halten histamin lägre i färdigfermenterad kimchi jämfört med den initiala halten vilket talar för att det är råvarorna som är den största källan till histamin (Jin et al., 2019a). I försök med

olika recept på kimchi tillverkad av kinakål så varierade halterna biogena aminer beroende på hur mycket av olika råvaror som används. Om mer fisksås användes vid beredningen så ökade halterna biogena aminer. Om mer chili tillsattes till kimchin minskade istället halterna biogena aminer (Kim et al., 2022). Troligtvis beror minskningen antingen på att capsaicin i chilin påverkar sammansättningen av bakterier i kimchin (Chung et al., 2021), eller genom att capsaicin binder till dekarboxylaser som omvandlar aminosyror till aminer (Lin et al., 2022).

Tabell 6-Medelvärden av biogena aminer i mjölktsyrate vegetabilier (mg/kg). Inom parenteser visas max- och min värden.

Typ av produkt	Innehåller fisk-produkter	Histamin	Tyramin	Putrescin	Kadaverin	Spermidin	Referens
Kimchi av kål, Småskaligt producerad (N=17)	Ja	55,9±45,7 (<0,9–186)	4±6,5 (<0,16–35)	6,7±7,9 (<0,86–51)	15,9±14,4 (<1,32–48)	4,8±5,2 (<0,9–82)	Tsai, Kung et al. (2005)
Kimchi av kål, Kommersiellt producerad (N=20)	Ja	498±325 (<0,9–5350)	4,6±4,8 (<0,16–42)	20,6±13,3 (<0,86–73)	143,0±92 (<1,32–1550)	6,5±5,1 (<0,35–88)	Tsai, Kung et al. (2005)
Kimchi av rädisa eller rättika (N=10)	Ja	57,3±42,6 (8,2–131,2)	16,9±22,1 (0,8–76,9)	301,9± 370,2 (3,9–982,3)	9,9±60 (n.d–148,5)	9,2±4,88 (n.d–16,76)	Jin, Lee et al. (2019b)
Hemfermenterad surkål (N=29)	Nej	4,6±6,8 (<2,1–32,4)	117±113 (<3,5–384)	87,3±72,2 (<2,1–260)	29,8±23 (<1,4–82,7)	10,2±7,5 (<1,0–28,3)	Kalač, Špička et al. (1999)
Kommersiell och hemfermenterad surkål (N=121)	Nej	7,8±21,6 (<2,1–229)	174±167 (<3,5–951)	146±99 (<2,1–529)	50±46,2 (<1,4–293)	5,1±8,7 (<1,0–37,5)	Kalač, Špička et al. (1999)

n.d: ej detekterbart

För mjölktsyrate grönsaker som inte har beretts med fermenterade fisk- och skaldjursprodukter är halten biogena aminer generellt sett lägre (tabell 5 och 6). I EFSA:s (2011) riskvärdering fanns haltdata på fermenterade vegetabilier från 9 prover (tabell 7).

I en kartläggning av biogena aminer i surkål testade Kalač, Špička, et al. (1999) 29 prover av hemfermenterad surkål (tabell 5). Jämfört med kommersiellt producerad surkål, som också var med i kartläggningen, hade hemfermenterad surkål lägre halter av putrescin. I en kartläggning av halterna av biogena aminer i fermenterade vegetabilier på den polska marknaden fanns de högsta halterna histamin i fermenterad vitkål (medelvärde 55,6 ±21,1 mg/kg, maxvärde 83,8 mg/kg) och de högsta halterna tyramin i fermenterad brysselkål (medelvärde 166,6 ±43,1 mg/kg, maxvärde 204,1 mg/kg) (Świder et al., 2020).

Tabell 7- Haltdata av biogena aminer i fermenterade vegetabilier som inte beretts med fermenterade fik- och skaldjursprodukter (mg/kg) (EFSA, 2011)

	Histamin	Tyramin	Putrescin	Kadaverin
Medelvärde	39,4-42	45-47,4	264	26-35,4
Median (95 % konfidensintervall)	61 (<4-92)	44 (<5-91)	249 (33-549)	<17 (<17-94)
Andel prover under detektionsgräns	44%	22%	0%	56%

Tempeh

Patogena bakterier

Vid tillverkning av tempeh kokas bönorna innan mögelsporer tillsätts vilket minskar risken för att kontaminerade råvaror skall orsaka sjukdom. Trots detta har patogena mikroorganismer detekterats i kommersiellt producerad tempeh. I en äldre kartläggning där 110 prover av kommersiellt producerad tempeh på den nederländska marknaden innehöll 13 % av proverna *Staphylococcus aureus* och 3 % av proverna *B. cereus* i nivåer på 10^5 CFU/g eller högre. *E. coli* detekterades i nivåer över 10^2 CFU/g i 5 % av analyserade prover (Samson et al., 1987).

I försök där *S. aureus*, *Salmonella Infantis*, *L. monocytogenes* och *E. coli* har inokulerats samtidigt som sporer av *R. oligosporous* på olika typer av kokta bönor (sojabönor, kikärter, ärtor och bondbönor) sågs en kraftig tillväxt för samtliga inokulerade bakterier under fermenteringen av tempeh. Tillsats av ättiksyra i blötlägningsvattnet fördröjde tillväxten men när pH-värdet i tempeh ökade tilltog även tillväxten av patogener (Ashenafi, 1991, Ashenafi and Busse, 1989, Ashenafi and Busse, 1991, Ashenafi and Busse, 1992).

I försök där sporer av *C. botulinum* inokulerats samtidigt som sporer av *R. oligosporus* på kokta sojabönor detekterades botulinumtoxin efter 2 dygns fermentering. Botulinumtoxin detekterades också när pastöriserad tempeh inokulerats med botulinumsporer och förvarats i vakuumpförpackningar i 4 dygn vid 25 °C (Tanaka et al., 1985).

Biogena aminer

Biogena aminer bildas i livsmedel framförallt av bakterier. Jäst eller mögelsvampar bidrar sannolikt i mindre grad till halten biogena aminer (EFSA, 2011). Endast tre studier där halter av biogena aminer har analyserat i ett litet antal (1-3) prover av tempeh har identifierats. I dessa studier är halterna histamin och tyramin låga, histaminhalten var under detektionsgränsen i samtliga studier och halten tyramin var som högst 10,7 mg/KG. Halterna putrescin, kadaverin och spermidin varierade mellan 23–117, 4–35 mg/kg respektive 86–109 mg/kg (Toro-Funes et al., 2015, Saaïd et al., 2009, Nishimura et al., 2006).

Kombucha

Patogena bakterier

I en överlevnadsstudie testades överlevnaden av salmonella och STEC som inokulerats i fyra olika kommersiella kit för hemfermentering av kombucha (Brewer et al., 2021). Patogenerna tillsattes samtidigt som kombuchakulturen och efter 7 dygns fermentering vid 21 °C hade halterna salmonella minskat med 5,45 log CFU/ml och halterna STEC hade minskat med 4,42 log CFU/ml. I liknande försök där *E. coli* O157:H7 inokulerats samtidigt som kommersiell startkultur så minskade halterna från 9 log CFU/ml till under detektionsgränsen efter 8 dygns fermentering vid 21 °C (Acharya and Nummer, 2022). Om färdigfermenterad kombucha blandats med 7 % fruktjuice och därefter inokulerats med *E. coli* O157:H7 minskade halterna *E. coli* O157:H7 olika beroende på vilken fruktjuice som användes. För kombucha som blandats med citronjuice sågs en reduktion på 5 log CFU/ml inom ett dygn vid 5 °C. För mangojuice tog det 14 dygn vid 5 °C för att uppnå en 5 logs reduktion och för kombucha blandad med apelsin- eller äppeljuice tog det 14 dygn vid 5 °C innan halterna *E. coli* O157:H7 hade minskat med 4 log CFU/ml.

Riskkaraktärisering

Mjölksyrade vegetabilier

Patogena mikroorganismer

I de dokumenterade utbrott som orsakats av fermenterade vegetabilier är smittkällan ofta olika typer av kimchi som endast har fermenterats under en kortare tid (Shin et al., 2016, Cho et al., 2014, Park et al., 2015). I ett kanadensiskt utbrott insjuknade dock nya fall över 30 dygn efter att kimchin beretts och *E. coli* O157 kunde isoleras från kimchi cirka 60 dygn efter att den tillverkats. Det visar att det är möjligt för patogener att överleva långa tider i mjölksyrade vegetabilier som förvaras vid låga temperaturer (Smith et al., 2023).

I tillväxtstudier har patogena *E. coli*, *Salmonella* spp. och *L. monocytogenes* visats sig kunna tillväxa under de första två dygnen av fermenteringen. När pH värdet i vegetabilerna sjunker avdödas istället patogenerna. Ju snabbare som pH värdet sjunker desto kortare tid tar det innan patogener börjar avdödas. I majoriteten av tillväxtförsök där höga halter av *Salmonella* spp. eller patogena *E. coli* har inokulerats har halterna sjunkit under detektionsnivån när produkten är färdigfermenterad. Resultaten från tillväxtförsöken visar att mjölksyrning inte kan betraktas som ett helt tillförlitligt sätt att avdöda eventuella patogener och det är viktigt att minska risken för kontamination. Det är också viktigt att skapa en gynnsam miljö för mjölksyrabakterier, så att de snabbt kan tillväxa och minska pH-värdet för att kunna avdöda eventuella oönskade mikroorganismer. Höga salthalter och fermentering i kylskåpstemperaturer hämmar tillväxten av mjölksyrabakterier och ökar risken för att patogener överlever. Eftersom vissa patogener kan tillväxa i början av fermenteringen är det viktigt att de mjölksyrade vegetabilerna är färdigfermenterade innan de börjar konsumeras.

I en koreansk riskvärdering av risken att smittas av patogena *E. coli* från kommersiellt producerad kimchi bedömdes risken som låg. Riskvärderingen baserades dock på försök där patogena *E. coli* inokulerats till färdigfermenterad kommersiell kimchi och tog heller inte hänsyn till om patogener kan tillväxa i början av fermenteringen. Risken bedömdes vara $6,60 \times 10^{-9}$ fall per person och dag för STEC och ännu lägre för EPEC, EIEC och ETEC vid ett dagligt intag av 80 gram av olika typer av kimchi. Riskvärderingen gjordes utifrån prevalensdata från provtagning av kommersiellt producerad kimchi (n=877), överlevnadsförsök av patogena *E. coli* i färdigfermenterad kimchi och konsumtionsdata från Sydkorea (Nam et al., 2021). I ytterligare en riskvärdering av risken att smittas av *Clostridium* perfringens från kommersiellt producerad kimchi bedömdes risken vara mycket låg ($1,21 \times 10^{-12}$ fall per person och dag). Även i detta fall byggde riskvärderingen på prevalensdata från provtagning av kommersiellt producerad kimchi (n=83),

överlevnadsförsök av *Clostridium perfringens* som inokulerats i färdigfermenterad kimchi och konsumtionsdata från Sydkorea (Choi et al., 2020).

Listeria monocytogenes

Inga dokumenterade fall av *L. monocytogenes* som orsakats av mjölksyrade vegetabilier har hittats i litteratursökningen. I försök där höga halter av *L. monocytogenes* har inokulerats i fermenterade vegetabilier och där tillväxten av mjölksyrabakterier har hämmats genom höga salthalter och/eller låga fermenteringstemperaturer har *L. monocytogenes* tillväxt under de första dygnet av fermenteringen och därefter minskat mycket långsamt. När fermenteringen avslutats har halterna *L. monocytogenes* varit högre än vid försökens början (Kim et al., 2021, Paramithiotis et al., 2012). I dessa försök har höga koncentrationer av *L. monocytogenes* använts och det är oklart hur tillväxten hade sett ut vid naturligt förekommande nivåer.

Norovirus

Norovirus har kopplats till utbrott av fermenterad kimchi i Sydkorea. Norovirus har i ett fåtal laboratoriestudier visat sig ha möjlighet finnas kvar en lång tid i mjölksyrade vegetabilier. Det är därför viktigt att minska risken för kontamination när mjölksyrade vegetabilier tillreds.

Biogena aminer

Mjölksyrade grönsaker innehåller generellt sett låga halter av histamin och andra biogena aminer. Olika typer av kimchi som har tillverkats med fisksås och andra typer av fermenterade fiskprodukter har i enstaka fall visat sig kunna ha mycket höga halter av histamin.

Tempeh

Ett fåtal utbrott av *Salmonella* och *C. botulinum* har kopplats till Tempeh. Ett flertal tillväxtstudier har visat att patogena bakterier kan tillväxa vid fermenteringen av tempeh. Det är viktigt att åtgärder för att minska risken för korskontaminering görs när rå tempeh hanteras i hemmamiljö samt att tempeh tillagas innan det äts. I det mycket begränsade antal studier som finns för biogena aminer i tempeh har det inte framgått något som tyder på att korrekt framställd tempeh skulle innehålla höga halter av biogena aminer. Biogena aminer bildas i första hand av olika arter av bakterier och eftersom fermenteringen av tempeh domineras av *Rhizopus*-mögel är sannolikheten låg att stora mängder biogena aminer bildas. Enstaka utbrott av *Salmonella* och förekomsten av rhizoxin-producerande *R. microsporus* i tempeh visar på vikten av att använda rena startkulturer. Framställning av startkulturer sker dock kommersiellt och är svår för konsumenter att påverka förutom genom att köpa startkulturer från tillförlitliga källor.

Kombucha

Vid tillverkning av kombucha sker en avdödning av eventuella patogener när vattnet hettas upp vid bryggningen av te. Vid fermenteringen sjunker pH vilket skapar en ogynnsam miljö för patogener. Inga rapporterade fall av livsmedelsburna infektioner eller matförgiftningar har kunnat hittas i denna litteratursammanställning. Rekommendationer för hemfermentering av kombucha har publicerats av kanadensiska institutet för livsmedelsäkerhet (Murphy et al., 2018).

Referenser

- ACHARYA, S. & NUMMER, B. A. 2022. Evaluating Kombucha and Fruit Juice Blends for a 5-Log Reduction of Acid-Adapted Escherichia coli O157. *Food and Nutrition Sciences*, 13, 638-648.
- ADAMS, M. R. & MOSS, M. O. 2008. *Food Microbiology*, RSC Publishing.
- ADAMS, M. R. & NICOLAIDES, L. 1997. Review of the sensitivity of different foodborne pathogens to fermentation. *Food Control*, 8, 227-239.
- AHNAN-WINARNO, A. D., CORDEIRO, L., WINARNO, F. G., GIBBONS, J. & XIAO, H. 2021. Tempeh: A semicentennial review on its health benefits, fermentation, safety, processing, sustainability, and affordability. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20, 1717-1767.
- ANGGRIAWAN, R. 2018. *Microbiological and Food Safety Aspects of Tempeh Production in Indonesia*. ph.D, Georg-August-University.
- ASHENAFI, M. 1991. Growth of *Listeria monocytogenes* in fermenting tempeh made of various beans and its inhibition by *Lactobacillus plantarum*. *Food Microbiology*, 8, 303-310.
- ASHENAFI, M. & BUSSE, M. 1989. Inhibitory Effect of *Lactobacillus plantarum* on *Salmonella infantis*, *Enterobacter aerogenes* and *Escherichia coli* during Tempeh Fermentation. *J Food Prot*, 52, 169-172.
- ASHENAFI, M. & BUSSE, M. 1991. Growth potential of *Salmonella infantis* and *Escherichia coli* in fermenting tempeh made from horsebean, pea and chickpea and their inhibition by *Lactobacillus plantarum*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 55, 607-615.
- ASHENAFI, M. & BUSSE, M. 1992. Growth of *Staphylococcus aureus* in fermenting tempeh made from various beans and its inhibition by *Lactobacillus plantarum*. *International Journal of Food Science & Technology*, 27, 81-86.
- BALLESTER, E., RIBES, S., BARAT, J. M. & FUENTES, A. 2022. Spoilage yeasts in fermented vegetables: conventional and novel control strategies. *European Food Research and Technology*, 248, 315-328.
- BORZEKOWSKI, A., ANGGRIAWAN, R., AULIYATI, M., KUNTE, H.-J., KOCH, M., ROHN, S., KARLOVSKY, P. & MAUL, R. 2019. Formation of Zearalenone Metabolites in Tempeh Fermentation. *Molecules*, 24, 2697.
- BREIDT, F., JR. & CALDWELL, J. M. 2011. Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in cucumber fermentation brines. *J Food Sci*, 76, M198-203.
- BREWER, S. S., LOWE, C. A., BEUCHAT, L. R. & ORTEGA, Y. R. 2021. Survival of *Salmonella* and Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* and Changes in Indigenous Microbiota during Fermentation of Home-Brewed Kombucha. *J Food Prot*, 84, 1366-1373.
- CHAKRAVORTY, S., BHATTACHARYA, S., CHATZINOTAS, A., CHAKRABORTY, W., BHATTACHARYA, D. & GACHHUI, R. 2016. Kombucha tea fermentation: Microbial and biochemical dynamics. *International Journal of Food Microbiology*, 220, 63-72.

- CHAN, M., LIU, D., WU, Y., YANG, F. & HOWELL, K. 2021. Microorganisms in Whole Botanical Fermented Foods Survive Processing and Simulated Digestion to Affect Gut Microbiota Composition. *Front Microbiol*, 12, 759708.
- CHANG, J. Y. & CHANG, H. C. 2011. Growth inhibition of foodborne pathogens by kimchi prepared with bacteriocin-producing starter culture. *J Food Sci*, 76, M72-8.
- CHEN, Y. C., TAO, N. L., HU, S. Y., TSAI, H. Y., LIAO, S. C., TSAI, W. L. & HU, C. Y. 2021. Effect of Tempeh on Gut Microbiota and Anti-Stress Activity in Zebrafish. *Int J Mol Sci*, 22.
- CHO, S. H., KIM, J., OH, K. H., HU, J. K., SEO, J., OH, S. S., HUR, M. J., CHOI, Y. H., YOUN, S. K., CHUNG, G. T. & CHOE, Y. J. 2014. Outbreak of enterotoxigenic *Escherichia coli* O169 enteritis in schoolchildren associated with consumption of kimchi, Republic of Korea, 2012. *Epidemiol Infect*, 142, 616-23.
- CHOI, S. J., YANG, S. Y. & YOON, K. S. 2021a. Lactic acid bacteria starter in combination with sodium chloride controls pathogenic *Escherichia coli* (EPEC, ETEC, and EHEC) in kimchi. *Food Microbiol*, 100, 103868.
- CHOI, Y., KANG, J., LEE, Y., SEO, Y., LEE, H., KIM, S., LEE, J., HA, J., OH, H., KIM, Y., BYUN, K. H., HA, S. D. & YOON, Y. 2020. Quantitative microbial risk assessment for *Clostridium perfringens* foodborne illness following consumption of kimchi in South Korea. *Food Sci Biotechnol*, 29, 1131-1139.
- CHOI, Y., LEE, S., KIM, H. J., LEE, H., KIM, S., LEE, J., HA, J., OH, H., CHOI, K. H. & YOON, Y. 2018a. Pathogenic *Escherichia coli* and *Salmonella* Can Survive in Kimchi during Fermentation. *J Food Prot*, 81, 942-946.
- CHOI, Y., LEE, S., KIM, H. J., LEE, H., KIM, S., LEE, J., HA, J., OH, H., YOON, J. W., YOON, Y. & CHOI, K. H. 2018b. Serotyping and Genotyping Characterization of Pathogenic *Escherichia coli* Strains in Kimchi and Determination of Their Kinetic Behavior in Cabbage Kimchi During Fermentation. *Foodborne Pathog Dis*, 15, 420-427.
- CHOI, Y., LEE, S., LEE, H., KIM, J. H., KIM, S., HA, J., LEE, J., OH, H. & YOON, Y. 2021b. Growth of *Salmonella* in napa cabbage kimchi during fermentation. *Korean Journal of Food Preservation*, 28, 532-539.
- CHUNG, Y. B., LEE, H., HWANG, S., SEO, H. Y., SUH, H. J. & JO, K. 2021. Effect of capsaicinoids in hot pepper powder on microbial community and free sugar during kimchi fermentation. *J Food Sci*, 86, 3195-3204.
- COTON, M., PAWTOWSKI, A., TAMINIAU, B., BURGAUD, G., DENIEL, F., COULLOUMME-LABARTHE, L., FALL, A., DAUBE, G. & COTON, E. 2017. Unraveling microbial ecology of industrial-scale Kombucha fermentations by metabarcoding and culture-based methods. *FEMS Microbiology Ecology*, 93.
- DE MIRANDA, J. F., RUIZ, L. F., SILVA, C. B., UEKANE, T. M., SILVA, K. A., GONZALEZ, A. G. M., FERNANDES, F. F. & LIMA, A. R. 2022. Kombucha: A review of substrates, regulations, composition, and biological properties. *Journal of Food Science*, 87, 503-527.
- DIMIDI, E., COX, S. R., ROSSI, M. & WHELAN, K. 2019. Fermented Foods: Definitions and Characteristics, Impact on the Gut Microbiota and Effects on Gastrointestinal Health and Disease. *Nutrients*, 11.

- DUPREE, D. E., PRICE, R. E., BURGESS, B. A., ANDRESS, E. L. & BREIDT, F. 2019. Effects of Sodium Chloride or Calcium Chloride Concentration on the Growth and Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in Model Vegetable Fermentations. *J Food Prot*, 82, 570-578.
- EFSA 2011. Scientific Opinion on risk based control of biogenic amine formation in fermented foods. *EFSA Journal*, 9, 2393.
- ERDIANSYAH, M., MERYANDINI, A., WIJAYA, M. & SUWANTO, A. 2022. Microbiological quality of tempeh with different wraps: banana leaf versus plastic. *J Food Sci Technol*, 59, 300-307.
- FDA 2012. *Bad Bug Book, Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins. Second Edition*.
- FENG, X. M., PASSOTH, V., EKLUND-JONSSON, C., ALMINGER, M. L. & SCHNÜRER, J. 2007. *Rhizopus oligosporus* and yeast co-cultivation during barley tempeh fermentation—Nutritional impact and real-time PCR quantification of fungal growth dynamics. *Food Microbiology*, 24, 393-402.
- FOLKHÄLSOMYNDIGHETEN. 2023. *Smittsamma sjukdomar A-Ö* [Online]. Available: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittskydd-beredskap/smittsamma-sjukdomar/> [Accessed].
- FRANCO, W., PÉREZ-DÍAZ, I. M., JOHANNINGSMEIER, S. D. & MCFEETERS, R. F. 2012. Characteristics of spoilage-associated secondary cucumber fermentation. *Appl Environ Microbiol*, 78, 1273-84.
- GAGNÉ, M. J., BARRETTE, J., SAVARD, T. & BRASSARD, J. 2015. Evaluation of survival of murine norovirus-1 during sauerkraut fermentation and storage under standard and low-sodium conditions. *Food Microbiol*, 52, 119-23.
- GAUDIOSO, G., WEIL, T., MARZORATI, G., SOLOVYEV, P., BONTEMPO, L., FRANCIOSI, E., BERTOLDI, L., PEDROLI, C., TUOHY, K. M. & FAVA, F. 2022. Microbial and metabolic characterization of organic artisanal sauerkraut fermentation and study of gut health-promoting properties of sauerkraut brine. *Front Microbiol*, 13, 929738.
- GRIESE, S. E., FLEISCHAUER, A. T., MACFARQUHAR, J. K., MOORE, Z., HARRELSON, C., VALIANI, A., MORRISON, S. E., SWEAT, D., MAILLARD, J. M., GRIFFIN, D., SPRINGER, D., MIKOLEIT, M., NEWTON, A. E., JACKSON, B., NGUYEN, T. A., BOSCH, S. & DAVIES, M. 2013. Gastroenteritis outbreak associated with unpasteurized tempeh, North Carolina, USA. *Emerg Infect Dis*, 19, 1514-7.
- HAN, K., BOSE, S., WANG, J. H., KIM, B. S., KIM, M. J., KIM, E. J. & KIM, H. 2015. Contrasting effects of fresh and fermented kimchi consumption on gut microbiota composition and gene expression related to metabolic syndrome in obese Korean women. *Mol Nutr Food Res*, 59, 1004-8.
- HEEYOUNG, L., SOOMIN, L., YUKYUNG, C., HYUN JUNG, K. & YOHAN, Y. 2016. Mathematical models to predict the behavior of *Salmonella* in napa cabbage kimchi under dynamic temperature. *Journal of Food Protection*, 79, 241-241.

- HITCH, T. C. A., HALL, L. J., WALSH, S. K., LEVENTHAL, G. E., SLACK, E., DE WOUTERS, T., WALTER, J. & CLAVEL, T. 2022. Microbiome-based interventions to modulate gut ecology and the immune system. *Mucosal Immunology*, 15, 1095-1113.
- ILHAM, H. M., WIJAYA, M., SUWANTO, A. & RUSMANA, I. 2021. Dominant Enterobacteriaceae in tempeh were primarily originated from soybean. *Food Sci Biotechnol*, 30, 861-868.
- INATSU, Y., BARI, M. L., KAWASAKI, S. & ISSHIKI, K. 2004. Survival of Escherichia coli O157:H7, Salmonella enteritidis, Staphylococcus aureus, and Listeria monocytogenes in Kimchi. *J Food Prot*, 67, 1497-500.
- JENNESSEN, J., NIELSEN, K. F., HOUBRAKEN, J., LYHNE, E. K., SCHNÜRER, J., FRISVAD, J. C. & SAMSON, R. A. 2005. Secondary metabolite and mycotoxin production by the Rhizopus microsporus group. *J Agric Food Chem*, 53, 1833-40.
- JIN, Y. H., LEE, J. H., PARK, Y. K., LEE, J.-H. & MAH, J.-H. 2019a. The Occurrence of Biogenic Amines and Determination of Biogenic Amine-Producing Lactic Acid Bacteria in Kkakdugi and Chonggak Kimchi. *Foods*, 8, 73.
- JIN, Y. H., LEE, J. H., PARK, Y. K., LEE, J. H. & MAH, J. H. 2019b. The Occurrence of Biogenic Amines and Determination of Biogenic Amine-Producing Lactic Acid Bacteria in Kkakdugi and Chonggak Kimchi. *Foods*, 8.
- JOHANNINGSMEIER, S. D., FRANCO, W., PEREZ-DIAZ, I. & MCFEETERS, R. F. 2012. Influence of Sodium Chloride, pH, and Lactic Acid Bacteria on Anaerobic Lactic Acid Utilization during Fermented Cucumber Spoilage. *Journal of Food Science*, 77, M397-M404.
- JUNG, Y., KIM, I., MANNAA, M., KIM, J., WANG, S., PARK, I., KIM, J. & SEO, Y. S. 2019. Effect of Kombucha on gut-microbiota in mouse having non-alcoholic fatty liver disease. *Food Sci Biotechnol*, 28, 261-267.
- KALAČ, P., ŠPIČKA, J., KŘÍŽEK, M., STEIDLOVÁ, Š. & PELIKÁNOVÁ, T. 1999. Concentrations of seven biogenic amines in sauerkraut. *Food Chemistry*, 67, 275-280.
- KARAZOGLU, N. & ERGONUL, B. 2011. Survival of Salmonella Typhimurium NRRL E4463 in sauerkraut during fermentation. *International Journal of Food Engineering*, 7.
- KIM, J.-H. & BREIDT, F. 2007. Development of preservation prediction chart for long term storage of fermented cucumber. *Journal of Life Science*, 17, 1616-1621.
- KIM, J., BANG, J., BEUCHAT, L. R., KIM, H. & RYU, J.-H. 2012. Controlled fermentation of kimchi using naturally occurring antimicrobial agents. *Food Microbiology*, 32, 20-31.
- KIM, J. K., D'SA, E. M., HARRISON, M. A., HARRISON, J. A. & ANDRESS, E. L. 2005. Listeria monocytogenes survival in refrigerator dill pickles. *J Food Prot*, 68, 2356-61.
- KIM, J. Y., BAE, Y. M. & LEE, S. Y. 2021. Combined effect of various salt concentrations and lactic acid bacteria fermentation on the survival of Escherichia coli O157:H7 and Listeria monocytogenes in white kimchi at different temperatures. *Food Sci Biotechnol*, 30, 1593-1600.
- KIM, S. Y., DANG, Y. M. & HA, J. H. 2022. Effect of various seasoning ingredients on the accumulation of biogenic amines in kimchi during fermentation. *Food Chem*, 380, 132214.

- KLUZ, M. I., PIETRZYK, K., PASTUSZCZAK, M., KACANIOVA, M., KITA, A., KAPUSTA, I., ZAGUŁA, G., ZAGROBELNA, E., STRUŚ, K., MARCINIAK-LUKASIAK, K., STANEK-TARKOWSKA, J., TIMAR, A. V. & PUCHALSKI, C. 2022. Microbiological and Physicochemical Composition of Various Types of Homemade Kombucha Beverages Using Alternative Kinds of Sugars. *Foods*, 11.
- KYUNG, K. H., MEDINA PRADAS, E., KIM, S. G., LEE, Y. J., KIM, K. H., CHOI, J. J., CHO, J. H., CHUNG, C. H., BARRANGOU, R. & BREIDT, F. 2015. Microbial ecology of watery kimchi. *J Food Sci*, 80, M1031-8.
- LAVEFVE, L., MARASINI, D. & CARBONERO, F. 2019. Microbial Ecology of Fermented Vegetables and Non-Alcoholic Drinks and Current Knowledge on Their Impact on Human Health. *Adv Food Nutr Res*, 87, 147-185.
- LEE, J.-H., LEE, H. M., KIM, S. H., EUN, J. B. & HA, J.-H. 2017. Recovery of intact human norovirus from cabbage Kimchi stored at 4 °C and 10 °C during fermentation. *LWT*, 78, 258-264.
- LEE, M.-J., KIM, W.-H., CHO, H.-G. & LEE, S.-S. 2012. Epidemiological Study of Ground-waterborne Norovirus GI.3-associated Gastroenteritis Outbreaks in Gyeonggi Province of South Korea in May 2011. *jbv*, 42, 232-241.
- LI, H., GUO, Y., TIAN, T., GUO, W., LIU, C., LIANG, X., LIU, J., LI, W. & FU, P. 2022. Epidemiological Analysis of Foodborne Botulism Outbreaks - China, 2004-2020. *China CDC Wkly*, 4, 788-792.
- LIN, Z., WU, Z. Y. & ZHANG, W. X. 2022. Bioinformatics analysis of amino acid decarboxylases related to four major biogenic amines in pickles. *Food Chem*, 393, 133339.
- LIVSMEDELSVERKET 2017. Biogena aminer i livsmedel - Riskvärderingsrapport. Livsmedelsverket.
- LIVSMEDELSVERKET 2023. Mikrobiologisk förskämning av livsmedel – svinn och säkerhet. *Livsmedelsverkets rapportserie*. Livsmedelsverket.
- MARCO, M. L., SANDERS, M. E., GÄNZLE, M., ARRIETA, M. C., COTTER, P. D., DE VUYST, L., HILL, C., HOLZAPFEL, W., LEBEER, S., MERENSTEIN, D., REID, G., WOLFE, B. E. & HUTKINS, R. 2021. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on fermented foods. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 18, 196-208.
- MILLER, E. R., KEARNS, P. J., NICCUM, B. A., O'MARA SCHWARTZ, J., ORNSTEIN, A. & WOLFE, B. E. 2019. Establishment Limitation Constrains the Abundance of Lactic Acid Bacteria in the Napa Cabbage Phyllosphere. *Appl Environ Microbiol*, 85.
- MURPHY, T. E., KAVITA, W. & FARBER, J. M. 2018. Safety aspects and guidance for consumers on the safe preparation, handling and storage of kombucha - a fermented tea beverage.
- MÜLLER, A., RÖSCH, N., CHO, G. S., MEINHARDT, A. K., KABISCH, J., HABERMANN, D., BÖHNLEIN, C., BRINKS, E., GREINER, R. & FRANZ, C. 2018. Influence of iodized table salt on fermentation characteristics and bacterial diversity during sauerkraut fermentation. *Food Microbiol*, 76, 473-480.

- NAM, G. W., JEONG, M., HEO, E. J., CHANG, O. K., KIM, M. G., KWAK, H. S. & SUH, S. H. 2021. Quantitative microbial risk assessment of pathogenic *Escherichia coli* in commercial kimchi in South Korea. *Food Sci Biotechnol*, 30, 1455-1464.
- NIELSEN, E. S., GARNÅS, E., JENSEN, K. J., HANSEN, L. H., OLSEN, P. S., RITZ, C., KRYCH, L. & NIELSEN, D. S. 2018. Lacto-fermented sauerkraut improves symptoms in IBS patients independent of product pasteurisation - a pilot study. *Food Funct*, 9, 5323-5335.
- NIKSIC, M., NIEBUHR, S. E., DICKSON, J. S., MENDONCA, A. F., KOZICZKOWSKI, J. J. & ELLINGSON, J. L. 2005. Survival of *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157:H7 during sauerkraut fermentation. *J Food Prot*, 68, 1367-74.
- NISHIMURA, K., SHIINA, R., KASHIWAGI, K. & IGARASHI, K. 2006. Decrease in Polyamines with Aging and Their Ingestion from Food and Drink. *The Journal of Biochemistry*, 139, 81-90.
- PARAMITHIOTIS, S., DOULGERAKI, A. I., TSILIKIDIS, I., NYCHAS, G. J. E. & DROSINOS, E. H. 2012. Fate of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella Typhimurium* during spontaneous cauliflower fermentation. *Food Control*, 27, 178-183.
- PARK, J. H., JUNG, S., SHIN, J., LEE, J. S., JOO, I. S. & LEE, D. Y. 2015. Three gastroenteritis outbreaks in South Korea caused by the consumption of kimchi tainted by norovirus GI.4. *Foodborne Pathog Dis*, 12, 221-7.
- PARK, Y. K., LEE, J. H. & MAH, J. H. 2019. Occurrence and Reduction of Biogenic Amines in Kimchi and Korean Fermented Seafood Products. *Foods*, 8.
- PASOLLI, E., DE FILIPPIS, F., MAURIELLO, I. E., CUMBO, F., WALSH, A. M., LEECH, J., COTTER, P. D., SEGATA, N. & ERCOLINI, D. 2020. Large-scale genome-wide analysis links lactic acid bacteria from food with the gut microbiome. *Nature Communications*, 11, 2610.
- PATRA, J. K., DAS, G., PARAMITHIOTIS, S. & SHIN, H. S. 2016. Kimchi and Other Widely Consumed Traditional Fermented Foods of Korea: A Review. *Front Microbiol*, 7, 1493.
- RAO, Y., QIAN, Y., SHE, X., YANG, J., HE, P., JIANG, Y., WANG, M. & XIANG, W. 2018. Pellicle formation, microbial succession and lactic acid utilisation during the aerobic deteriorating process of Sichuan pickle. *International Journal of Food Science & Technology*, 53, 767-775.
- ROBILOTTI, E., DERESINSKI, S. & PINSKY, B. A. 2015. Norovirus. *Clin Microbiol Rev*, 28, 134-64.
- ROHM, B., SCHERLACH, K., MÖBIUS, N., PARTIDA-MARTINEZ, L. P. & HERTWECK, C. 2010. Toxin production by bacterial endosymbionts of a *Rhizopus microsporus* strain used for tempe/sufu processing. *International Journal of Food Microbiology*, 136, 368-371.
- SA Aid, M., SAAD, B., HASHIM, N. H., MOHAMED ALI, A. S. & SALEH, M. I. 2009. Determination of biogenic amines in selected Malaysian food. *Food Chemistry*, 113, 1356-1362.
- SAMSON, R. A., VAN KOOIJ, J. A. & E, D. E. B. 1987. Microbiological Quality of Commercial Tempeh in The Netherlands. *J Food Prot*, 50, 92-94.
- SHIN, J., YOON, K. B., JEON, D. Y., OH, S. S., OH, K. H., CHUNG, G. T., KIM, S. W. & CHO, S. H. 2016. Consecutive Outbreaks of Enterotoxigenic *Escherichia coli* O6 in Schools in South Korea Caused by Contamination of Fermented Vegetable Kimchi. *Foodborne Pathog Dis*, 13, 535-543.

- SMITH, C. R., BOND, H., KEARNEY, A., CHAU, K., CHUI, L., GERRIE, M., HONISH, L., OUKOUOMI LOWÉ, Y., MAH, V. & MANORE, A. J. W. 2023. Fermenting a place in history: The first outbreak of *Escherichia coli* O157 associated with kimchi in Canada. *Epidemiology & Infection*, 151, e106.
- SOCIALSTYRELSEN 2013. *Salmonella – Ett nationellt strategidokument*.
- SOOMIN, L., HEEYOUNG, L., YUKYUNG, C., SEJEONG, K., JEEYEON, L., JIMYEONG, H., HYEMIN, O., YUJIN, K., YEWON, L., HYUN JUNG, K. & YOHAN, Y. 2020. Development of kinetic models and their applications to describe the resistance of *Listeria monocytogenes* in napa cabbage kimchi to fermentation conditions. *Food Science & Technology Research*, 26, 53-58.
- STOLL, D. A., MÜLLER, A., MEINHARDT, A. K., DÖTSCH, A., GREINER, R., KULLING, S. E. & HUCH, M. 2020. Influence of salt concentration and iodized table salt on the microbiota of fermented cucumbers. *Food Microbiol*, 92, 103552.
- ŚWIDER, O., ROSZKO, M., WÓJCICKI, M. & SZYMCZYK, K. 2020. Biogenic Amines and Free Amino Acids in Traditional Fermented Vegetables-Dietary Risk Evaluation. *J Agric Food Chem*, 68, 856-868.
- TAMANG, J. P., WATANABE, K. & HOLZAPFEL, W. H. 2016. Review: Diversity of Microorganisms in Global Fermented Foods and Beverages. *Front Microbiol*, 7, 377.
- TANAKA, N., KOVATS, S. K., GUGGISBERG, J. A., MESKE, L. M. & DOYLE, M. P. 1985. Evaluation of the Microbiological Safety of Tempeh Made from Unacidified Soybeans. *Journal of Food Protection*, 48, 438-441.
- TAYLOR, B. C., LEJZEROWICZ, F., POIREL, M., SHAFFER, J. P., JIANG, L., AKSENOV, A., LITWIN, N., HUMPHREY, G., MARTINO, C., MILLER-MONTGOMERY, S., DORRESTEIN, P. C., VEIGA, P., SONG, S. J., MCDONALD, D., DERRIEN, M. & KNIGHT, R. 2020. Consumption of Fermented Foods Is Associated with Systematic Differences in the Gut Microbiome and Metabolome. *mSystems*, 5.
- THIERRY, A., BATY, C., MARCHÉ, L., CHUAT, V., PICARD, O., LORTAL, S. & VALENCE, F. 2023. Lactofermentation of vegetables: An ancient method of preservation matching new trends. *Trends in Food Science & Technology*, 139, 104112.
- TIAN, F., WOO, S. Y., LEE, S. Y., PARK, S. B., IM, J. H. & CHUN, H. S. 2022. Mycotoxins in soybean-based foods fermented with filamentous fungi: Occurrence and preventive strategies. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21, 5131-5152.
- TJASA SUBANDI, S., RATIH, N., SOKA, S. & SUWANTO, A. 2017. Effect of Tempeh Supplementation on the Profiles of Human Intestinal Immune System and Gut Microbiota. *Microbiology Indonesia*, 11, 11-17.
- TORO-FUNES, N., BOSCH-FUSTE, J., LATORRE-MORATALLA, M. L., VECIANA-NOGUÉS, M. T. & VIDAL-CAROU, M. C. 2015. Biologically active amines in fermented and non-fermented commercial soybean products from the Spanish market. *Food Chem*, 173, 1119-24.
- TSAI, Y.-H., KUNG, H.-F., LIN, Q.-L., HWANG, J.-H., CHENG, S.-H., WEI, C.-I. & HWANG, D.-F. 2005. Occurrence of histamine and histamine-forming bacteria in kimchi products in Taiwan. *Food Chemistry*, 90, 635-641.

- VAN BEECK, W., VERSCHUEREN, C., WUYTS, S., VAN DEN BROEK, M. F. L., UYTTENDAELE, M. & LEBEER, S. 2020. Robustness of fermented carrot juice against *Listeria monocytogenes*, *Salmonella Typhimurium* and *Escherichia coli* O157:H7. *Int J Food Microbiol*, 335, 108854.
- VIANDER, B., MÄKI, M. & PALVA, A. 2003. Impact of low salt concentration, salt quality on natural large-scale sauerkraut fermentation. *Food Microbiology*, 20, 391-395.
- WANG, D., CHEN, G., TANG, Y., LI, H., SHEN, W., WANG, M., LIU, S., QIN, W. & ZHANG, Q. 2020. Effects of temperature on paocai bacterial succession revealed by culture-dependent and culture-independent methods. *International Journal of Food Microbiology*, 317, 108463.
- WASTYK, H. C., FRAGIADAKIS, G. K., PERELMAN, D., DAHAN, D., MERRILL, B. D., YU, F. B., TOPF, M., GONZALEZ, C. G., VAN TREUREN, W., HAN, S., ROBINSON, J. L., ELIAS, J. E., SONNENBURG, E. D., GARDNER, C. D. & SONNENBURG, J. L. 2021. Gut-microbiota-targeted diets modulate human immune status. *Cell*, 184, 4137-4153.e14.
- WICKWARE. 2015. *Critical parameters for the production of safe soybean tempeh*. Master of Science, Cornell University.
- WWW.ICA.SE. 2023. *Gör egen surkål* [Online]. Available: <https://www.ica.se/artikel/surkal/> [Accessed 2023-11-23 2023].
- WWW.RECEPTFAVORITER.SE. 2023a. *Hemgjord surkål eller syrad vitkål* [Online]. Available: <https://receptfavoriter.se/recept/hemgjord-surkal-syrad-vitkal.html> [Accessed 2023-11-23 2023].
- WWW.RECEPTFAVORITER.SE. 2023b. *Surkål med fil eller yoghurt* [Online]. Available: <https://receptfavoriter.se/recept/surkal-med-fil-eller-yoghurt.html> [Accessed 2023-11-23].
- YANG, Y., KAMEDA, T., AOKI, H., NIRMAGUSTINA, D. E., IWAMOTO, A., KATO, N., YANAKA, N., OKAZAKI, Y. & KUMRUNGSEE, T. 2018. The effects of tempe fermented with *Rhizopus microsporus*, *Rhizopus oryzae*, or *Rhizopus stolonifer* on the colonic luminal environment in rats. *Journal of Functional Foods*, 49, 162-167.
- YINGYUE, L., MEI ZHEN TEN, M., YE HTUT, Z. & DAN, L. 2022. *Lactiplantibacillus plantarum* 299v as starter culture suppresses Enterobacteriaceae more efficiently than spontaneous fermentation of carrots. *Food Microbiology*, 103, 103952-103952.
- YULANDI, A., SUWANTO, A., WATURANGI, D. E. & WAHYUDI, A. T. 2020. Shotgun metagenomic analysis reveals new insights into bacterial community profiles in tempeh. *BMC Res Notes*, 13, 562.
- ZABAT, M. A., SANO, W. H., WURSTER, J. I., CABRAL, D. J. & BELENKY, P. 2018. Microbial Community Analysis of Sauerkraut Fermentation Reveals a Stable and Rapidly Established Community. *Foods*, 7.

